

El cultivo de la mora en el Ecuador

Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Fruticultura



EL CULTIVO DE LA MORA EN ECUADOR

2016

EL CULTIVO DE LA MORA EN EL ECUADOR

Econ. Rafael Correa Delgado,
PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

ScIgo. Javier Ponce Cevallos
MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA

Juan Manuel Domínguez Andrade, Ph.D.
DIRECTOR EJECUTIVO DEL INIAP

Cita del libro:

Galarza, D.; Garcés, S.; Velásquez, J.; Sánchez, V.; Zambrano, J. (Eds.). 2016. El cultivo de la mora en el Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador

Ejemplo cita de capítulo:

Viteri, P.; Vásquez, W.; Viera, V.; Sotomayor, A.; Mejía, P. 2016. Ecología para el desarrollo y crecimiento de la mora. En D. Galarza, S. Garcés, J. Velásquez, V. Sánchez, J. Zambrano (Eds.). El cultivo de la mora en el Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador. p. 19-24.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Av. Eloy Alfaro N30 - 350 y Amazonas, Quito – Ecuador

Teléfono: 593 - 2 256 7645

Correo electrónico: iniap@iniap.gob.ec

www.iniap.gob.ec

Noviembre, 2016

EQUIPO TÉCNICO PARTICIPANTE

Comité de publicaciones: David Galarza, Sandra Garcés, José Velásquez, Víctor Sánchez y José Zambrano

Autores: Germán Ayala, Beatriz Brito, Victor Freire, Antonio González, Milton Hinojosa, Rosendo Jácome, Aníbal Martínez, Paul Mejía, Daniela Montalvo, Michelle Noboa, Manuel Posso, Andrea Sotomayor, Franklin Valverde, Wilson Vásquez, William Viera, Mercy Villares, Pablo Viteri

ISBN Impreso: 978-9942-22-039-4

ISBN Digital: 978-9942-22-040-0

IMPRESO EN ECUADOR

Imprenta San Mateo

imprentasanmateo@gmail.com

Todos los derechos reservados

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

AUTORES

CAPÍTULO 1 ECOLOGÍA PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LA MORA

Pablo Viteri, Wilson Vásquez, William Viera, Andrea Sotomayor, Paúl Mejía

CAPÍTULO 2 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN, ZONAS DE PRODUCCIÓN Y TIPIFICACIÓN DE PRODUCTORES DEL ECUADOR

Rosendo Jácome, Germán Ayala, Aníbal Martínez, Pablo Viteri, Wilson Vásquez, Andrea Sotomayor

CAPÍTULO 3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PLANTA, VARIEDADES CULTIVADAS Y CLONES PROMISORIOS DE MORA

Pablo Viteri, Wilson Vásquez, Aníbal Martínez, William Viera, Andrea Sotomayor, Paúl Mejía, Beatriz Brito

CAPÍTULO 4 MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE MORA

Pablo Viteri, Aníbal Martínez, Rosendo Jácome, Germán Ayala, Mercy Villares, William Viera, Andrea Sotomayor, Manuel Posso, Milton Hinojosa

CAPÍTULO 5 NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA

Franklin Valverde, Antonio González, Pablo Viteri, Aníbal Martínez

CAPÍTULO 6 LABORES CULTURALES: CONTROL DE MALEZAS, PODA, SISTEMAS DE CONDUCCIÓN Y RIEGO

Germán Ayala, Rosendo Jácome, Aníbal Martínez, Mercy Villares, Pablo Viteri, Milton Hinojosa

CAPÍTULO 7 MANEJO DE PLAGAS IDENTIFICADAS EN EL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA

Mercy Villares, Aníbal Martínez, Pablo Viteri, William Viera, Rosendo Jácome, Germán Ayala, Michelle Noboa

CAPÍTULO 8 CALIDAD EN LA COSECHA, POSCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

Beatriz Brito, Daniela Montalvo, Víctor Freire, Wilson Vásquez, Pablo Viteri, Aníbal Martínez, Rosendo Jácome

TABLA DE CONTENIDOS

AUTORES	4
PRESENTACIÓN	11
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO 1	
Ecología para el desarrollo y crecimiento de la mora	19
1.1 Origen y distribución	19
1.2 Características ecológicas.....	21
1.2.1 Clima	21
1.2.2 Suelos	22
1.3 Bibliografía	22
CAPÍTULO 2	
Caracterización del sistema de producción, zonas de producción y tipificación de productores del Ecuador	27
2.1 Características socio económicas y agronómicas de los productores de mora.....	27
2.1.1 Zonificación agroecológica económica potencial para cultivo de mora en el Ecuador	31
2.2 Zonas de producción de mora.....	31
2.2.1 Producción nacional y rendimiento promedio.....	32
2.2.2 Exportaciones.....	33
2.3 Tipificación y caracterización de productores	34
2.3.1 Productores grandes.....	34
2.3.2 Productores medianos	34
2.3.3 Productores pequeños	34
2.4 Bibliografía	35

CAPÍTULO 3

Características generales de la planta, variedades cultivadas y clones promisorios de mora.....	39
3.1 Clasificación taxonómica	39
3.2 Descripción botánica	40
3.3 Hábitos de crecimiento y producción	42
3.3.1 Hábitos de crecimiento	42
3.3.2 Hábitos de producción.....	42
3.4 Cultivares e híbridos comerciales	43
3.5 Clones promisorios.....	46
3.6 Especies silvestres y otros frutales menores relacionados.....	47
3.7 Ciclo del cultivo y fenología	48
3.7.1 Etapas de crecimiento y desarrollo.....	48
3.7.2 Fenología.....	49
3.8 Rendimiento	53
3.9 Bibliografía	54

CAPÍTULO 4

Métodos de propagación y establecimiento del cultivo de mora	61
4.1 Propagación del cultivo de mora	61
4.1.1 Propagación sexual o por semilla	61
4.1.2 Propagación asexual o vegetativa	65
4.1.3 Factores que influyen en la producción de plantas	68
4.2 Establecimiento de la plantación de mora.....	70
4.2.1 Selección del lote para la plantación	70
4.2.2 Preparación del terreno.....	71
4.2.3 Distancias de plantación.....	71
4.2.4 Trazado y marcación de la plantación	72
4.2.5 Levantamiento de camas	73
4.2.6 Colocación de sistema de riego	73
4.2.7 Hoyado y plantación	73
4.3 Bibliografía	74

CAPÍTULO 5

Nutrición del cultivo de mora de Castilla	79
5.1 Características generales del suelo para mora	79
5.1.1 Materia orgánica	80
5.2 Consideraciones del clima.....	81
5.3 Nutrientes esenciales para las plantas	82
5.4 Necesidades nutricionales del cultivo de mora de Castilla	83
5.4.1 Absorción de nutrientes (macro y micro nutrientes)	83
5.4.2 Funciones de los nutrientes	84
5.4.3 Deficiencias y excesos (toxicidad) nutrimentales.....	86
5.5 Fenología de la planta de mora de Castilla relacionada con la nutrición.....	92
5.6 Programa de fertilización para el cultivo de mora de Castilla	93
5.6.1 Suministro del suelo (SUM)	94
5.6.2 Demanda del cultivo (extracción, exportación, absorción ó demanda nutrimental, DEM).....	95
5.6.3 Eficiencia de recuperación del fertilizante (ERF)	96
5.7 Bibliografía	101

CAPÍTULO 6

Labores culturales: control de malezas, poda, sistemas de conducción y riego.....	105
6.1 Control de malezas	105
6.1.1 Manual.....	105
6.1.2 Químico	106
6.1.3 Mecánico.....	106
6.1.4 Cobertura vegetal.....	106
6.1.5 Acolchados	107
6.2 Podas	107
6.2.1 Tipos de poda	107
6.2.2 Ventajas de las podas	109
6.2.3 Recomendaciones sobre la poda	109
6.3 Sistemas conducción	109
6.3.1 Espaldera sencilla	109
6.3.2 Espaldera doble	110
6.3.3 Chiquero.....	111

6.4 Riego	111
6.5 Bibliografía	112

CAPITULO 7

Manejo de plagas identificadas en el cultivo de la mora de Castilla	117
7.1 Diagnóstico de plagas	117
7.1.1 Enfermedades causadas por hongos y protistas	118
7.1.2 Artrópodos plaga	122
7.2 Manejo integrado de enfermedades e insectos plaga identificados en el cultivo	126
7.2.1 Época de observación	126
7.2.2 Factores predisponentes.....	127
7.2.3 Medidas preventivas antes del cultivo.....	127
7.2.4 Medidas preventivas durante el cultivo.....	128
7.2.5 Medidas de control.....	128
7.3 Bibliografía	132

CAPITULO 8

Calidad en la cosecha, poscosecha y comercialización	137
8.1 Caracterización de los productores respecto a aspectos de cosecha, poscosecha y comercialización	137
8.2 Caracterización de los comerciantes de mora	139
8.3 Aspectos tecnológicos.....	140
8.3.1 Fisiología de la mora durante la cosecha y poscosecha.....	140
8.3.2 Factores previos a la cosecha que afectan la calidad de las frutas.....	142
8.3.3 Cosecha	142
8.3.4 Propuestas de mejora en el manejo poscosecha y comercialización de la mora de Castilla	145
8.3.5 Evaluación de la calidad física, química y sensorial en 14 accesiones de mora seleccionadas	148
8.3.6 Determinación del índice óptimo de cosecha con base en su comportamiento durante el almacenamiento.....	152
8.3.7 Bibliografía	163

GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	165
----------------------------------	------------

ABREVIATURAS	171
---------------------------	------------

UNIDADES DE MEDIDA.....	173
--------------------------------	------------



PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

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

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

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

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

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



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

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



ECOLOGÍA PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LA MORA

CAPÍTULO 1

ECOLOGÍA PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LA MORA

Pablo Viteri¹, Wilson Vásquez², William Viera¹, Andrea Sotomayor¹, Paúl Mejía¹

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Las especies del género *Rubus* (Town.) L., son plantas de origen silvestre, e incluyen moras o zarzamoras, frambuesas y moras rastreras, conocidas de manera general como zarzas, la mayoría de ellas son originarias de las regiones templadas y frías de América del Norte y Euro Asia; a pesar de que muchas especies están en estado silvestre en Centro y Sur América, no se puede aseverar que son nativas de esta región, lo más seguro es que fueron introducidas y que no han sido completamente domesticadas (Finn y Clark, 2012; Jennings, 1998; Oureck, 1993). En los trópicos, estas especies se encuentran en la serranía, en Ecuador las investigaciones están poco desarrolladas; sin embargo, los resultados preliminares, indican que los páramos y zonas de frío moderado están poblados por: *R. glabratus* H.B.K; *R. coriaceus* Poir; *R. glaucus* Benth; entre otras (Romoleroux, 1991).

Las zarzas, pertenecen al orden Rosales, familia Rosaceae, género *Rubus*, formada por aproximadamente 700 especies, distribuidas alrededor del mundo, en especial en zonas templadas del hemisferio norte, y que se encuentran agrupadas en 12 subgéneros, de éstos, se destacan por su calidad e importancia comercial los subgéneros *Idaeobatus*, que agrupa a las frambuesas o raspberries, y el subgénero *Eubatus* que incluye las moras o blackberries (Oureck, 1993; Romoleroux, 1991).

Las diferencias principales entre estos dos subgéneros se manifiestan en la adherencia del torus (receptáculo) a la planta cuando la fruta está madura, y la vellosoidad y adherencia de las drupeolas. En el caso de las frambuesas, el torus se desprende del fruto a la cosecha, y las drupeolas son vellosas y se adhieren unas a otras; en el caso de las moras, el torus se adhiere al fruto cuando se cosecha, y las drupeolas son glabras (sin vellosoidades). Existen híbridos entre los dos subgéneros, los más conocidos son: tayberry, loganberry, boysenberry y youngberry (Ryugo, 1993; Oureck, 1993).

Los principales países del mundo que cultivan y exportan las diferentes especies de zarzas son España, Estados Unidos, México, Polonia, Holanda, Serbia, Australia, Chile, Bélgica, y Francia (CORPEI, 2009).

En Ecuador, se reportan 21 especies del género *Rubus*, además de otras aún no clasificadas,

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

2 Docente Investigador UDLA - Ing. Agroindustrial y Alimentos - CIEDI; Ex investigador INIAP - Programa Nacional de Fruticultura

que corresponden a tres subgéneros: *Orobatus* (estrictamente de Sudamérica), *Idaeobatus* (frambuesas) y *Eubatus* (moras). De estas especies, la mayoría son silvestres como: *Rubus floribundus* (mora silvestre), *Rubus glabratus* (mora de la virgen), *Rubus adenotrichas* (mora silvestre), *Rubus roseus* (mora silvestre), dos nuevas especies reportadas por primera vez, *Rubus azuayensis* Romoleroux y *Rubus laegaardii* Romoleroux, entre otras, y una cultivada comercialmente *Rubus glaucus* (mora de Castilla), las que se encuentran distribuidas desde 2 200 hasta 4 000 msnm (Romoleroux, 1996).

La mora de Castilla (*Rubus glaucus*), fue descubierta por Hartw y descrita por Benth (Jennings, 1998), el nombre científico se desprende de las palabras rubus, rubís, rojo, por el color de sus frutos en cierta etapa fenológica, y glaucus, glauco, verde claro, por el color de sus tallos. Esta especie es originaria de las zonas tropicales altas de América, probablemente de las estribaciones de la cordillera de los Andes de Ecuador y Colombia, donde además se cultiva comercialmente, también se encuentra distribuida en las zonas altas de Panamá, El Salvador, Honduras, Guatemala, Costa Rica, México, y en Estados Unidos (Franco y Giraldo, 2002; De la Cadena y Orellana, 1984).

Romoleroux (1991), reporta que *R. glaucus* ha sido encontrada creciendo silvestre o cultivada, en la serranía ecuatoriana, entre 2 500 y 3 000 msnm. Patiño (2002), cita datos de la existencia de la mora de Castilla en varios documentos históricos a partir de 1548, en tiempos de la conquista, donde la mora fue encontrada por los españoles en el trayecto de Tumbes a la actual Cuenca, así como en varias localidades de la provincia de Imbabura, en reportes de 1808, donde se diferencia y destaca la calidad y tamaño de la fruta de la mora de Castilla, de otras silvestres. Complementariamente, Popenoe (1924), reportó haber encontrado en los Andes ecuatorianos plantas del género *Rubus*, especialmente a *Rubus glaucus* Benth (mora de Castilla), donde crecía de forma individual, dispersa o formando grupos con otras especies, también encontró pequeñas plantaciones en Ibarra, Otavalo, Quito y Ambato.

En la caracterización molecular de la colección de mora, desarrollada por el INIAP, se determinó que el Ecuador cultiva mayoritariamente mora de Castilla, la variabilidad genética de *R. glaucus* en el país es baja y se identificó dos grupos bien conformados de mora de Castilla, el primer grupo constituido por accesiones con espinas, donde se encuentra la mora tradicional, y el segundo grupo sin espinas, donde se destaca el cultivar mejorado INIAP - Andimora 2013 (Martínez *et al.*, 2013; Montalvo, 2010; Garrido, 2009).

En el Tercer Censo Nacional Agropecuario (INEC, 2000), se reportó que en Ecuador existían 5 247 ha cultivadas, distribuidas en 14 546 unidades de producción (UPA), con una producción anual de fruta de 11 494 t, mismas que correspondieron a: 4 046 ha en monocultivo, distribuidas en 10 909 UPA, con una producción total de 10 283 t año⁻¹, y 1 201 ha en cultivo asociado, distribuidas en 3 637 UPA, con 1 211 t año⁻¹ de producción. Estos resultados dejan ver que, el cultivo de mora se encuentra en manos de un amplio número de productores, generalmente en pequeñas y medianas parcelas, que en pocos casos superan la hectárea de producción (Mejía, 2011).

Las zonas productoras de mora están distribuidas en el callejón interandino (2 200 a 3 200 msnm), principalmente en las provincias de Tungurahua y Bolívar, y en menor escala en Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, y Carchi. Tungurahua es la principal provincia productora de mora de Castilla, con un 70 % de superficie plantada (3 673 ha), donde existen en su mayor parte unidades productivas con poblaciones entre 200 a 2 000 plantas, y se obtienen rendimientos de 5,45 t ha⁻¹ año⁻¹ (Alcívar y Paucar, 2008; Martínez *et al.*, 2007).

Internacionalmente, los mayores productores y exportadores de mora son: Estados Unidos (California, Washington, Oregon, Florida); México, Colombia, Chile, Guatemala; además, en

los últimos años han incrementado su producción Serbia y China; mientras que los mayores importadores de zarzas, entre los que se encuentra la mora, son: Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia, Austria, Italia, Holanda, Bélgica, y Japón. Las producciones de Estados Unidos y Europa se concentran en los meses de mayo a septiembre; Colombia de agosto a marzo; Chile y Nueva Zelanda de enero a marzo; Guatemala de noviembre a julio; México de noviembre a junio; en nuestro país por lo general se tienen producciones todo el año, lo cual es una ventaja competitiva ya que, a más de satisfacer las necesidades del mercado nacional, se puede abastecer los mercados internacionales del norte desde octubre a abril, y los del sur de abril a diciembre (Finn and Clark, 2012; CORPEI, 2009).

1.2 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

1.2.1 Clima

La mora es una especie de gran plasticidad ecológica; sin embargo, se adapta mejor en áreas moderadamente frías y frías de las zonas de vida bosque seco y húmedo montano bajo, bosque seco y húmedo pre montano (Martínez *et al.*, 2013; Franco y Giraldo, 2002; Bonnet, 1994; Bejarano, 1992). Los requerimientos climáticos son los siguientes:

- **Altitud:** El mejor desarrollo de la planta ocurre entre los 2 500 y 3 000 msnm; en alturas superiores existe el peligro de heladas y en alturas menores se presentan problemas severos de tipo sanitario como mildiu polvoso, mosca de la fruta, y ácaros (Martínez *et al.*, 2007; Bejarano, 1992).
- **Temperatura:** Crece en temperaturas entre 8 y 22 °C, pero alcanza mayor producción en zonas con temperaturas medias de 12 a 14 °C. A temperaturas mayores, la planta posee mayor crecimiento vegetativo y exige poda continua (Martínez *et al.*, 2013).
- **Precipitación:** En las zonas productivas las precipitaciones son variables y oscilan entre 500 mm año⁻¹ en Cevallos (Tungurahua) a 2 000 mm año⁻¹ en algunas localidades del sector de Intag (Imbabura); sin embargo éstas no se distribuyen uniformemente a lo largo del año. En las zonas de bajas precipitaciones predomina el problema fitosanitario mildiu polvoso, mientras que en las zonas lluviosas mildiu veloso y pudrición del fruto (Martínez *et al.*, 2007; Bejarano, 1992).
- **Humedad Relativa:** La humedad de las zonas de producción varían entre el 70 y 90 %, a medida que el ambiente es menos húmedo, se fomenta el desarrollo de ácaros e insectos plaga, así como el mildiu polvoso, mientras que, en ambientes más húmedos es frecuente la presencia de enfermedades como mildiu veloso y pudrición del fruto (Martínez *et al.*, 2007; Bejarano, 1992).
- **Vientos:** Requiere zonas libres de vientos fuertes, de lo contrario se debe implementar barreras rompe vientos con especies forestales de rápido crecimiento, adaptadas a la zona, o también con sarán y plástico (Martínez *et al.*, 2013).
- **Luminosidad:** Requiere de 1 200 a 1 600 horas de brillo solar al año (Franco y Giraldo, 2002).

1.2.2 Suelos

La mora, crece y se desarrolla mejor en suelos profundos, sueltos, que contengan alto contenido de materia orgánica, disponibilidad de humedad y buen drenaje (Franco y Giraldo, 2002).

- **Textura:** Los suelos más apropiados son los de textura franco, franco-arenosa, y franco-arcillosa. Los suelos arenosos son fáciles de trabajar pero son pobres en nutrientes, y retienen poca humedad, por lo que requieren la aplicación de materia orgánica y riegos más frecuentes. Los suelos muy arcillosos, húmedos, fríos y mal drenados no se recomiendan para mora (Sánchez, 2009).
- **pH:** La planta soporta alto grado de acidez, pero se ha observado que su mejor comportamiento se encuentra con pH de 5,5 a 7,0. En suelos con pH alcalino superior a 7,5 se presentan problemas de disponibilidad de micronutrientes como hierro, zinc, manganeso y boro, con la consecuente presentación de deficiencias nutrimentales, que reducen la eficiencia fisiológica de la planta. En pH ácidos se producen deficiencias de fósforo y bajo pH 5,5 se incrementa la solubilidad del aluminio, afectando el desarrollo y producción de la planta (Sánchez, 2009; Franco y Giraldo, 2002)
- **Conductividad eléctrica:** La presencia de sales debe ser baja, por lo que el suelo para la plantación debe tener un valor de conductividad eléctrica inferior a 1,50 mmhos cm⁻¹; valores mayores pueden provocar toxicidad de sales, afectar la nutrición de las plantas, y reducir la permeabilidad de los suelos (Hirzel y Rodríguez, citados por Sánchez, 2009).

Pendiente: En áreas con precipitaciones inferiores a 1 000 mm año⁻¹, se pueden establecer plantaciones en lotes planos o de pendiente ligera (0 a 5 %), mientras que en áreas con altas precipitaciones se recomiendan lotes con un 5 a 25 % de pendiente para evitar encharcamientos (Martínez *et al.*, 2007).

- **Profundidad:** La profundidad efectiva del suelo debe ser de 1 m o más, para favorecer el desarrollo radical y facilitar la lixiviación del exceso de agua (Franco y Giraldo, 2002).
- **Materia orgánica:** En general, el contenido de materia orgánica de los suelos donde se cultiva mora son bajos, 1,8 a 2,8 %, por lo que se deben tomar las medidas necesarias para la aplicación e incorporación al suelo de diferentes fuentes orgánicas, con el fin de alcanzar niveles cercanos al 5 %. En suelos arcillosos la materia orgánica mejora la estructura y permite mayor aireación; en suelos arenosos forma agregados y aumenta la retención de agua y nutrientes; además en general, incrementa la actividad de los microorganismos que actúan en los procesos de mineralización (Martínez *et al.*, 2007; Franco y Giraldo, 2002).
- **Drenaje:** Los suelos deben tener buen drenaje para evitar el exceso de humedad y la falta de oxígeno para las plantas. El subsuelo superficial debe ser suelto y el nivel freático debe estar por debajo de 1 m, ya que suelos poco profundos y mal drenados son limitantes para el desarrollo de la mora (Sánchez, 2009).

1.3 BIBLIOGRAFÍA

Alcívar, R; Paucar, K. 2008. Análisis de la cadena agroindustrial de la mora, (*Rubus glaucus*), naranjilla (*Solanum quitoense*) y tomate de árbol (*Solanum betacea*). Tesis Ing. Agroindustrial. Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrias. 119 p.

- Bejarano, W. 1992. Manual de mora (*Rubus glaucus* B.). PROEXANT. Quito, Ecuador. 69 p.
- Bonnet, J. 1994. Programa de frutas tropicales ICA-CORPOICA. Bogotá, Colombia. Editorial Produmedios. p. 209-221.
- CORPEI (Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones). 2009. Perfiles de Mercado. Perfil de Mora. Centro de Información e Inteligencia Comercial-CICO. Quito, Ecuador. p. 8-9.
- De La Cadena, J.; Orellana, A. 1984. El cultivo de la mora, Manual del Capacitador. Unidad de Capacitación de Fruticultura. Instituto Nacional de Capacitación Campesina. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. 116 p.
- Finn, C.; Clark, J. 2012. Blackberry. *In* Fruit Breeding. Springer, New York, USA. p. 151-190.
- Franco, G.; Giraldo, M. 2002. El cultivo de la mora. CORPOICA-PRONATTA. Manizales, Colombia. 81 p. ISBN 96720-0-0.
- Garrido, P. 2009. Evaluación de la diversidad genética de la mora cultivada (*Rubus glaucus* B.) y especies emparentadas en zona productivas del Ecuador mediante marcadores moleculares RAPDs, ISSRs, AFLPs. Tesis Ing. Biotecnología. Sangolquí, Ecuador, Escuela Politécnica del Ejército. 80 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2000. III Censo Nacional Agropecuario. Quito, Ecuador. 255 p.
- Jennings, D. 1998. Raspberries and Blackberries: Their breeding, disease and growth. New York, USA. Academic Pres. 230 p.
- Martínez, A.; Beltrán, O.; Velasteguí, G.; Ayala, G.; Jácome, R.; Yáñez, W.; Luciano, E. 2007. Manual del cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.). Ambato, Ecuador. 36 p.
- Martínez, A.; Vásquez, W.; Viteri, P.; Jácome, R.; Ayala, G. 2013. Ficha Técnica de la variedad de mora sin espinas (*Rubus glaucus* B.) INIAP-ANDIMORA-2013. INIAP, Programa Nacional de Fruticultura. Quito, Ecuador. 14 p.
- Mejía, P. 2011. Caracterización Morfoagráfica de genotipos de mora (*Rubus glaucus* B.) en la Granja Experimental Tumbaco-INIAP. Tesis Ing. Agropecuario. Sangolquí, Ecuador, Escuela Politécnica del Ejército. Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. 225 p.
- Montalvo, D. 2010. Evaluación de la calidad poscosecha de las accesiones seleccionadas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) provenientes de las provincias de Tungurahua y Bolívar. Tesis Ing. Agroindustrial. Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrias. 195 p.
- Oureck, DK. 1993. Zarcas. *In* Avances en la Genotecnia de frutales. Moore y Janick ed. México DF, México. p. 124-157.
- Patiño, V. 2002. Historia y dispersión de los frutales nativos del neotrópico. CIAT. Cali, Colombia. 655 p.
- Popovoe, W. 1924. Economic fruit-bearing plants of Ecuador. Washington DC, Estados Unidos, U.S. National Herbarium ed. Contributions 24(5): 101-134.

- Romoleroux, K. 1991. Diversidad de las moras (*Rubus* spp.) en el Ecuador: Un recurso filogenético poco explotado. In R. Castillo; C. Tapia; J. Estrella. Memorias de la II Reunión Nacional sobre recursos filogenéticos. Quito, Ecuador. p. 163-166.
- Romoleroux, K. 1996 Flora of Ecuador. 1 ed. University of Goteborg. Estocolmo, Noruega, Department of Systematic Botany. 169 p.
- Ryugo, K. 1993. Fruticultura ciencia y arte. Trad. J. Rodríguez. 1 ed. Texcoco, México. 451 p.
- Sánchez, P. 2009. Principios y aplicaciones de la nutrición en zarzamora. En: Producción de zarzamora en el Subtrópico mexicano. Fundación Produce Michoacan, Universidad Autónoma de Chapingo. p. 44-59.



CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN, ZONAS DE PRODUCCIÓN Y TIPIFICACIÓN DE PRODUCTORES DEL ECUADOR

CAPÍTULO 2

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN, ZONAS DE PRODUCCIÓN Y TIPIFICACIÓN DE PRODUCTORES DEL ECUADOR

Rosendo Jácome¹, Germán Ayala¹, Aníbal Martínez¹,
Pablo Viteri², Wilson Vásquez³, Andrea Sotomayor²

2.1 CARACTERÍSTICAS SOCIO ECONÓMICAS Y AGRONÓMICAS DE LOS PRODUCTORES DE MORA

Se analiza la situación actual de los sistemas de producción del cultivo de mora de Castilla (*Rubus glaucus*, Benth) en las principales zonas productoras de las provincias de Cotopaxi (El Corazón), Tungurahua (Tisaleo, Píllaro y Ambato) y Bolívar (Chillanes) (INEC, 2000), tomando como base el estudio realizado por Jácome (2010), en el que se obtuvo información de varios elementos de orden social, económico y agrícola que se combinan e integran en un sistema (Escobar y Berdegué, 1990). No se incluyen aspectos relacionados a la cosecha y comercialización que son analizados en el Capítulo 8.

La **composición familiar** de los productores de mora se advierte que en un representativo 84,60 % están presentes el padre y la madre junto con los demás miembros de la familia, y en un 14,40 % de estos núcleos familiares siempre está presente sea el padre o la madre con sus hijos, mientras que los núcleos familiares más representativos están formados por cuatro miembros que corresponden al 26,50 %, luego por tres miembros con 18,40 % y a continuación el 16,30 % con cinco miembros, lo que permite concluir la conformación de grupos familiares sólidos y tradicionales con bajo impacto de las migraciones evitando la disgregación familiar.

Con respecto a los **servicios básicos**, la calidad del agua para consumo humano en las viviendas, están equilibrados entre el agua entubada y agua potable con el 48 % cada uno, el tipo de agua de otro origen con 4,10 % que generalmente proviene de un pozo o una vertiente. En cuanto a la disponibilidad de servicio sanitario en las viviendas, se registra que los predios utilizan el servicio higiénico en un 59,20 % superando a la utilización de letrina que tiene el 40,80 % las mismas que son utilizadas en los lugares más alejados de los centros urbanos donde todavía no se dispone de alcantarillado para el desfogue de las aguas servidas. En el estudio, el 43,90 % no disponía de ningún servicio telefónico, lo cual se debe en gran medida a la falta de cobertura de la telefonía celular, problema que se solucionaría en el corto plazo por la expansión de estas empresas; mientras tanto, 41,80 % cuentan con servicio telefónico móvil y en una diferencia marcada de 14,30 % tienen servicio de teléfono fijo. En lo que respecta a

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

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

3 Docente Investigador UDLA - Ing. Agroindustrial y Alimentos - CIEDI; Ex investigador INIAP - Programa Nacional de Fruticultura

la cobertura del servicio eléctrico, el 100 % de los cantones estudiados lo tienen. El tipo de vías que sirven de acceso a los predios de los productores de mora, el 65,30 % de vías son de segundo orden, que son la mayoría, pues se trata de predios rurales; un 30,60 % corresponde a vías de tercer orden que en muchos casos son transitables solo en verano; los predios que tienen vías de primer orden 4,10 %, corresponden a lugares que se encuentran cercanos a los centros urbanos o colindan con carreteras pavimentadas.

Respecto a la pertenencia de los productores a una **Asociación**, se observa que del 100 % de productores encuestados de las tres provincias, el 34,50 % se encuentra asociado, mientras que el 65,5 % se desenvuelve de manera independiente, entendiéndose que los productores aún no tienen la necesidad de asociarse mientras su producto tenga buenos precios, siendo otra causa importante la falta de liderazgo que promueva la asociatividad. La principal actividad económica de los productores de mora, es la agricultura con el 94,90 %, las demás actividades no superan el 2 %, por lo que se concluye que los productores de mora de Castilla en la mayoría de los casos, sustentan a su familia con la producción de sus huertos. Para determinar la **superficie destinada a la producción de mora** se establecieron cuatro rangos (Figura 2.1), donde el 54,10 % corresponde al rango que va de 800 m² a 3 527 m², seguido del rango de 3 527 m² a 7 054 m² con 31,6 %, los rangos de 7 054 m² a 10 000 m² y los mayores a 10 000 m², corresponden al 6,10 y 8,20 % respectivamente, lo que demuestra que en superficies de menos de una hectárea, relativamente pequeña, el productor de mora de Castilla puede obtener los réditos económicos necesarios para mantener a su familia. En las provincias de Tungurahua (68,60 %) y Cotopaxi (46,70 %) preferentemente se destinan entre 800 m² a 3 527 m² a la producción de mora, mientras que en la provincia de Bolívar predominan superficies entre 3 527 m² a 7 054 m² con 46,8 %. Entre las **razones para cultivar mora**, el total de los productores de las tres provincias, destacó en un 84,7 % que la producción rinde buenos ingresos, mientras que el 15,3 % lo realiza por tradición.

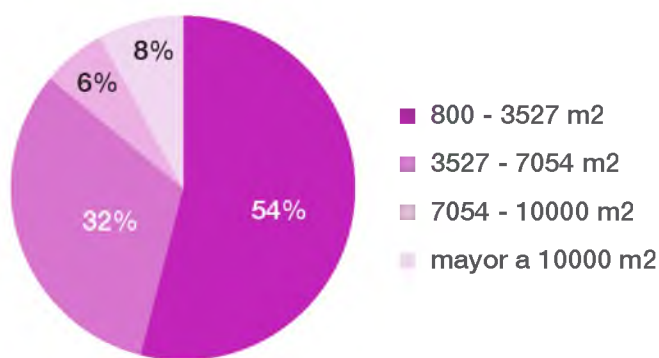


Figura 2.1. Superficie del terreno dedicado a mora.

Fuente: Jácome (2010)

El porcentaje promedio de la **pertenencia de la tierra de los productores** de mora, es “propio” en el 98 % y como “arrendado” apenas el 2 %. La conformación de los huertos de mora en las diferentes provincias determina que prevalecen los constituidos únicamente con mora o “solo” ocupa el 71,40 %, le sigue los huertos “mixtos” con un 25,50 % cuando el huerto de mora de Castilla esta intercalado con otros cultivos, y “bordes de camino” corresponde al porcentaje restante.

En la Tabla 2.1, se observan los porcentajes y distribución de los **principales problemas** que presentan los huertos de mora de Castilla en cada zonas en estudio, y el porcentaje promedio

general, así el 93,90 % de los productores considera que las plagas son la principal causa de pérdidas; seguido de los problemas de comercialización y el clima con 33,70 y 32,70% respectivamente.

Tabla 2.1. Principales problemas para producir mora de Castilla en las provincias de Tungurahua, Bolívar y Cotopaxi.

Problemas para producir mora de Castilla	Tungurahua ^a	Bolívar ^b	Cotopaxi ^c	Total
	%	%	%	%
Clima	27,50	40,60	33,30	32,70
Plagas	94,10	90,60	100,00	93,90
Estado de las vías	15,70	21,90	20,00	18,40
Comercialización	39,20	15,60	53,30	33,70
Disponibilidad de dinero	29,40	12,50	13,30	21,40
Disponibilidad de mano de obra	21,60	6,30	13,30	15,30
Falta de capacitación	19,60	6,30	13,30	14,30

^a 51 personas entrevistadas ^b 32 personas entrevistadas ^c 15 personas entrevistadas

Fuente: Jácome (2010)

El tipo de **manejo de los huertos** para la producción de mora (Figura 2.2), refleja la producción “limpia” con el 61,22 %, producción que alterna la utilización de productos químicos permitidos, de menor categoría toxicológica, franja verde y con el uso de productos orgánicos y biológicos en el momento adecuado, esta tendencia se da por la capacitación que está llegando a estos productores; La producción “química” con 35,71 %, misma que se ha verificado la preocupación por la utilización de productos tóxicos y aplicaciones en épocas inadecuadas; por último la producción “orgánica” con 3,06 %, la que no se puede posicionar por la complejidad en el manejo de plagas en la producción de mora.

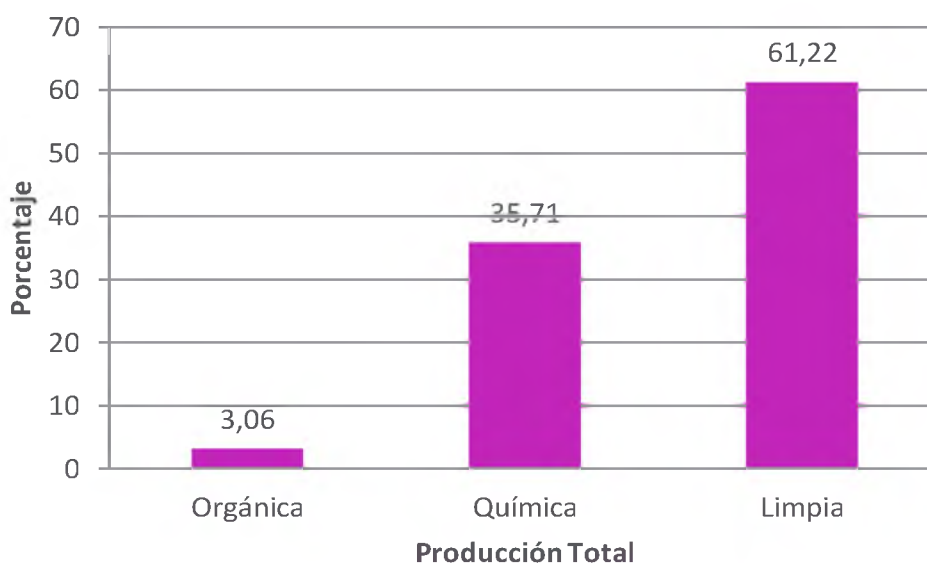


Figura 2.2. Tipo de manejo de la producción de mora.

Fuente: Jácome (2010)

En cuanto al **uso tecnología** por los productores de mora de Castilla es limitado, ya que las “técnicas manuales” ocupan el 100 %, lo que tiene relación si consideramos que la mayoría de los cultivos en estudio se desarrollan en áreas pequeñas, utilizando en gran medida mano de obra familiar, solo el 5,10 % emplea algún tipo de “maquinaria” y apenas el 4,10 % “sistemas de riego”, lo que implica una mínima utilización de nuevas tecnologías.

En la Figura 2.3, se desglosa porcentualmente la **cantidad de jornales** que se utilizan en las diferentes labores, destacándose la cosecha, donde en la provincia de Bolívar se emplean anualmente 33 jornales, Cotopaxi 24 y Tungurahua apenas 13 jornales; en poda, Cotopaxi utiliza 25 jornales, Bolívar y Tungurahua en cambio 10 jornales anualmente; en deshierba, Cotopaxi utiliza 20 jornales anualmente, Bolívar 10 y Tungurahua 6. En cuanto al **gasto total de mano de obra** por año, en Bolívar se gasta 655 USD, Cotopaxi 622 USD y Tungurahua 379 USD; sin embargo, hay que resaltar que por tratarse de explotación familiar, las actividades que se realizan en el manejo de este rubro proviene de mano de obra familiar, por lo que las actividades han sido valoradas para establecer el costo real de producción.



Figura 2.3. Jornales empleados en las labores culturales.

Fuente: Jácome (2010)

En la Tabla 2.2, se presentan 14 **factores que el productor quiere mejorar** en los huertos de mora de Castilla en las zonas estudiadas. En Bolívar el factor dureza de la mora con el 28,20 %, el control de plagas y mejorar la calidad de la fruta con el 15,60 % cada uno; y mejorar el control de plagas con el 15,50 % son los requerimientos mayores. En Cotopaxi demandan tecnología para solucionar problemas como: la pudrición del fruto, y la calidad del fruto y la comercialización en 26,70 % cada uno, mejorar la producción y el manejo de plagas tiene el 13,30 %, y el manejo del cultivo el 13,20 %. En Tungurahua, el problema que merece mayor atención es el sistema de riego con el 15,70 %.

Tabla 2.2. Factores que el productor quiere mejorar en los huertos de mora de Castilla en las provincias en estudio.

Factores que el productor quiere mejorar	Tungurahua	Bolívar	Cotopaxi	Total
	%	%	%	%
Control de la pudrición del fruto	7,70	6,30	26,70	10,20
Sistema de riego	15,70	0,00	0,00	8,20
Control de plagas	11,70	15,60	6,70	12,20
Capacitación en riego y en comercialización	5,90	0,00	0,00	3,10
Mejorar la calidad de la fruta	5,90	15,60	6,70	9,20
Mejorar los sistemas de comercialización por parte del Estado	3,90	3,10	0,00	3,10
Mejorar la producción y manejo de plagas	0,00	3,10	13,30	3,10
Capacitación en control de enfermedades	0,00	6,30	0,00	2,00
Mejorar consistencia de la fruta	0,00	28,20	0,00	9,20
Calidad del fruto	0,00	0,00	26,70	4,10
Manejo del cultivo	0,00	0,00	13,20	2,00
Controles fitosanitarios y fertilización	5,90	0,00	0,00	3,10
Manejo de podas	2,00	0,00	0,00	1,00
Facilidades para adquisición de créditos	3,90	0,00	0,00	2,00

Fuente: Jácome (2010)

Estos resultados permiten obtener información directa para caracterizar los sistemas, identificar y priorizar problemas, y las posibles causas de ellos (Hart, 1990) y serán utilizados en la generación de alternativas tecnológicas en función de las necesidades de los agricultores y sus sistemas de producción (Escobar y Berdegué, 1990; Dumifer, 1990), buscando mejorar la producción e ingresos de la familia campesina, y como información de base para la toma de decisiones y acciones de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), para el mejoramiento de los servicios básicos e infraestructura, así como, para identificar los puntos críticos que frenan la competitividad de la cadena productiva y las ventajas competitivas que ayudarán al desarrollo.

2.1.1 Zonificación agroecológica económica potencial para cultivo de mora en el Ecuador

La mora tiene un área potencial considerable para el cultivo dentro de la región Sierra del Ecuador, siendo las provincias con mayor aptitud: Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Carchi. Esto permite identificar áreas a nivel regional donde éste uso específico puede ser introducido mediante el desarrollo de programas, servicios, incentivos financieros, entre otros; de igual manera permite identificar áreas a nivel regional con necesidades especiales o problemas, así como áreas que necesitan de protección o conservación; además de proporcionar las bases para el desarrollo de infraestructura (SNI, 2014).

2.2 ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MORA

En el Ecuador, la mora se cultiva en los valles del callejón interandino y en las estribaciones de la Sierra, en todas las provincias que conforman esta región, cuyas características agroecológicas

permiten mantener la producción todo el año. La mora, se encuentra ubicada principalmente en Cotopaxi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. Tungurahua es la provincia con mayor producción, aportando el 41 % de la producción nacional total y abarca el 32 % de la superficie cosechada, con un rendimiento de 4,75 t ha⁻¹ en el periodo 2001-2006. La provincia de Bolívar registra un 25 % de la producción total y un 36 % de la superficie cosechada, mayor que la provincia de Tungurahua, pero con un rendimiento menor de 1,82 t ha⁻¹. Por otro lado, la provincia de Cotopaxi aporta con el 19 % de la producción y el 18 % de la superficie cosechada, registra un rendimiento de 2,87 t ha⁻¹, las demás provincias como: Imbabura, Pichincha y Chimborazo, aportan un 2,5 y 8 % respectivamente de la producción nacional, las tres ocupan el 15 % de la superficie cosechada y registran rendimientos de 3,17; 2,96 y 2,46 t ha⁻¹ (SNI, 2014). La variedad más cultivada es la mora de Castilla con el 98 % de la superficie. Este cultivo es un componente relevante del sistema de producción, donde se encuentra alternado con hortalizas, forraje y otros frutales, debido a la alta cantidad de minifundios. Dentro de los sistemas de producción la actividad pecuaria aporta ingresos a los hogares y materia orgánica para los cultivos.

En la provincia de Tungurahua, se encuentra plenamente establecida la cadena productiva, sistema constituido por actores interrelacionados y por una sucesión de operaciones de producción, transformación y comercialización para llevar un producto hasta los consumidores. Este conjunto de actores está sometido a la influencia del entorno, representado por varios elementos como las condiciones ambientales y las políticas (Van Der Heyden y Camacho, 2006).

2.2.1 Producción nacional y rendimiento promedio

La producción nacional de mora (Tabla 2.3), presenta una tendencia decreciente desde el año 2001, donde la producción sobrepasó las 11 600 t, siendo en ese año, la provincia de Tungurahua la más representativa con una producción de 5 226 t, seguida de Bolívar con 2 328 t, y Cotopaxi, con una producción de 2 315 t, mientras que en el año 2005 la producción de Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi y Bolívar presentaron reducciones importantes, llegándose apenas a 4 744 t a nivel nacional, lo que representa una disminución de cerca del 60 % (PROFIAGRO, 2009). Los rendimientos promedio obtenidos por las plantaciones de mora en las principales provincias productoras, presentan reducciones durante el periodo 2001-2005, así en el 2001 con promedios nacionales de 2,70 t ha⁻¹, se redujo a 2,20 t ha⁻¹ en el 2005 (Tabla 2.3) Las zonas con mayor rendimiento se encuentran en las provincias de Imbabura, Pichincha, y Tungurahua, donde los promedios sobrepasan los 3,1 t ha⁻¹. La reducción de producción y rendimiento se produjo debido a factores bióticos y abióticos que no fueron controlados a su debido tiempo.

Tabla 2.3. Producción y Rendimiento Nacional y Provincial.

Provincia	Producción (t)					Rendimiento (kg ha ⁻¹)				
	2001	2002	2003	2004	2005	2001	2002	2003	2004	2005
Bolívar	2 328,00	2 812,00	1 768,00	1 788,00	1 729,00	2 217,10	2 526,50	1 588,50	1 450,10	1 446,90
Chimborazo	1 225,00	1 114,00	1 298,00	181,80	81,00	2 378,60	2 464,60	3 729,90	1 136,40	1 265,60
Cotopaxi	2 315,00	2 450,00	1 280,00	1 120,00	1 220,00	2 645,70	2 737,40	3 216,10	3 043,50	3 050,00
Imbabura	120,00	92,00	130,00	131,00	244,00	2 666,70	2 139,50	3 611,10	3 447,40	3 250,80
Pichincha	450,00	425,00	425,00	252,00	318,00	2 727,30	2 470,90	3 571,40	3 150,00	3 180,00
Tungurahua	5 226,00	4 725,00	6 553,00	448,00	1 152,00	3 129,30	2 898,80	4 752,00	1 201,10	3 122,00
Nacional	11 664,00	11 618,00	11 454,00	3 920,80	4 744,00	2 700,00	2 698,70	3 375,80	1 741,00	2 159,30

Fuente: Jácome, 2010

Según SINAGAP (2010), la producción nacional de mora en los años 2008 y 2009 fueron de 12 060 y 12 603 t respectivamente, y rendimientos de 4 387 y 4 733 kg ha⁻¹ (Tabla 2.4), que representa un incremento considerable respecto al año 2005 donde se obtuvieron rendimientos de 2 159,30 kg ha⁻¹ (Tabla 2.3).

Tabla 2.4. Producción de mora en el Ecuador.

Parámetros	2008	2009
Superficie cosechada (ha)	2 749	2 663
Producción (t)	12 060	12 603
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	4 387	4 733

Fuente: SINAGAP, 2010

2.2.2 Exportaciones

La mora ecuatoriana es una fruta destinada a satisfacer la demanda de varios mercados. La tendencia de exportación es irregular con variaciones pronunciadas, lo que denota que no se ha implementado un plan estratégico de exportación, que aproveche todos los factores positivos que el mercado internacional brinda. En el año 2001 existe un decrecimiento en el valor de las exportaciones del 82,70 %; pero a partir del año 2002 existe una tendencia creciente que incluso llega al 539,87 % entre el año 2003 y 2004; el mayor crecimiento de las exportaciones y el mayor ingreso para el país, fue de 60 341 USD en el año 2004 (Tabla 2.5) (PROFIAGRO, 2009).

Tabla 2.5. Exportaciones de mora (toneladas y dólares FOB).

Año	Toneladas exportadas	Valor FOB (Miles USD)	Variación Toneladas %	Variación USD%
1998	0,56	1,28		
1999	3,19	15,05	469,64	10 75,78
2000	4,85	32,02	52,04	112,76
2001	3,01	5,54	-37,94	-82,70
2002	18,20	7,39	504,65	33,39
2003	33,44	9,43	83,74	27,60
2004	20,93	60,34	-37,74	539,87
2005	13,82	16,21	-33,97	-73,13
2006	6,72	9,01	-51,37	-44,42
2007	1,99	7,16	-70,39	-20,53
2008	11,93	22,50	499,50	214,24
Promedio			137,76	178,29

Fuente: CICO y CORPEI, 2009

Luego del 2004, las exportaciones de mora disminuyeron paulatinamente hasta el 2007, para el 2008 se tiene una recuperación de las ventas, alcanzando 22 000 USD con un crecimiento equivalente a 214,25 % respecto al 2007. Aunque hubieron años negativos en toneladas exportadas e ingresos, el crecimiento promedio en valores FOB en el periodo 1998 - 2008 fue de 137,76 %, y de las toneladas exportadas el crecimiento promedio fue de 178,29 %.

Las exportaciones ecuatorianas de mora en el periodo 1998 - 2008 se realizaron a Estados Unidos, España, Antillas Holandesas, Alemania y Holanda. Estados Unidos fue el principal socio comercial captando un 56 % de las exportaciones totales de mora; el segundo mercado en importancia fue España que en promedio adquirió el 20 % de las exportaciones de mora en valores FOB, luego Antillas Holandesas, y Alemania con un 7 % de total de las exportaciones. En cuarto lugar consta Holanda compró un 6 % del total de las exportaciones ecuatorianas de mora en el periodo 1998 - 2008. También se exporta mora a países como: Venezuela, Bélgica, Antigua y Barbuda y República Checa en cantidades pequeñas que se los agrupa en categoría "Otros" representa el cuatro por ciento del total de las exportaciones ecuatorianas de mora (CICO y CORPEI, 2009).

2.3 TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTORES

Según las entrevistas realizadas a productores y técnicos representantes del sector frutícola de las provincias de Tungurahua, Imbabura y Pichincha, se determinó la existencia de tres tipos de productores primarios del cultivo de la mora:

- Productores grandes
- Productores medianos
- Productores pequeños

2.3.1 Productores grandes

Las unidades productivas de este tamaño tienen extensiones mayores a las 2,10 ha. Por lo general son tecnificados, es decir, hacen uso de maquinaria en las labores del cultivo, tienen sistemas de riego por goteo, la mano de obra es contratada, existe un buen control fitosanitario y la utilización de abonos y fertilizantes, tanto químicos como orgánicos, con una periodicidad adecuada. El uso de la tecnología, el acceso directo al crédito formal y la oportunidad de contar con asesoría permanente han permitido que estas plantaciones optimicen el uso de su suelo (3334 plantas ha⁻¹) mejorando los rendimientos hasta alcanzar las 3,67 t ha⁻¹. (SICA, 2002)

2.3.2 Productores medianos

Se caracterizan por tener cultivos con extensiones que oscilan entre una y dos hectáreas; son cultivos semi tecnificados, que hacen uso de prácticas tanto artesanales como modernas. Por lo general utilizan riego por inundación y las prácticas de abonadura y fertilización van de acuerdo al asesoramiento recibido. Los productores medianos utilizan mano de obra contratada, sobre todo para las temporadas de cosecha. El financiamiento lo logran, en parte, con crédito formal, aunque en la práctica es mayor la utilización de los préstamos informales. Debido a los sistemas de riego y prácticas de cultivo empleadas, el número promedio de plantas por hectárea es de 2 223, logrando tener un rendimiento promedio de 2 t ha⁻¹ y un rendimiento aproximado de 1 kg planta⁻¹ (SICA, 2002).

2.3.3 Productores pequeños

Representan 80 % del total de productores; la extensión de las unidades productivas está entre los 1 500 y los 7 000 m². Las parcelas son superficies destinadas al cultivo de más de un producto agrícola, por lo general la mora está asociada con frutales de hoja caduca (manzanos, duraznos, entre otros) o con algunas hortalizas. Aunque existen algunos huertos totalmente

artesanales, la mayoría de los productores pequeños hacen uso de prácticas de fertilización y abonadura, lo que les da la categoría de semitecnificados. La mayoría opta por el riego natural con agua de la lluvia, muy pocos, se benefician de infraestructuras de riego implementadas por programas de ayuda y asistencia técnica dirigidos por el MAGAP u ONGs. El acceso al crédito formal es nulo, casi la totalidad de agricultores han optado por el financiamiento informal y por el que se logra a través de ONGs con programas direccionados al sector. La mano de obra utilizada es la familiar. Dado la irregularidad de los terrenos en los que se cultiva que en muchos casos son laderas, el promedio de plantas por hectárea es de 1 667, a lo que se suman factores como el mal uso de agroquímicos e inadecuadas prácticas post cosecha. El rendimiento promedio por hectárea es de 834 kg ha⁻¹, menos de una tonelada métrica. En este caso el rendimiento promedio que se obtiene por planta es de 0,50 kg (SICA, 2002).

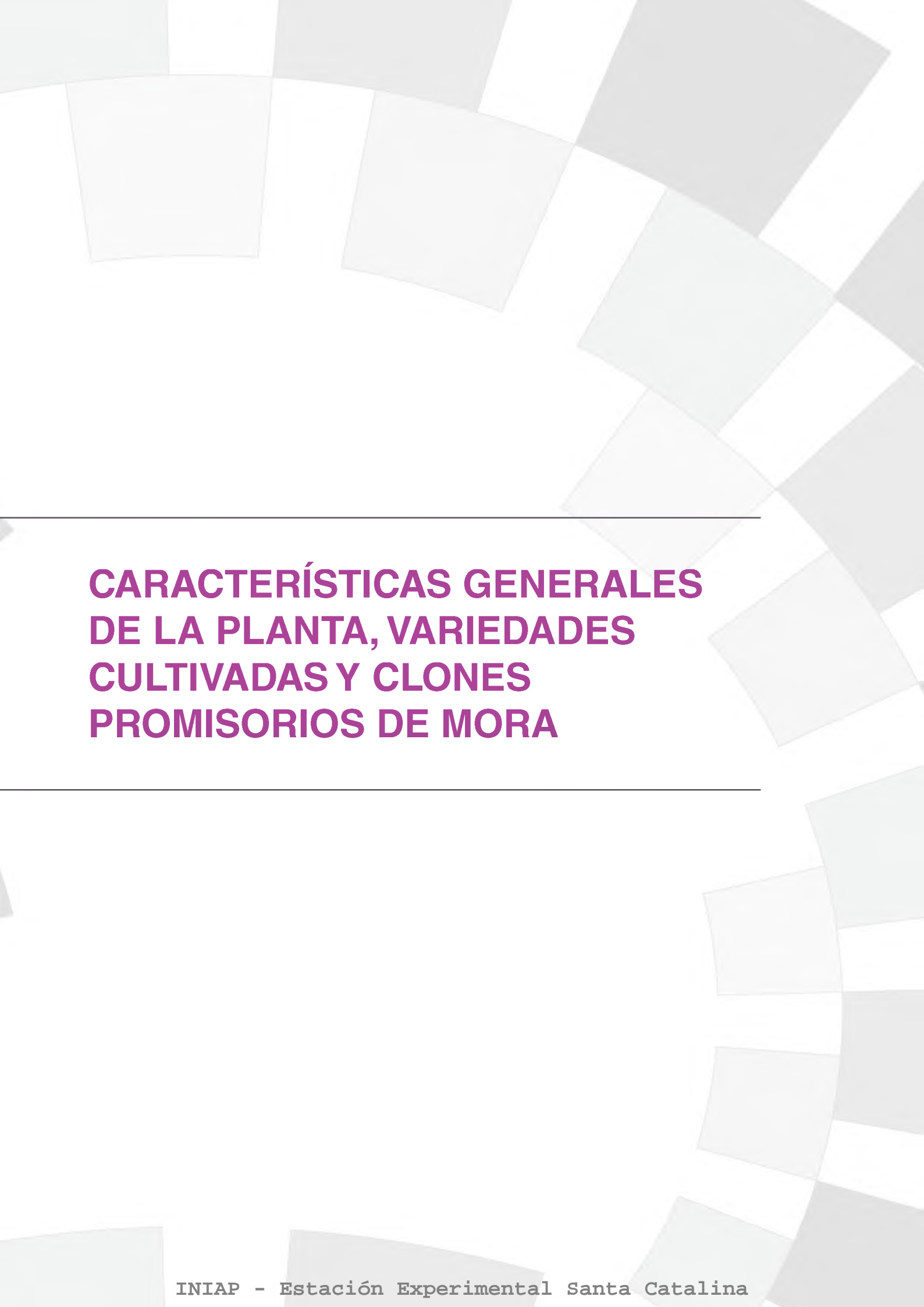
Las comunidades campesinas que cultivan mora en los cantones Ambato y Tisaleo están constituidas por productores de bajos recursos económicos que manejan sistemas mixtos de producción, poseen tierras de variable fertilidad ocupadas intensamente en la agricultura; se encuentran ubicados cerca de la ciudad de Ambato, a donde acuden frecuentemente a realizar actividades ya sea en beneficio familiar o de la comunidad a la cual pertenecen. Las comunidades campesinas fueron seleccionadas por la importancia del cultivo en términos de superficie cultivada y aporte al nivel de ingresos familiares. Cuantitativamente, las dos terceras partes de la población de agricultores, tienen superficies entre 0,70 a 1,40 ha, de las cuales cultivan mora por lo menos de 0,70 ha; y, un 27 % poseen menos de 0,70 ha, de la cual destinan 0,35 ha al cultivo de mora. Por otra parte, el nivel de ingresos tiene correlación con el cultivo de mora; así, la mora representa el 33 y 63 % del nivel de ingresos de los productores con bajos y altos ingresos estimados en 262 USD y 522 USD, respectivamente.

Los productores apuntan varios problemas en el cultivo, de manera especial, al desconocimiento de opciones tecnológicas para el manejo del cultivo, incidencia de plagas en el ciclo de producción. También se evidencian problemas de maduración temprana del fruto en postcosecha, que afecta la calidad del producto para la venta y castiga el precio. En la comercialización, se presentan problemas con los bajos precios que reciben por parte de los intermediarios del mercado mayorista de Ambato, quienes están legalmente organizados y controlan precios y calidad del producto. Contrariamente, los productores no tienen una forma de organización para la producción o la comercialización que les beneficie colectivamente.

2.4 BIBLIOGRAFÍA

- CICO (Centro de Investigación del Consumidor, EC); CORPEI (Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones, EC). 2009. Perfiles de Mercado. Perfil de Mora. Quito, Ecuador. p. 1-10.
- Dumifer, M. 1990. Tipificación de Sistemas de Producción: Importancia de La tipología de las unidades de producción agrícola en el análisis de diagnóstico de realidades agrícolas. s.p.
- Escobar, G.; Berdegué, J. 1990. Nuevas direcciones del Enfoque de Sistemas para la Modernización de la Agricultura campesina en América Latina. Investigación con enfoque de Sistemas en la Agricultura y el Desarrollo Rural. RIMISP. Santiago, Chile. p. 13-43; 63-81.
- Hart, E. 1990. Componentes del subsistema y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación. p. 45-62.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, EC). 2000. Tercer Censo Nacional Agropecuario. Quito, Ecuador. 255 p.

- Jácome, R. 2010. Estudio de la línea base de la cadena productiva de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en las provincias de Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Guaranda, Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Ingeniería Agronómica. 148 p.
- PROFIAGRO (Programa Fitosanitario para el Agro, EC). 2009. Frutas y Hortalizas con preferencias arancelarias. s.p.
- SICA (Servicio de Información Agropecuaria, EC). 2002. Estadísticas agropecuarias (en línea). Quito, Ecuador. Consultado nov. 2013. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/>
- SINAGAP (Sistema de Información Agropecuario, EC). 2010. Sistema de Información geográfica y agropecuaria del MAGAP. Consultado nov. 2013. Disponible en <http://www.agricultura.gob.ec/sinagap/>
- SNI (Sistema de Información Nacional, EC). 2014. Zonificación Agroecológica Económica del Cultivo de Mora (*Rubus glaucus*) en el Ecuador a escala 1:250.00. Resumen Ejecutivo. Dirección de Investigación y Generación de Datos Multisectoriales (DIGDM) - MAGAP. Consultado Marzo 2015. En línea. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/2014-03-21-15-12-02/mora>
- Van Der Heyden, D.; Camacho, P. 2006. Guía metodológica para el análisis de cadenas productivas. 2 ed. Plataforma Rurlater. Quito, Ecuador. 47 p.



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PLANTA, VARIEDADES CULTIVADAS Y CLONES PROMISORIOS DE MORA

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PLANTA, VARIEDADES CULTIVADAS Y CLONES PROMISORIOS DE MORA

Pablo Viteri¹, Wilson Vásquez², Aníbal Martínez³, William Viera¹,
Andrea Sotomayor¹, Paúl Mejía¹, Beatriz Brito⁴

3.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación botánica de la mora de Castilla según Romoleroux (1996), y Muñoz (1986) es:

Reino: Vegetal

División: Antofita

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Arquiclamídea

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Rubus*

Subgénero: Eubatus

Especie: *glaucus*

Nombre científico: *Rubus glaucus* Benth

Nombre vulgar: Según la región, la mora se la conoce con un nombre diferente. En español se denomina como mora, mora blanca, mora de Castilla y zarzamora azul. En inglés se conoce como Andean blackberry, Andes-berry y Andean raspberry. En portugués se le dice amora-preta. En francés mûre des andes. En alemán andenhimbeere (USDA, 2009).

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

2 Docente Investigador UDLA - Ing. Agroindustrial y Alimentos - CIEDI; Ex investigador INIAP - Programa Nacional de Fruticultura

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

4 Investigadores INIAP - Departamento de Nutrición y Calidad – Estación Experimental Santa Catalina.

3.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La mora de Castilla, es una planta perenne, tipo arbusto, trepadora, semi erecta, con tallos cilíndricos, rastreros o semi erguidos que forman macollos, sin vellosidades, de color verde claro, espinoso. Hojas compuestas de tres folíolos, e inflorescencias tipo cima con abundantes flores de color blanco o rosado, que producen frutos de color rojo intenso o negro, ovoides a redondos, formados por drupeolas glabras adheridas al receptáculo (Romolerux, 1996; Franco y Giraldo, 2002).

Raíces: Las raíces son racimosas, filiformes, nudosas y poco profundas, se distribuyen en los primeros 30 cm. del suelo y tienen disposición horizontal, formada por un rizoma secundario, la longitud varía entre 0,50 a 1,20 m. La raíz se forma a partir del cuello cicatrizal en las estacas y acodos, y, además, esta permite la propagación al presentar yemas vegetativas capaces de activarse produciendo nuevos brotes (Martínez *et al.*, 2007; Casaca, 2005; Franco y Giraldo, 2002).

Tallos: En la base de la planta se encuentra la corona, de donde se generan los tallos de manera continua. La serie de tallos que conforman la planta, entre 5 a 15, dan lugar a un crecimiento semi arbustivo, y trepador de esta, que para crecer de manera organizada requiere de tutores. Los tallos primarios o primocañas son semi erectos, de tres a cuatro metros de longitud, y hasta dos metros de alto, miden de 1,50 a 2,50 cm de diámetro, se ramifican en brotes secundarios y terciarios, que son los más productivos (floricañas). Están cubiertos por espinas curvas, que gradualmente se angostan desde la base hasta la punta, de 2 a 3 mm de longitud; el color del tallo varía del cenizo al rojo, algunos están cubiertos de un polvillo azul blanquecino y otros de un color verde y café oscuro, cuando están maduros son leñosos (Franco y Giraldo, 2002; De la Cadena y Orellana, 1984). Cabe señalar que existen cultivares y materiales promisorios que presentan tallos sin espinas o rudimentos de éstas, de interés para mejoradores, viveristas y productores (Martínez *et al.*, 2013; Finn y Clark, 2012; Mejía, 2011).

La planta de mora durante su crecimiento emite diferentes tipos de ramas, como se describe a continuación:

Ramas látigo: son delgadas, con hojas muy pequeñas y poco densas; crecen horizontalmente, buscando el suelo y tienden a enterrarse, son generalmente improductivas, por lo cual deben ser eliminadas con la poda desde su punto de origen (Durán, 2009).

Ramas vegetativas o machos: son ramas primarias, generalmente gruesas, de gran altura, muchas espinas, con las hojas terminales cerradas, generalmente no son productivas por lo que deben podarse a la altura del último alambre, entre 1,80 y 2,00 m, para estimular la producción de ramas secundarias productivas. Se generan en la corona que está bajo el nivel del suelo (Durán, 2009).

Ramas productivas o hembras: son ramas más gruesas que los látigos, pero más delgadas que las ramas vegetativas o machos, el crecimiento es vertical y las hojas terminales se disponen abiertas. Generalmente, son las ramas productivas o floricañas de la planta, que normalmente florecen sin la necesidad de poda, sin embargo, de retrasarse la floración, se recomienda despuntarlas a una altura de 1,50 m para estimularla. Este tipo de ramas, por lo general, se forman de las yemas basales de las ramas primarias podadas (Durán, 2009).

Hojas: Las hojas son alternas trifoliadas, con folíolos ovalados lanceolados de 5-13 x 2-6,50 cm, subcoriáceos, con 10-13 pares de nervaduras secundarias, base redondeada o ligeramente truncada, ápice acuminado, margen biserrado, haz de color verde oscuro sin

vellosidades, envés blanquecino panoso con espinas en las nervaduras. El peciolo mide 5 a 12 cm de longitud, es blanquecino, cilíndrico y cubierto de espinas (Franco y Giraldo, 2002; Romoleroux, 1996).

Inflorescencias: Las inflorescencias son ligeramente abiertas con hojas verdes, compuestas de cimbras, de 10 a 20 cm de largo, con 15 a 22 flores y pedicelos de 10 a 40 mm de largo, glabros, aciculados. Las flores son hermafroditas, compuestas y actinomorfas, típicamente períginas, de 2,00 a 2,50 cm de diámetro y se disponen en racimos terminales que pueden llegar hasta 30 cm de largo en toda la rama; poseen cinco sépalos deltados permanentes que miden entre 3 y 5 mm, con ápice acuminado a filiforme, glabro abaxial y aterciopelados adaxial; cinco pétalos ovados, de color blanco o rosado de 5 a 8 mm, además poseen numerosos estambres separados, que se disponen en series sobre las bases del receptáculo. Los estilos son filiformes, simples, cada pistilo tiene un ovario y dos óvulos que dan origen a un pequeño fruto carnoso llamado drupa (Roa y Gómez, 2002; Romoleroux, 1996). La polinización de las flores de mora se realiza a través de insectos polinizadores (Finn y Clark, 2012), principalmente abejas.

Frutos: Se forman en racimos grandes al final de las ramas secundarias y terciarias, son de tipo agregado, constituido de 70 a 100 drupas, que miden de 3-4 x 2-3 mm, adheridas al receptáculo floral común, que se desarrollan independientes; en cada drupa hay una semilla y cada fruto posee cerca de 100 semillas. Los frutos son de forma esférica, ovoide o elipsoidal, con sépalos recurvados; pueden ser de tamaño grande, mediano o pequeño; maduran de manera dispareja desde la punta a la base de la rama e inflorescencia, porque la floración no es homogénea. Por inflorescencia se forman 15 a 25 frutos, mismos que pueden medir de 1,50 a 2,50 cm de largo y de 1,50 a 2,00 cm de diámetro. Cuando maduran, tienen un color que va de rojo a púrpura o rojo oscuro, e incluso negro cuando están sobre maduros. La producción de frutos es continua, aunque se presentan épocas de mayor producción en intervalos de cinco a seis meses (Durán, 2009; Romoleroux, 1996).

Semillas: Se encuentran en el interior de las drupeolas, son pequeñas y muy poco visibles, los cotiledones y el embrión se encuentran protegidos por el endocarpio, que es una porción lignificada y dura, y la testa, los cuales impiden la entrada de agua y oxígeno al interior de la semilla y previenen mecánicamente el crecimiento del embrión, por lo que generalmente no son muy utilizadas en propagación, ya que requieren demasiado tiempo para la germinación (Roa y Gómez, 2002). Esta situación, se debe según Díaz (2011), a que las semillas presentan doble latencia, externa e interna, la primera condicionada por el endocarpio y la testa, como ya se indicó, y la segunda regulada por altos contenidos de inhibidores como la hormona ácido abscísico (ABA) que impiden el incremento del ácido giberélico (GA) que favorece la germinación.

Díaz (2011) determinó que la latencia mecánica, podía ser eliminada a través de remoción de la cubierta de las semillas o de su escarificación y que la interna, que es causada por inhibidores, pueden ser removidos por post maduración a 3 ± 2 °C, en condiciones de humedad, y la aplicación de ácido giberélico.

Además, las semillas de mora pueden ser sexuales, por provenir de procesos meióticos, que generan variabilidad en el 10 % de la población, o ser apomícticas facultativas (apo: sin y mixis: mezcla) que produce semillas asexuales por división mitótica, que darán lugar a plantas idénticas a la planta madre (Kollmann *et al.*, citado por Garrido, 2009).

Cromosomas: El número básico de cromosomas del género *Rubus* es de $x=7$, pero es importante destacar que las diferentes especies que lo conforman presentan un amplio rango de ploidía desde $2n=2x=14$ hasta $2n=18x=126$ (Thompson, 1997). En el caso de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*), investigaciones recientes realizadas por Delgado, *et al.* (2010) citan

y confirman los resultados obtenidos por Thompson (1997), y Marulanda, *et al.* (2007) que empleó técnicas moleculares, que esta especie presenta **28 cromosomas (2n=4x)**, por lo que es considerada una especie **tetraploide**, que presenta cuatro copias de cada cromosoma; los cromosomas observados fueron muy pequeños (1,5-2,0 μ), lo que dificultó su conteo.

El conocimiento del número de cromosomas es importante para la selección de progenitores compatibles y establecer de manera correcta planes de mejoramiento genético, por lo que se debe conocer de este particular, de los cultivares mejorados y ampliar este tipo de investigaciones a las especies silvestres que tengan genes o caracteres de interés para determinar la compatibilidad con la mora de Castilla.

3.3 HÁBITOS DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

3.3.1 Hábitos de crecimiento

El hábito de crecimiento de los cultivares de mora, puede variar del tipo rastrero al trepador, o semi erecto, e influir en el número, vigor y tipo de ramas que la planta genere; dependiendo de ello, habrá que seleccionar el sistema de conducción o tutorado, las distancias de plantación y el tipo de poda y la frecuencia de la misma a implementarse en el cultivo (Martínez *et al.*, 2013; Mejía, 2011).

En la caracterización morfo agronómica de progenies de mora, realizada por Mejía (2011) en Tumbaco-Ecuador, diferenció tres grupos, el Grupo 3 donde se ubicó la mora de Castilla presentó un hábito de crecimiento trepador, que produjo un gran número de ramas vigorosas, que la hacen muy frondosa, dando el aspecto de un pequeño arbusto, se identificaron ramas vegetativas látigos, ramas vegetativas machos y ramas productivas o hembras. En este grupo de plantas fue necesario realizar podas de raleo del exceso de ramas para mejorar la aireación y reducir la incidencia de enfermedades, y de despunte de ramas primarias vigorosas para inducir la brotación secundaria, además se implementó un sistema de espaldera para conducir y soportar las ramas de la planta, esta descripción coincide por lo señalado por varios autores como Franco y Giraldo (2002); Romoleroux (1996); Bejarano (1992); De la Cadena y Orellana (1984) respecto a esta variedad.

Además, Mejía (2011), describe ciertas diferencias en los dos grupos restantes de mora evaluados, el Grupo 1 con hábito de crecimiento semi erecto y el Grupo 2 con hábito trepador, pero que coincidieron en presentar menos ramas y follaje que el grupo de mora de Castilla, además, no presentaron rama látigo y machos, si no únicamente ramas primarias productivas de vigor medio, que señala sería una ventaja, ya que se podría incrementar la densidad de las plantas y reducir las podas.

Desde hace varios años, los mejoradores de mora buscan cultivares con hábito de crecimiento vigoroso, con cañas rígidas y erectas que faciliten la cosecha mecánica y pueden podarse fácilmente con podadoras mecánicas o barras podadoras montadas al tractor, que reduciría sustancialmente la mano de obra (Ourecky, 1993).

3.3.2 Hábitos de producción

En los países de cuatro estaciones, de donde son originarias la mayoría de zarzas, las plantas luego de una etapa de crecimiento vegetativo y una etapa de dormancia (latencia) en el invierno, producen ramas laterales (secundarias), en las que habrá floración y fructificación. Los tallos que se encuentran en estados productivos son llamados "floricañas" (Ellis *et al.*, 1991).

En Ecuador, la mora luego de una etapa de crecimiento vegetativo, y un periodo de latencia poco perceptible, emite inflorescencias apicales o terminales primero, luego estas continúan emergiendo de forma paulatina hasta la base de la rama, que se denomina floración basipétala.

Según Graber (1997), el hábito de producción de la mora de Castilla, se manifiesta con la presencia de inflorescencias y frutos en ramas terciarias, secundarias, e incluso primarias, siendo en el orden presentado más productivas, no por rama, pero sí en la sumatoria total de los tipos de ramas dentro de la planta. Según Martínez *et al.*, (2007), Franco y Giraldo (2002) la mora de Castilla produce más en ramas nuevas secundarias y terciarias, seguidas por las cuaternarias y las primarias; debido al hábito de crecimiento vigoroso de las ramas primarias y en algunos casos de las secundarias, es recomendable despuntarlas (poda de fructificación), para estimular la brotación de ramas laterales productivas. De la Cadena y Orellana (1984) y Bejarano (1992), destacan que la fructificación de la mora de Castilla se produce en racimos grandes terminales, ubicados en ramas secundarias principalmente.

La investigación realizada por Mejía (2011) en Tumbaco-Ecuador, comprobó que el grupo de mora de Castilla fructifica en ramas secundarias, terciarias y cuaternarias, no así en las primarias, que por su vigor fue necesario podarlas para estimular ramas secundarias de producción. Una característica especial observada en este grupo es que la emisión de flores y frutos se produce en el primer tercio de la rama, siendo por lo tanto apical.

Mejía (2011), también reportó que dos grupos de moras de su estudio presentaron hábitos de producción diferentes al descrito de mora de Castilla, ya que estos tuvieron una floración y fructificación abundante en ramas primarias, sin necesidad de intervenir con podas de despunte para incentivar ramas productivas, menciona además, que los racimos se distribuyeron a lo largo de toda la rama, a esta característica se la denomina “spur”.

3.4 CULTIVARES E HÍBRIDOS COMERCIALES

El amplio número de especies y variabilidad genética del género *Rubus*, con la intervención de la propia naturaleza y el hombre, han dado lugar a la generación de una infinidad de cultivares e híbridos con características particulares. Los primeros cultivares obtenidos provinieron de la selección de plantas silvestres de *R. argutus* Link, *R. allegheniensis* Porter, *R. trivialis* Michx y *R. ursinus*, así en el año 1841, “Dorchester” fue el primer cultivar conocido, luego en 1854 fue “New Rochelle” o “Lawton”, que fue el primero en ser plantado ampliamente. Muchos otros cultivares de origen silvestre fueron comercialmente importantes como: “Snyder”, “Eldorado”, “Lucretia”, y “Aughimbaugh” (Finn y Clark, 2012).

Los primeros intentos de mejoramiento de los cultivares se enfocaron en la selección de plantas provenientes de semillas. “Wilson Junior”, “Logan” y “Mammoth” fueron los cultivares pioneros, mientras que, los primeros trabajos de mejoramiento de los estados americanos incluye a: Texas (1909), New York (1912), Carolina del Norte (1926), Rhode Island (1929), al igual que el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1919), quienes formaron los primeros híbridos dirigidos (Ourecky, 1993).

Los objetivos del mejoramiento genético tradicional se han enfocado a la productividad, resistencia a factores bióticos, tamaño del fruto y cultivares erectos, posteriormente se buscaron cultivares sin espinas originados de *R. laciniatus*; para ello se han empleado como progenitores cultivares como “El Dorado”, “Brewer”, “Young”, “Lucretia”, “Austin Thornless”, “Cory”, “Himalaya”, “Brainerd”, “Smoothstern”, “Thornfree”, entre otras. EMBRAPA de Brasil ha liberado el cultivar “Tupy” que es cultivado en Centroamérica y México con gran éxito (Finn y Clark, 2012).

Actualmente, los programas de mejoramiento buscan características de: plantas vigorosas y erectas, adaptación climática, productividad, fruto grande, atractivo, firme y de semillas pequeñas, ampliación del periodo de cosecha, en algunos casos resistencia al frío, y en otros, bajo requerimiento de frío y requerimiento de calor para el crecimiento. En la Tabla 3.1, se presentan algunas características de varios cultivares e híbridos comerciales:

Tabla 3.1. Variedades e híbridos de mora.

Erecto	Semi rastrero	Dulces (>12 °Brix)			No dulces (< 12 °Brix)	
Alfred	Boysen	Brazos	Darrow	Marion	Smoothstern	Comanche
Bailey	Cascade	Rosbrough	Navaho	Thornless	Lucretia	Runguer
Brazo	Cheblen	Bryson	Shawnee	Dewberry	Logan	Himalaya
Dallas	Logan	Womack	Boysenberry	Youngberry	Black Satin	Evergreen
Darrow	Lucretia	Cherokee	Chester	Black pearl	Raven	Logan
Early	Olallie	Cheyenne	Dickinson	Bristol	Ranger	Aurora
Harwest	Young	Choctaw	Hull	Dundee	Lowden	Olallie
Cherokee	Castilla	Tayberry	Thornfree	Black Hawk	Castilla	

Fuente: Molina, 2003

En Ecuador, por muchos años, el material comercial más importantes es la mora de Castilla, misma que está constituida por varias accesiones que son similares pero no idénticas (Garrido, 2009). Estos ecotipos seguramente fueron seleccionados inicialmente de material silvestre existente, y posteriormente de progenies de cultivares de calidad reproducidos por semilla sexual. Este grupo de cultivares se caracteriza por tener un crecimiento vegetativo vigoroso (2,47 m de longitud) y generar un gran número de ramas (5-38), por lo que es necesario el tutorado, y la poda de raleo, para la estimulación de ramas secundarias y terciarias e incrementar el número de inflorescencias y la producción (Graber, 1997). Son apreciados en el mercado, tanto para consumo en jugo fresco, como por la agroindustria que la prefiere y demanda por proporcionar mayor rendimiento en pulpa, calidad, concentración de sólidos solubles con respecto a otras variedades, a pesar de tener un precio más alto (Alcívar y Paucar, 2008; Molina, 2003).

En la Tabla 3.2, se presentan los rangos promedio de las características físico-químicas y el análisis sensorial de frutos de 12 accesiones de mora de Castilla obtenidas en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Bolívar.

Tabla 3.2. Características físico-químicas y sensoriales de accesiones de mora de Castilla en Ecuador.

Características Físicas del fruto	Rangos promedio	Características Químicas del fruto	Rangos promedio
Peso (g)	5,07 - 7,36	Sólidos solubles (° Brix)	12,07 - 13,53
Largo (mm)	22,29 - 27,61	pH (adimensional)	2,69 - 3,19
Diámetro (mm)	19,21 - 22,18	Acidez (g 100 g ác. cítrico ⁻¹)	2,47 - 3,47
Relación L/D	1,06 - 1,35	Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	11,05 - 20,20
Firmeza (N)	2,37 - 3,92	Análisis sensorial	Escala 1 - 7
Consistencia (cm min ⁻¹)	4,50 - 7,67	Aroma	5,00 - 6,14
Rendimiento pulpa (g 100 g ⁻¹)	82,07 - 90,18	Dulzor	3,78 - 5,74
Color (L)	12,31 - 19,82	Sabor	4,15 - 5,85
Índice oscurecimiento	75,96 -120,16	Color	5,33 - 6,00

Fuente: Montalvo et al., 2010

De los resultados presentados, se puede confirmar la variabilidad de las accesiones de mora de Castilla, lo cual es importante de preservar, debido a que los métodos de multiplicación asexuales empleados, tienden a seleccionar solo los mejores cultivares y reducir la variabilidad

genética de la especie, que pueden tener caracteres de interés, lo cual reduce las posibilidades de realizar mejoramiento. En los Estados Unidos, el USDA y otras instituciones, han usado a *Rubus glaucus*, para mejorar las características como: tamaño de fruto grande, calidad de fruto, resistencia a enfermedades y adaptación a las condiciones climáticas del sur de los Estados Unidos (Oureck, 1993).

Aunque se han introducido al país, híbridos provenientes de Estados Unidos, desde hace 25 años como: “Brazos”, originaria de Texas, material rústico, bien adaptado, fruto grande, pero de bajo contenido de sólidos solubles, y otras como, “Ollalie” (originaria de Oregon) poco adaptada porque necesita frío para brotar, pero de buena calidad de fruta; “Cherokee”, y “Cheyenne” (Universidad de Arkansas), entre otras, éstas no han tenido la aceptación comercial porque no han superado en calidad a la mora de Castilla, y se encuentran cultivados en pequeñas extensiones (Martínez *et al.*, 2007; Bejarano, 1992). Al respecto es importante señalar la generación de nuevos cultivares desarrollados por las Universidades y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, por lo que se debe hacer los esfuerzos para introducir materiales de calidad, que no requieran frío, para evaluarlos e incorporarlos en programas de mejoramiento con mora de Castilla, conociendo que es tetraploide.

En los últimos años se han introducido cultivares sin espinas provenientes de Colombia, los que se caracterizan por su adaptación climática, alta productividad, buen tamaño de fruta, pero con bajo contenido de sólidos solubles que afectan la calidad, y menor tolerancia a enfermedades; aunque el cultivo es limitado, tiene perspectivas de crecimiento a mediano plazo.

El INIAP (Ecuador), a través del Programa Nacional de Fruticultura, y el apoyo de los Departamentos de Recursos Fitogenéticos, Biotecnología, Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC), inició a partir del año 2008, una serie de investigaciones de campo y laboratorio relacionadas con la caracterización agronómica, molecular, físico-química y de calidad de la fruta, de la colección de mora. Entre estos materiales evaluados, sobresalió la accesión MA-0100, colectada en el sector de San Luis-Cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua, la que luego de cinco años de investigación, fue seleccionada por el Programa Nacional de Fruticultura-Zona Central y la Granja Experimental Tumbaco en el año 2012, por la alta productividad y calidad de fruta; además, tiene como atributo importante la ausencia de espinas, característica que es de interés de los productores porque facilita la poda y cosecha, que en este cultivo son permanentes (Martínez *et al.*, 2013).

Esta variedad de mora sin espinas denominada **INIAP- Andimora-2013**, proviene de una mutación de semilla sexual de mora de Castilla con espinas, identificada en los semilleros de los segregantes donde se buscaba ampliar la variabilidad genética como parte del programa de mejoramiento en esta especie, la que se identificó y seleccionó en Píllaro-San Miguelito, provincia de Tungurahua en el año 2007; las plantas sin espinas fueron multiplicadas y distribuidas en tres localidades de esta provincia, en un rango de altitud de 2 810 a 2 950 m, y de temperaturas promedio de 12 °C a 14 °C, para observar su comportamiento agronómico y la permanencia de la característica de la ausencia de espinas (Martínez *et al.*, 2013).

Se procedió a evaluar el rendimiento durante el período 2008-2012 en las localidades de Tisaleo y Ambato, periodo durante el cual el material demostró tener alta capacidad productiva, ya que superó las 18 t ha⁻¹ promedio, frente a la 14 t ha⁻¹ de la mora de Castilla tradicional, durante los cinco años de evaluación, (INIAP, 2009; 2010; 2011; 2012). Complementariamente, en el 2010 se realizó la evaluación físico-química (Tabla 3.3) y de la calidad poscosecha de 14 accesiones seleccionadas de la colección de mora, donde el clon sin espinas (INIAP-Andimora-2013) presentó como atributos: alto contenido de sólidos solubles y vitamina C, además buen comportamiento poscosecha durante el almacenamiento al ambiente (7 días de

conservación), y bajo condiciones controladas (12 días de conservación a 2 °C de temperatura y 90 % de humedad relativa) de fruta cosechada con 50 y 75 % de coloración morada (Martínez *et al.*, 2013; Montalvo *et al.*, 2010).

Tabla 3.3. Características físico-químicas del fruto de la variedad de mora INIAP-Andimora-2013.

Características físicas del fruto	Promedio	Características químicas del fruto	Promedio
Peso (g)	5,32 ± 1,18	Sólidos Solubles (°Brix)	12,60 ± 0,72
Largo (mm)	21,71 ± 2,36	pH (adimensional)	2,93 ± 0,05
Diámetro (mm)	20,47 ± 1,47	Acidez (g 100 g ác. cítrico ⁻¹)	2,62 ± 0,08
Relación L/D	1,06 ± 0,10	Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	16,59 ± 0,68
Firmeza (N)	3,24 ± 0,46	Polifenoles totales (mg g ⁻¹)	6,08 ± 0,03
Consistencia pulpa (cm min ⁻¹)	6,83 ± 0,29	Carotenoides totales (µg g ⁻¹)	0,66 ± 0,01
Rendimiento pulpa (g 100 g ⁻¹)	88,19 ± 2,75	Antocianinas totales (mg g ⁻¹)	14,17 ± 1,59
Rendimiento semillas (g 100 g ⁻¹)	11,81 ± 2,75	Azúcares totales (g 100 g ⁻¹)	5,35 ± 0,004

(Datos expresados en base fresca)

Fuente: Montalvo *et al.*, 2010

Actualmente, la variedad INIAP-Andimora 2013, tiene una creciente demanda de los productores, por lo que la multiplicación meristemática de plantas es intensiva y se está realizando en los laboratorios del Departamento de Biotecnología del INIAP, además existe interés de laboratorios particulares de país y de viveros en el exterior, que quieren evaluarla para una posterior comercialización a nivel internacional.

3.5 CLONES PROMISORIOS

En la Granja Experimental Tumbaco, del INIAP, se evaluaron 120 segregantes de mora provenientes de semilla; del análisis multivariado de conglomerados, se obtuvo un dendograma donde se diferenciaron tres grupos, el Grupo 1 con materiales tipo “spur”, caracterizado por centros de producción densos y abundantes en ramas primarias, crecimiento semierecto, de poco follaje; el Grupo 2 con materiales sin espinas, y el Grupo 3 con materiales similares a la mora de Castilla o común, con espinas y ramas vigorosas (Mejía, 2011).

Para la selección de los segregantes promisorios se usó una variable sintética, que resultó de la sumatoria del puntaje obtenido por cada individuo, luego de la evaluación y calificación de 12 variables de calidad y productividad (número de yemas, forma de la espina en el tallo, rendimiento, longitud del fruto, diámetro del fruto, firmeza o presión de pulpa, número de drupeolas, peso de drupeolas, peso del fruto, sólidos solubles, pH, acidez titulable (Mejía, 2011).

Luego del análisis estadístico, Mejía (2011) seleccionó ocho materiales promisorios (Tabla 3.4) e identificó 16 materiales con caracteres de interés, que podrían ser usados en futuros planes de mejoramiento, estas accesiones fueron: GT-28, 61, 85, 87, 103, 148 (ausencia de espinas); GT-77 (alto rendimiento); GT-30 (ausencia de espinas, mayor longitud de frutos, mayor contenido de sólidos solubles); GT-85 (mayor diámetro del fruto); GT-116 (mayor resistencia a presión del fruto); GT-112 (mayor número de drupeolas); GT-66 (mayor peso drupeolas); GT-49 (mayor pH); GT-100, 129 (menor pH); GT-119 (mayor acidez titulable); GT-99 (menor acidez titulable).

Tabla 3.4. Características principales de 8 accesiones promisorias seleccionadas de *R. glaucus* Benth, en la Granja Experimental Tumbaco INIAP.

Accesiones seleccionadas	GT-M-55	GT-M-28	GT-M-85	GT-M-87	GT-M-14	GT-M-73	GT-M-91	GT-M-77
Grupo	1	2	2	2	3	3	1	1
Hábito crecimiento	semi erecto	trepador	trepador	trepador	trepador	trepador	semi erecto	semi erecto
Hábito producción	primaria 3/3	primaria 3/3	primaria 3/3	primaria 3/3	2ria y 3ria puntas	2ria y 3ria puntas	primaria 3/3	primaria 3/3
Espinas	+	-	-	-	+	+	+	+
# yemas rama	30	54	48	39	35	19	27	35
Rendimiento (kg planta ⁻¹)	6,65	6,84	5,50	8,30	6,15	6,43	7,15	9,28
Rendimiento (t ha ⁻¹ año ⁻¹ *)	22,17	22,81	18,31	27,65	20,49	21,42	23,83	30,9
Largo fruto (mm)	23,22	19,92	25,09	20,27	20,88	21,36	20,70	20,42
Diámetro fruto (mm)	21,37	17,44	22,62	18,02	19,30	19,40	20,38	20,48
Firmeza (gf)	355	310	238	338	370	340	236	359
# drupas	132,20	125,00	134,50	101,40	100,00	128,20	122,60	135,40
Peso drupas (g)	5,60	4,68	5,98	2,72	4,08	5,22	4,00	3,24
Peso fruto (g)	6,27	7,77	7,18	4,35	5,26	5,28	5,41	6,99
Sólidos solubles (°Brix)	12,78	9,93	9,10	10,33	11,27	10,60	10,53	9,47
pH (adimensional)	3,21	3,17	2,75	3,37	3,33	3,40	3,30	2,93
Acidez titulable (g 100g ⁻¹)	1,84	1,36	1,98	1,83	1,96	1,82	1,93	2,73

* Rendimiento proyectado.

Fuente: Mejía, 2011

3.6 ESPECIES SILVESTRES Y OTROS FRUTALES MENORES RELACIONADOS

En Ecuador, han sido reportadas 21 especies de *Rubus*: *R. acanthophyllos*, *R. adenothallus*, *R. adenotrichos*, *R. azuayensis*, *R. bogotensis*, *R. boliviensis*, *R. compactus*, *R. coriaceus*, *R. ellipticus*, *R. floribundus*, *R. glabratus*, *R. glaucus*, *R. killipii*, *R. laegaardii*, *R. loxensis*, *R. megalpococcus*, *R. niveus*, *R. nubigenus*, *R. roseus*, *R. peruvianus*, *R. urticifolius* (Romoleroux, 1996), las cuales deben ser estudiadas con mayor profundidad para definir caracteres de interés, el nivel de ploidía, e iniciar si es pertinente, programas de mejoramiento enfocados a mejorar características de mora como resistencia a enfermedades, calidad del fruto en cuanto a tamaño, firmeza, sólidos solubles, antioxidantes, adaptación a zonas bajas y secas.

Dentro de las especies de frutales menores que se encuentran en el mercado y compiten **mora** *Rubus glaucus*, sobre todo por el contenido de antioxidantes, se tiene: **blackberries** (zarzamoras), *Rubus* sp.; **dewberry** *Rubus procumbens*; **blueberry** (arándano azul) *Vaccinium corymbosum*; **mortiño** *Vaccinium floribundum*; **cranberries** (arándano rojo) derivadas de *Vaccinium macrocarpum*; **gooseberries** (grosella) y **currants** *Ribes* sp.; **raspberries** (frambuesa) *Rubus ideaus* (europea), *Rubus strigagus* (norteamericana), *Rubus occidentalis* (negra), *Rubus strigogus* (hibrido amarillo y purpura) y **strawberries** (fresa) *Fragaria* sp. (Salunkhe y Kadam, 1995).

3.7 CICLO DEL CULTIVO Y FENOLOGÍA

3.7.1 Etapas de crecimiento y desarrollo

El conjunto de eventos o cambios graduales y progresivos en tamaño (crecimiento), estructura y función (diferenciación), senescencia y muerte, que permiten la transformación de un cigoto en una planta completa, o de un órgano, tejido o célula se denomina **desarrollo o morfogénesis** (Rueda, 2003).

El desarrollo comprende tres procesos principales: 1) crecimiento, 2) diferenciación, y 3) envejecimiento (senescencia) y muerte. El **crecimiento** denota los cambios cuantitativos que tienen lugar durante el desarrollo, mientras que la diferenciación se refiere a los cambios cualitativos (Rueda, 2003).

El crecimiento debe entenderse como el aumento irreversible de las dimensiones del organismo, a través del incremento de la masa celular, la formación de nuevas estructuras en las células y en toda la planta. El crecimiento puede efectuarse por el aumento del tamaño de las células como por la división de éstas (Rueda, 2003; Bidwell, 1974).

Los procesos de **diferenciación**, involucran a las células formadas en los meristemos apicales o en el cambium vascular, que en un principio son casi idénticas, pero rápidamente inician su especialización. También la planta entera se diferencia gradualmente y forma hojas, tallos, raíces y finalmente, flores y frutos (Rueda, 2003).

El **envejecimiento (senescencia) y muerte** de las células, de órganos o de toda la planta, se considera también como una parte del desarrollo, y debe considerarse como un fenómeno normal en el ciclo de vida de las plantas, ya que muchos de estos eventos están regulados por la interacción genoma y ambiente (Rueda, 2003).

Las plantas durante su ciclo de vida, cumplen varias etapas importantes relacionadas con el crecimiento y desarrollo de la misma. La primera consiste en la **etapa germinativa** de la semilla, o enraizamiento de estacas y acodos, que dan origen a una plántula con sus primeras hojas, iniciando la **etapa vegetativa**, que se caracteriza por la formación y el crecimiento de tallos, hojas, raíces y ramificaciones. Posteriormente, llega la **etapa reproductiva**, en la que la planta se dispone a dejar descendencia, para ello, produce flores que, tras ser fecundadas, dan comienzo a la formación de un fruto que contiene una o varias semillas (Rueda, 2003).

De acuerdo a lo señalado, la planta de mora presenta 3 etapas diferenciadas de desarrollo: la primera, en la que se produce la emergencia de las semillas, método poco utilizado por el tiempo que se requiere para aquello, o el enraizamiento de acodos de puntas terminales. Una segunda, de crecimiento vegetativo, que se inicia cuando la planta se trasplanta en campo, y se generan abundantes ramas primarias, secundarias y terciarias. La tercera etapa es la productiva, que se caracteriza por la producción de inflorescencias y frutos de manera casi permanente en ramas que se van renovando continuamente luego de ser cosechadas y podadas (Franco y Giraldo, 2002; García y García, 2001).

La planta de mora, es perenne, que después de varios ciclos o años de crecimiento y diferenciación, entra en una fase de envejecimiento y muerte, que dependerá del manejo y cuidados dados por el productor, el ambiente, y la genética de la variedad (Roa y Gómez, 2002; Graber, 1997).

3.7.2 FENOLOGÍA

3.7.2.1 Conceptos generales

Los eventos que se manifiestan y son observados durante el ciclo de crecimiento y desarrollo de un cultivo, pueden ser caracterizados y medidos para establecer escalas fenológicas que permitan a la vez, relacionarlos con las observaciones (presencia de plagas, deficiencias) y prácticas de manejo del cultivo (nutrición, riego, controles fitosanitarios) en una etapa de desarrollo determinada (Villalpando y Ruiz, 1993).

El estudio sistemático, medición (días, unidades térmicas acumuladas) y registro de los eventos biológicos periódicos como la germinación, brotación, floración, maduración de frutos, entre otros, involucrados en el crecimiento y desarrollo de las plantas se denomina **fenología**, la cual está influenciada por las condiciones ambientales del lugar, de la genética de la variedad establecida, y el manejo dado al cultivo (Rueda, 2003; Graber, 1997; Villalpando y Ruiz, 1993). Dentro de la fenología, es importante diferenciar los términos Fase y Etapa:

Fase fenológica: proceso evolutivo periódico en que se observa la presencia de órganos activos, cuya intensidad de aparición crece hasta alcanzar un máximo, para luego decrecer, transformarse o desaparecer. La emergencia de plantas, la brotación, la floración son verdaderas fases fenológicas (Torres, 1995). Las fases pueden clasificarse entre vegetativas (germinación, emergencia, brotación, macollaje, caída de hojas), y reproductivas (floración, fructificación, maduración de frutos).

Estado o etapa fenológica: Se considera al periodo entre dos distintas fases: siembra-emergencia; trasplante-floración; floración-madurez de frutos (Villalpando y Ruiz, 1993).

3.7.2.2 Fases y estados fenológicos de la mora

En la Tabla 3.5, se presentan las fases fenológicas de la mora de Castilla más importantes, observadas desde la realización del acodo terminal en funda para el enraizamiento, y el inicio de cosecha de frutos maduros, además, se determinan los rangos de duración en días de los estados o etapas fenológicas obtenidos de resultados presentados por varios autores de Ecuador y Colombia. La multiplicación de plantas por semilla es poco frecuente, debido a que la emergencia de éstas se produce después de tres a cuatro meses de haber elaborado el semillero, con tasas inferiores al 50 % de germinación (INIAP, 2013).

Tabla 3.5. Fases y estados fenológicos observados desde el acodo al inicio de la cosecha en mora de Castilla.

Fase fenológica	Etapas o estados fenológicos			
	Enraizamiento (días)	Trasplante (días)	Floración (días)	Fruto maduro (días)
Acodo	30	60	180-210	270-300
Enraizamiento	-	30	150-180	240-270
Trasplante a campo	-	-	120-150	210-240
Floración	-	-	-	90


Fuente: Martínez *et al.*, 2007; Franco y Giraldo, 2002; García y García, 2001; Bejarano, 1992; De la Cadena y Orellana, 1984.

Respecto a las fases fenológicas (Tabla 3.6) en que una yema floral de mora puede evolucionar o transformarse, Graber (1997) estableció una tabla de nueve fases y subfases con una descripción resumida de cada una de ellas, y el apoyo de fotografías, que facilitan su reconocimiento. En cuanto a la duración de los estados o etapas fenológicas fue necesario desglosarla a partir de información general (Tabla 3.6). Los datos que se presentan se obtuvieron en la Granja Experimental Píllaro-Ecuador, con las siguientes condiciones medio ambientales: 2 769 m de altitud; 717,4 mm de precipitación; 13,2 °C de temperatura media anual; 79 % de humedad relativa.

Los estados o etapas fenológicas secuenciales bajo las condiciones de Píllaro presentaron el siguiente tiempo de duración: pasar de flores recientemente emergidas en fases (A1) y (A2) hasta fase de flor abierta (B2), requirió de seis semanas o 42 días; la flor permanece abierta (B2) por tres días máximo; la etapa que involucra a la subfase (C1) y la subfase (C2), necesitó de aproximadamente cuatro días hasta llegar a la etapa (D1); el estado fenológico entre las fases de fruto fecundado (D1) a fase fruto maduro (F) tomó 11 semanas u 77 días; la sumatoria total de los tiempos requeridos para cumplir con los diferentes estados fenológicos fue de aproximadamente 126 días (Graber, 1997).

Una investigación realizada por Cerón (2012) con ocho clones preseleccionados y mora de Castilla en Yanahurco-Ecuador (3 121 m de altitud; 13 °C de temperatura promedio; 600 mm de precipitación; 70 % de HR), da cuenta que ésta presenta un ciclo fenológico desde Inflorescencia inicial (A1) a Fruto maduro (F) de 98 días, siendo el más corto, debido a que los clones presentaron ciclos de 106 a 137 días. La variación de los resultados en la duración del ciclo fenológico obtenidos en los ensayos de Graber (1997) y Cerón (2012) de 126 y 98 días, como el más corto, respectivamente, permiten destacar que a más de la temperatura, existe una influencia del cultivar, ya que dentro de mora de Castilla hay cierta variabilidad, y del manejo del cultivo (Montalvo, 2010; Garrido, 2009; Villalpando y Ruiz, 1993).

Tabla 3.6. Fases fenológicas de la mora de Castilla y duración en días.

Fase	Descripción	Fotografía	Duración días
A1	-Flores recién emergida cerrada		45
	-Mayor diámetro que longitud		
A2	-Sépalos cerrados		
	-Flor elongada cerrada		
B1	-Mayor longitud que diámetro		
	-Sépalos cerrados		
B2	-Inicio de floración		
	-Flor con puntas blancas cerradas		
C1	-Sépalos erectos cubriendo los pétalos, ligeramente separados		
	-Flor completamente abierta		
C2	-Sépalos abiertos horizontales		
	-Pétalos abiertos, separados, horizontales		
D1	-Estambres y pistilos visibles, erectos		
	-Anteras y pistilos de color amarillo verdoso		
E	-Caída de los primeros pétalos;		
	-Inicio de polinización		
F	-Anteras de color café, pistilos de color amarillo verdosos		
	-Sépalos ligeramente inclinados hacia abajo		
TOTAL	-Pétalos completamente caídos: polinización		126
	-Pistilos ligeramente rojizos y estambres de color café oscuro		
TOTAL	-Sépalos con curvatura hacia su envés, de color verde		
	-Fruto fecundado		
TOTAL	-Pistilos rojos, al interior se ven drupas formándose de color verde		
	-Sépalos presentes curvados		
TOTAL	-Presencia de estambres		
	-Fruto en desarrollo		
TOTAL	-Fruto de color morado negruzco		
	-Drupas de color rojo claro		
TOTAL	-Sépalos presentes con curvatura pronunciada hacia el envés		
	-Fruto maduro, alcanza una longitud de 25 mm y un diámetro de 20 mm		

Fuente: (Graber, 1997). Modificada: Pablo Viteri, 2016

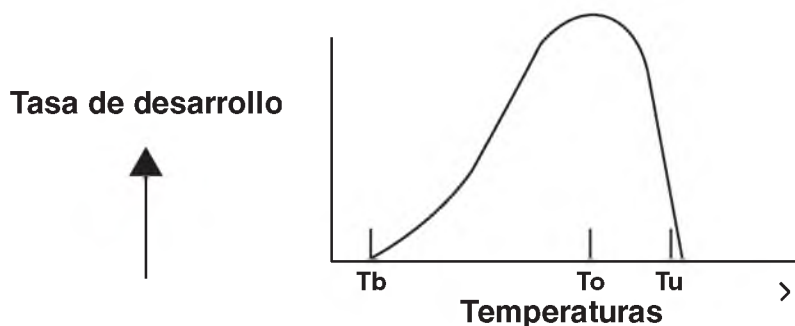
En la Tabla 3.7 se muestra que bajo las condiciones subtropicales de Tumbaco-Ecuador, (2 348 m de altitud; 800 mm de precipitación, 17 °C temperatura promedio anual, 75 % de humedad relativa), el grupo de mora de Castilla tuvo un ciclo fenológico de 102,40 días, partiendo desde el brote vegetativo inicial (R) hasta fruto maduro (F); el estado fenológico desde la fase A hasta la fase F tuvo una duración de 72,03 días (Tabla 3.7) (Mejía, 2011), lo que se aproxima a los resultados obtenidos por Aguinaga y Guanotuña (2013), que registraron una duración promedio de 78,19 días para el mismo estado fenológico en el Cantón Cotacachi-Ecuador bajo condiciones ambientales un tanto más frías (2 399 m de altitud; 875 mm de precipitación; 15,5 °C de temperatura; 79 % de HR).

Tabla 3.7. Estados fenológicos del grupo mora de Castilla.

Fase fenológica	Estados fenológicos (días)				
	R	A	B	D	F
Brote vegetativo (R)	-	30,11	44,08	51,83	102,14
Inicio racimo floral (A)			13,97	21,72	72,03
Floración (B)				7,75	58,06
Fruto fecundado (D)					50,31
Fruto maduro (F)					-

Fuente: Mejía, 2011

Comparados los resultados obtenidos en Tumbaco, con los registrados en la zona fría de Pillaro por Graber (1997), se observa que en el caso de la duración del estado fenológico floración (B) a fruto maduro (F), tiene una duración de 80 días en Pillaro y 58,06 en Tumbaco, lo que representa una diferencia de 21,4 días, lo cual puede ser producto del efecto de las diferentes temperaturas de los dos lugares. Estos resultados confirman que a medida que la temperatura se incrementa, la duración en tiempo de los estados fenológicos se reducen, porque cada especie para pasar de una fase fenológica a otra necesita la acumulación de calor (Figura 3.1) (WMO, 1993).



Tb: Temperatura base bajo la cual el desarrollo es mínimo o insignificante y sobre ella se incrementa

To: Temperatura óptima donde la velocidad de desarrollo es máxima

Tu: Temperatura umbral máxima donde el desarrollo es nulo

Figura 3.1. Relación entre la tasa de desarrollo y la temperatura.

Fuente: WMO, 1993

Según Arnold (1959), la medición de los eventos durante el crecimiento y desarrollo de las plantas, puede ser mejorado si se expresan las unidades de desarrollo en términos de tiempo

fisiológico en lugar de tiempo cronológico, es así que surge el término **grados día** (GD), que no es sino la sumatoria de los grados día acumulados sobre una temperatura base (T_b) para que se manifieste un determinado estado fisiológico.

3.8 RENDIMIENTO

En Canadá, la Columbia Británica es considerada como el área de mayor producción de zarzas (plantas del género *Rubus*) en el mundo, las plantaciones comerciales tienen promedios de producción superiores a 9 t ha^{-1} . En Escocia se reportan producciones de $4,50 \text{ t}$ a $5,60 \text{ t ha}^{-1}$. En los Estados Unidos, en el Estado de Oregon se reportan producciones de $6,70 \text{ t}$ a $7,80 \text{ t ha}^{-1}$ (Ourecky, 1993). Magress, Markle y Compton, citados por Bejarano (1992), mencionan que el rendimiento comercial en los Estados Unidos puede llegar hasta las $25 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), reportó producciones óptimas para la mora de Castilla de 18 a $20 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Franco y Giraldo, 2002). García y García (2001), reportaron un rendimiento promedio de $8,80 \text{ t ha}^{-1}$ en Colombia y en el Departamento de Cundinamarca se reportó un rendimiento de $12,60 \text{ t ha}^{-1}$.

En Ecuador, las cifras de producción y rendimiento presentadas por varios autores e Instituciones son variables, y poco confiables, por lo que se hace necesario actualizar la información con un nuevo censo agropecuario nacional. Así, PROEXANT reportó rendimientos superiores a **$10 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$** utilizando bajos niveles de tecnología en monocultivo y estimó que la producción anual de un cultivo tecnificado podría estar entre **12 y $15 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$** (Bejarano, 1992).

En el Tercer Censo Nacional Agropecuario (INEC, 2000), se reporta que en el Ecuador existía un área cultivada con mora de Castilla de $4\,046 \text{ ha}$ en monocultivo, con producciones de $10\,283 \text{ t año}^{-1}$, es decir un rendimiento de **$2,56 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$** ; además, se registran $1\,201 \text{ ha}$ en cultivo asociado, que alcanzaron una producción de $1\,211 \text{ t año}^{-1}$, con rendimientos de **$1,01 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$** , destacando que la mayor parte de la producción está en manos de pequeños y medianos productores, con extensiones promedio de 200 hasta las $2\,000$ plantas, y que las mayores pérdidas de la producción se debían a problemas de insectos plaga y enfermedades.

Martínez *et al.* (2007), menciona que una producción de 5 kg por planta por ciclo sería posible, y permitiría tener alta rentabilidad del cultivo, este rendimiento representa una productividad de **16 t ha^{-1}** con una densidad de $1\,667$ plantas ha^{-1} . Además, señala que, la producción aunque es continua, presenta de dos a tres picos bien marcados de mayor cosecha, con una duración de dos a tres meses cada uno, después de cada periodo de cosecha se presenta un receso vegetativo inferior a los dos meses. Por su parte Alcívar y Paucar (2008), reportaron un rendimiento de **$5,45 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$** en la provincia de Tungurahua.

De acuerdo a estimaciones de producción y rendimiento realizadas por Sistema Nacional de Información Agropecuaria (SINAGAP) (2010), se advierte que aunque la superficie cosechada disminuye en el año 2009 a $2\,663 \text{ ha}$ (Tabla 3.8), los volúmenes de producción y rendimiento se incrementan, alcanzando cerca de **$5 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$** .

Tabla 3.8. Producción y rendimiento de mora en el Ecuador, periodo 2000-2009.

Parámetros	2000	2008	2009
Superficie cosechada (ha)	2 316	2 749	2 663
Producción (t)	4 480	12 060	12 603
Rendimiento (t ha^{-1})	1,93	4,39	4,73

Fuente: SINAGAP, 2010

Mejía (2011), reporta que en la investigación realizada en mora en Tumbaco, los grupos formados alcanzaron rendimientos promedio por ciclo de seis meses de 3,40 kg planta⁻¹ en el Grupo 1; 4,70 kg planta⁻¹ en el Grupo 2; 2,30 kg planta⁻¹ en el Grupo 3, donde se encontraba la mora de Castilla. Aguinaga y Guanotuña (2013) obtuvieron en Cotacachi, con clones experimentales, rendimientos promedio cercanos a los 4 kg planta⁻¹ ciclo⁻¹, lo que demuestra que existen materiales mejor adaptados y productivos para los valles subtropicales. Por su parte Cerón (2012), en la evaluación de ocho clones y mora de Castilla en Yanahurco-Tungurahua, reporta rendimientos anuales de 17,95 kg planta⁻¹ para el clon C 201, y de 17,20 kg planta⁻¹ para la mora de Castilla, estos rendimientos obtenidos experimentalmente representan producciones de 26,90 y 25,80 t ha⁻¹ respectivamente.

Evaluaciones realizadas por Martínez *et al.* (2013), durante el periodo 2008-2012 (Tabla 3.9) en el nuevo cultivar INIAP-Andimora-2013 sin espinas, en fincas de productores de la provincia de Tungurahua, permiten ver el gran potencial de producción de este cultivar y la mora de Castilla, debido a que, con buen manejo se pueden alcanzar rendimientos promedio de 18 y 14 t ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente. Es importante tener un buen plan de capacitación en el manejo del cultivo para los técnicos ligados a la transferencia de tecnología, para que ellos a su vez lo hagan con los productores.

Tabla 3.9. Rendimiento anual y promedio de la variedad sin espinas INIAP Andimora-2013 en dos localidades, 2008-2012.

Año	Meses cosecha	Rendimiento (t ha ⁻¹)		Rendimiento (t ha ⁻¹)
		INIAP- Andimora- 2013		Mora de Castilla
		Ambato	Tisaleo	Ambato
2008	12	14,00	12,00	11,80
2009	12	15,00	15,00	12,70
2010	12	20,00	19,70	15,00
2011	12	20,00	22,00	15,50
2012	12	22,00	24,00	16,30
Promedio		18,20 **a	18,54 **a	14,26 ** b

**Diferencias estadísticas altamente significativas.

Fuente: Martínez *et al.*, 2013

3.9 BIBLIOGRAFÍA

Alcívar, R; Paucar, K. 2008. Análisis de la cadena agroindustrial de la mora, (*Rubus glaucus*), naranjilla (*Solanum quitoense*) y tomate de árbol (*Solanum betacea*). Tesis Ing. Agroindustrial. Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrias. 119 p.

Aguinaga, M., Guanotuña, L. 2013. Evaluación agronómica y pomológica de clones experimentales de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) en Cotacachi. Tesis Ing. Agropecuario. Ibarra, Ecuador, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ing. Agropecuaria. 113 p.

Arnold, C. 1959. The determination and significance of base temperatura in a linear heat unit system. Journal of the American Society for Horticultural Science 74: 430-445.

- Bidwell, R. 1974. Plant physiology. MacMillan. Ney York, USA. 298 p.
- Bejarano, W. 1992. Manual de mora (*Rubus glaucus* B.). PROEXANT. Quito, Ecuador. 69 p.
- Casaca, A. 2005. El cultivo de la mora *Rubus glaucus*. San José, Costa Rica, PROMOSTA. p. 1-14.
- Cerón, F. 2012. Evaluación agro-pomológica de 8 accesiones clonadas seleccionadas de mora (*Rubus glaucus* B.) en Yanahurco, Provincia de Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. 151 p.
- De La Cadena, J; Orellana, A. 1984. El cultivo de la mora, Manual del Capacitador. Unidad de Capacitación de Fruticultura. Instituto Nacional de Capacitación Campesina. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. 116 p.
- Delgado, L.; Uribe, M.; Marulanda, M. 2010. Estandarización de la técnica citogenética “squash” para conteo de cromosomas mitóticos en *Rubus glaucus* B. Scientia et Technica, 17(46): 74.
- Díaz, C. 2011. Categorización de la latencia en semillas de mora (*Rubus glaucus* B.), para el apoyo a programas de mejoramiento y conservación de la especie. Tesis Master en Ciencias Agrarias. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. 69 p.
- Durán, F. 2009. Producción de mora. Grupo Latino. Bogotá, Colombia. 48p. ISBN 9789589608692.
- Ellis, M; Converse, R; Williams, R; Williamson, B (eds.). 1991. Compendium of Raspberry and Blackberry Diseases and Insects. USDA (United States Department of Agriculture), APS (American Phytopathological Society). United States of America. p. 100.
- Finn, C.; Clark, J. 2012. Blackberry: Fruit Breeding. New York, USA. p. 151-190.
- Franco, G.; Giraldo, M. 2002. El cultivo de la mora. CORPOICA-PRONATTA. Manizales, Colombia. 81 p. ISBN 96720-0-0.
- García, M.; García, H. 2001. Manejo cosecha y postcosecha de mora, lulo y tomate de árbol. CORPOICA. Bogotá, Colombia. 105 p.
- Garrido, P. 2009. Evaluación de la diversidad genética de la mora cultivada (*Rubus glaucus* B.) y especies emparentadas en zona productivas del Ecuador mediante marcadores moleculares RAPDs, ISSRs, AFLPs. Tesis Ing. en Biotecnología. Sangolquí, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Ejército. 80 p.
- Graber, U. 1997. Fenología de los cultivos: mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) y babaco (*Carica pentagona* H). Granja Experimental Píllaro, Ecuador. 22 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2000. III Censo Nacional Agropecuario. Quito, Ecuador. 255 p.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2009. Informe Anual 2008, Zona Central. Programa Nacional de Fruticultura. Ambato, Ecuador. 40 p.

- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2010. Informe Anual 2009, Zona Central. Programa Nacional de Fruticultura. Ambato, Ecuador. 42 p.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2011. Informe Anual 2010, Zona Central. Programa Nacional de Fruticultura. Ambato, Ecuador. 38 p.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2012. Informe Anual 2011, Zona Central. Programa Nacional de Fruticultura. Ambato, Ecuador. 46 p.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2013. Informe Anual 2012, Zona Central. Programa Nacional de Fruticultura Ambato, Ecuador. 40 p.
- Martínez, A.; Beltrán, O.; Velasteguí, G.; Ayala, G.; Jácome, R.; Yánez, W.; Luciano, E. 2007. Manual del cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* B). 1 ed. Ambato, Ecuador, INIAP. 36 p.
- Martínez, A.; Vásquez, W.; Viteri, P.; Jácome, R.; Ayala, G. 2013. Ficha Técnica de la variedad de mora sin espinas (*Rubus glaucus* B.) INIAP-ANDIMORA-2013. INIAP, Programa Nacional de Fruticultura. Quito, Ecuador. 14 p.
- Marulanda, M.; López, A.; Aguilar, S. 2007. Genetic diversity of wild and cultivated *Rubus* species in Colombia using AFLP and SSR markers. *Crop Breeding and Applied Biothechnology*, 7:242-252.
- Mejía, P. 2011. Caracterización Morfoagráfica de genotipos de mora (*Rubus glaucus* B.) en la Granja Experimental Tumbaco-INIAP. Tesis Ing. Agropecuario. Sangolquí, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Ejército. Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. 225 p.
- Montalvo, D. 2010. Evaluación de la calidad poscosecha de las accesiones seleccionadas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) provenientes de las provincias de Tungurahua y Bolívar. Tesis Ing. Agroindustrial. Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrias. 195 p.
- Montalvo, D.; Brito, B.; Vásquez, W.; Martínez, A. 2010. Informe de Evaluación de la calidad poscosecha de las accesiones seleccionadas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) provenientes de las provincias de Tungurahua y Bolívar. INIAP. Quito, Ecuador. 23p.
- Molina, D. 2003. Análisis de competitividad de la cadena agroalimentaria de la mora en el Ecuador. Periodo 1990-1999. Tesis Economía. Quito, Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Economía. 194 p.
- Muñoz, F. 1986. Diagnóstico de la situación de la producción de algunas especies frutales en Ecuador. USAID. Quito, Ecuador. p. 11-134.
- Ourecky, DK. 1993. Zarcas. In *Avances en la Genotecnia de frutales*. Ed. por Moore y Janick. México DF, México. p. 124-157.
- Roa, S.; Gómez, A. 2002. Manual Técnico para el cultivo de mora de Castilla. San Cristóbal, Venezuela, s.e. 16 p.
- Romoleroux, K. 1996. Flora of Ecuador. 1 ed. University of Goteborg. Estocolmo, Noruega, Department of Systematic Botany. 169 p.

- Rueda, D. 2003. Botánica sistemática. 4 ed. Quito, Ecuador. 195 p.
- Salunkhe, D.; Kadam, S. 1995. Handbook of fruit science and technology: production, composition, storage and processing. Nueva York, Estados Unidos. p. 320-321.
- SINAGAP (Sistema de Información Agropecuario, EC). 2010. Sistema de Información geográfica y agropecuaria del MAGAP. Consultado nov. 2013. Disponible en: <http://www.agricultura.gob.ec/sinagap/>
- Thompson, M. 1997. Survey of chromosome numbers in *Rubus* Rosaceae: Rosoideae. Ann. Rpt. Mo. Botanical Garden, 84:128-163.
- Torres, R. 1995. Agrometeorología. México DF., México, Editorial Trillas. 154 p.
- USDA (United States Department of Agriculture); ARNS. 2009. National Genetic Resources Program. Germplasm Resource Information Network. National Germplasm Resources Laboratory. Beltsville, Maryland, Estados Unidos.
- Villalpando, J.; Ruiz, A. 1993. Observaciones Agrometeorológicas y su uso en la agricultura. México DF., México, Limusa. p. 133-134.
- WMO (World Meteorological Organization). 1993. Practical use of agrometeorological data and information for planning and operational activities in agriculture. Ginebra, Suiza. Publicación. no. 60.



MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE MORA

CAPÍTULO 4

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE MORA

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

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

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

4.1 PROPAGACIÓN DEL CULTIVO DE MORA

4.1.1 Propagación sexual o por semilla

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

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

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

4.1.1.1 Apomixis en semillas de mora

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.1.1.2 Latencia de las semillas de mora

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

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

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

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

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

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

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

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



Figura 4.1. Plántulas de mora provenientes de semillas.

Foto: Andrea Sotomayor

4.1.2 Propagación asexual o vegetativa

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

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

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



Figura 4.2. Selección de plantas madre.

Foto: Paúl Mejía



Figura 4.3. Ramas para la obtención de estacas.

Foto: Aníbal Martínez

4.1.2.1 Acodo de punta

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

4.1.2.2 Acodo rastrero o serpenteado

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

4.1.2.3 Propagación por chupones

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

4.1.2.4 Estacas

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

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

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

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

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

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



Figura 4.4. Estaquero de mora en camas.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.5. Estaquero en fundas.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.6. Estaca enraizada.

Foto: Aníbal Martínez

4.1.2.5 Estacas de raíz

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

4.1.2.6 Cultivo de tejidos

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



Figura 4.7. Moras obtenidas por cultivo de tejidos.

Foto: Andrea Sotomayor



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

Foto: Andrea Sotomayor

4.1.3 Factores que influyen en la producción de plantas

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

4.1.3.1 Sustrato

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

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



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

Foto: Andrea Sotomayor

4.1.3.2 Condiciones ambientales

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

4.1.3.2.1 Humedad relativa

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

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

4.1.3.2.2 Temperatura

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

4.1.3.3 Material vegetal

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

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

4.1.3.4 Sustancias reguladoras del crecimiento

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

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

4.2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN DE MORA

4.2.1 Selección del lote para la plantación

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

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

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

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

4.2.2 Preparación del terreno

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

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

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



Figura 4.10. Plantación en lote plano.

Foto: Andrea Sotomayor



Figura 4.11. Plantación en lote con pendiente

Foto: Andrea Sotomayor

4.2.3 Distancias de plantación

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

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

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

Tabla 4.1. Distancias de plantación de mora.

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

Fuente: Martínez et al., 2007

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



Figura 4.12. Distancia de plantación 2x3 m.

Foto: Anibal Martínez



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

Foto: Calderón, 2009

4.2.4 Trazado y marcación de la plantación

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

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

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



Figura 4.14. Trazado del lote.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.15. Marcación de sitios para hoyado.

Foto: Aníbal Martínez

4.2.5 Levantamiento de camas

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

4.2.6 Colocación del sistema de riego

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

4.2.7 Hoyado y plantación

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

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



Figura 4.16. Hoyado.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.17. Plantación.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.18. Riego inicial.

Foto: Aníbal Martínez

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

4.3 BIBLIOGRAFÍA

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

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

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



NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA

CAPÍTULO 5

NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA

Franklin Valverde¹, Antonio González², Pablo Viteri³, Aníbal Martínez⁴

La nutrición mineral y orgánica de las plantas constituye uno de los pilares fundamentales para incrementar la productividad, maximizando el potencial genético del cultivo (IPNI, 1997). Para ello, es necesario crear condiciones ideales de nutrición para la mora de Castilla y controlarlas durante su desarrollo, tomando en consideración que la mora al ser un frutal de producción permanente, requiere de un abastecimiento continuo de nutrientes, que deben ser distribuidos en las diferentes fases fenológicas del cultivo y de cosecha a cosecha.

Los propósitos del manejo integral de la nutrición vegetal incluyen el diagnóstico, verificación, corrección, confirmación de síntomas (planta) y seguimiento del cultivo en las diferentes fases fenológicas.

5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUELO

Las características físico-químicas del suelo influyen de manera directa en el crecimiento y desarrollo de la mora de Castilla, así las características físicas (textura, estructura, densidad aparente, profundidad, entre otras) determinan el desarrollo de raíces y capacidad de retención de agua para el cultivo. Respecto a las características químicas (pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de nutrientes, relaciones entre nutrientes), éstas determinan la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento y producción, y en algunos casos problemas de toxicidad por presencia de algún elemento que provoca problemas para el cultivo.

La mora de Castilla se desarrolla mejor en suelos franco arenosos o franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y ricos en fósforo y potasio. El pH es una característica del suelo que define la disponibilidad de nutrientes para el cultivo (Figura 5.1), la mora se adapta bien a valores de pH entre 5,5 a 6,5 moderadamente ácido; 5,7 es el óptimo para el cultivo (Sánchez, 2009).

La disponibilidad de agua debe ser suficiente y bien distribuida durante el año. En casos de insuficiencia de agua, los frutos que se producen son de mala calidad, no crecen, desarrollan un color desagradable y contienen poca dulzura (Córdova, 1999). En zonas donde la mora crece en suelos arcillosos y existen altas precipitaciones durante todo el año o se concentran en cierta época del año, se debe estar provisto de buen drenaje o construir canales que eviten la acumulación de agua en el suelo y se permita la aireación del sistema radical.

1 Investigador INIAP - Departamento de Suelos y Aguas - Estación Experimental Santa Catalina.

2 Especialista en Suelos y Nutrición, MSc. en Fisiología.

3 Investigador INIAP - Programa Nacional de Fruticultura - Granja Experimental Tumbaco.

4 Investigador INIAP - Programa Nacional de Fruticultura - Granja Experimental Pillaro.

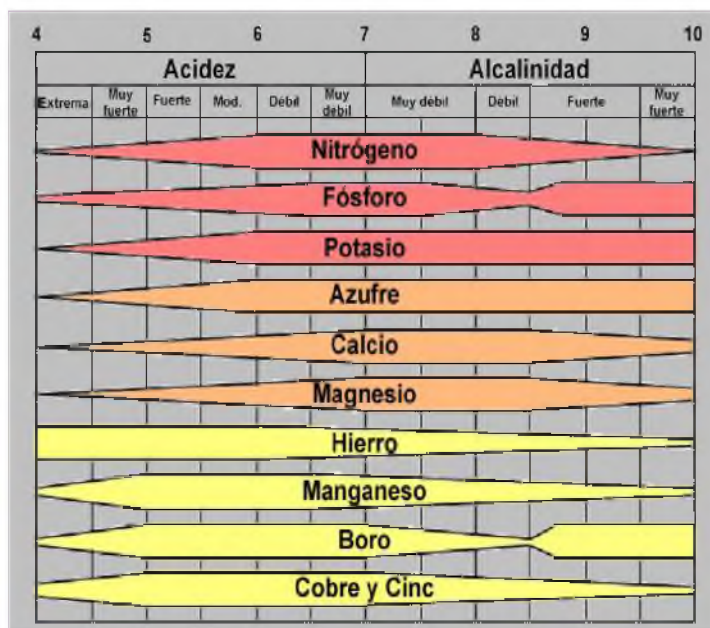


Figura 5.1. Disponibilidad de nutrientes en función del pH del suelo.

Fuente: IPNI, 1997

5.1.1 Materia Orgánica

La materia orgánica del suelo (MOS), está compuesta por residuos vegetales y animales en diferente grado de descomposición; la transformación de la MOS se realiza por acción de los macro y micro organismos del suelo.

La adición de materia orgánica al suelo, mejora la estructura y porosidad, obteniéndose un balance apropiado entre la fase sólida, líquida y gaseosa, para el buen desarrollo del cultivo; incrementa la retención de humedad en el suelo, regula la temperatura del suelo, reduce la erosión del suelo y la densidad aparente. También contribuye a mejorar las características químicas del suelo, una vez ocurrida la mineralización pone a disposición de las plantas los macro y micro nutrientes como: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, zinc, cobre, hierro, manganeso, boro y molibdeno entre otros; además, incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC), mejorando la retención de bases. En las propiedades biológicas del suelo la materia orgánica incrementa la actividad de macro y microorganismos benéficos del suelo, que a más de participar en varios de los procesos físico-químicos señalados, son fundamentales en la protección del sistema radical, producción de reguladores de crecimiento, entre otros.

Dependiendo del cultivo, los abonos orgánicos no llegan a satisfacer las cantidades de nutrientes (N y P) requeridos por la planta para obtener buenos rendimientos; por lo cual, lo más recomendable es hacer aplicaciones balanceadas entre fertilizantes químicos y abonos orgánicos.

La mayoría del N en el suelo está presente en forma orgánica y no está disponible inmediatamente para ser utilizado por la planta. El N orgánico, generalmente representa solo del 2 al 3 %. Por lo tanto, el proceso que convierte las formas orgánicas de N no disponibles a formas disponibles es importante para el crecimiento de las plantas. Este proceso se denomina mineralización y ocurre a medida que los microorganismos del suelo descomponen la materia orgánica.

El N puede ser inmovilizado en el suelo, este proceso ocurre cuando se incorporan residuos de cultivos con alto contenido de Carbono (C) y bajo de Nitrógeno (N).

La mineralización y la inmovilización ocurren simultáneamente en el suelo. El cambio de un suelo a dominancia de formas orgánicas o inorgánicas de N, está gobernado principalmente por la relación C/N de la materia orgánica que se está descomponiendo. Los materiales con una relación C/N amplia (mayor que 30:1) favorecen la inmovilización; los materiales con una relación C/N baja (menos de 20:1) tienden a una rápida mineralización. Las relaciones C/N entre 20 y 30:1 favorecen los dos procesos por igual. La Tabla 5.1, presenta la relación C/N de varios materiales orgánicos.

Tabla 5.1. Relación carbono - nitrógeno (C/N) de varios materiales orgánicos.

Material	Relación C:N
Humus	10:1
Alfalfa	13:1
Estiércol vacuno descompuesto	20:1
Residuos de maíz	60:1
Paja de cereales de granos pequeños	80:1
Carbón mineral	124:1
Madera de roble	200:1

Fuente: Córdova, 1999

5.2 Consideraciones del clima

En Ecuador, la mora de Castilla, es cultivada principalmente en zonas de clima frío moderado en altitudes entre 2 800 a 3 100 msnm con temperaturas promedio de 14 °C, donde en determinadas épocas pueden presentarse heladas. Existen además, otras zonas de expansión del cultivo como los valles subtropicales con temperaturas más altas y precipitaciones menores a los requerimientos del cultivo, pudiendo presentarse en ciertas épocas déficit hídrico, o en zonas de estribación con altas precipitaciones, donde se presentan problemas de aireación de las raíces, lo que trae como consecuencia, en cada zona en particular, problemas de disponibilidad de nutrientes en las plantas por efecto de varios factores climáticos.

En la Tabla 5.2, se observa la influencia de varios factores del clima que reducen la absorción de varios nutrientes y afectan el desarrollo normal de la planta.

Tabla 5.2. Influencia negativa de las diversas condiciones climáticas sobre la disponibilidad de los micronutrientes para la planta.

Factor	Elementos					
	Manganeso	Cobre	Zinc	Hierro	Boro	Molibdeno
Frío	•		•	•		
Asfixia radicular	•		•	•		
Sequia	•				•	•
Intensa luminosidad				•	•	
Aireación escasa				•		

Fuente: Piaggese, 2004

La mora es susceptible a las heladas por ello se debe conocer muy bien el microclima de la zona donde se desee cultivar; aplicaciones de calcio foliar quelatado o complejo adecuado (Ortega, 1978) y productos bioestimulantes osmoreguladores como las algas marinas especialmente del género y especie (*Ascophyllum nodosum*) permiten mitigar y tolerar de mejor manera el efecto de las heladas.

5.3 NUTRIENTES ESENCIALES PARA LAS PLANTAS

Se conoce 16 elementos químicos que son esenciales para el crecimiento de las plantas; dichos elementos están divididos en dos grandes grupos: minerales y no minerales.

Los nutrientes no minerales son tres: el carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), los que se encuentran en el agua y en la atmósfera, y son usados en la fotosíntesis (Díaz, 1994, 1997).

En la Tabla 5.3, se presentan los trece nutrientes minerales provenientes del suelo:

Tabla 5.3. Nutrientes minerales esenciales para las plantas.

Macronutrientes		Micronutrientes
Primarios	Secundarios	
Nitrógeno (N)	Calcio (Ca)	Zinc (Zn)
Fósforo (P)	Magnesio (Mg)	Cobre (Cu)
Potasio (K)	Azufre (S)	Hierro (Fe)
		Manganeso (Mn)
		Boro (B)
		Molibdeno (Mo)
		Cloro (Cl)

Fuente: Córdova, 1999

Investigaciones realizadas por Brown, Welsh y Cary (1987), mencionado por Jones (2012), establecen la esencialidad del níquel (Ni) y silicio (Si) en la nutrición de las plantas, existiendo la posibilidad de adicionarles como micronutrientes.

Según estudios realizados por Morgan (2000), en hidroponía, observó como nuevos elementos considerados benéficos para las plantas al silicio (Si), sodio (Na), cobalto (Co), vanadio (V), litio (Li), rubidio (Rb), estroncio (Sr), aluminio (Al), selenio (Se), yodo (I), titanio (Ti) y plata (Ag). Hay dos tipos de respuesta debido a la presencia de estos elementos que tienen un efecto beneficioso:

- Efecto directo que se refiere específicamente a ese elemento.
- Mejora del crecimiento por medio de sustitución por un elemento esencial.

Otros aspectos importantes a considerar respecto a los nutrientes son: la movilidad de los nutrientes en el suelo, así al comparar las distancias a las que se desplazan el N, P y K, desde el punto en el cual fueron colocados, el N presenta mayor movilidad que el P y K, y a su vez el K presenta mayor movilidad que el P; los sinergismos y antagonismos por la absorción de un nutriente (Tabla 5.4), así como las relaciones de las bases intercambiables en los suelos: Ca/Mg, Mg/K, Ca+Mg/K, Ca/K (Tabla 5.5).

Tabla 5.4. Asimilación, antagonismo y sinergismo de nutrientes.

Asimilación de nutriente	Disminuye la asimilación de	Aumenta la asimilación de
NH_4^+	Mg, Ca, K, Mo	Mn, P, S, Cl
NO_3^-	Fe, Zn	Ca, Mg, K, Mo
P	Cu, Zn	Mo
K	Ca, Mg	Mn (suelos ácidos)
Ca	K	Mn (suelos alcalinos)
Mg	Cu, Zn	Mo
Fe	Cu	
Zn	Mo	
Cu	Zn, Ca, Mo	

Fuente: Díaz, 1997

Tabla 5.5. Relaciones óptimas de bases intercambiables para los suelos.

Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K
2-6	2-3	20-30	10-15

Fuente: Sánchez, 2009

5.4 NECESIDADES NUTRIMENTALES DEL CULTIVO DE MORA DE CASTILLA

En general, entre el 75 y el 85 % de la planta está compuesto por agua, el resto es materia seca. Dicho contenido varía con el cultivar y la parte de la planta (tallo, hoja, fruto). La mayor parte de la materia seca está formada por compuestos orgánicos como azúcares, almidón, celulosa; alrededor de un 10 % consta de compuestos inorgánicos, en su mayoría son elementos nutritivos. Los elementos nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre son absorbidos por todas las plantas en cantidades relativamente grandes y por eso se llaman macronutrientes. El zinc, cobre, hierro, manganeso, boro y molibdeno se requieren en pequeñas cantidades y son denominados micronutrientes; todos estos elementos son considerados esenciales, puesto que la planta no puede funcionar sin ellos.

Además de los elementos ya mencionados, se pueden encontrar otros en los análisis de material vegetal, que han sido absorbidos por la planta sin que ello implique que sean esenciales para su funcionamiento. El sodio (Na) y el cloro (Cl) por ejemplo, casi siempre se encuentran presentes, aunque su rol es limitado y las cantidades requeridas se encuentran a nivel de los elementos traza.

5.4.1 Absorción de nutrientes (macro y micro nutrientes)

Las puntas de las raíces, pueden ser consideradas sistemas abiertos hasta que el agua alcanza la banda Casparian y puede fluir libremente junto con los iones disueltos hacia adentro y hacia afuera. Las puntas de las raíces absorben los iones mediante el flujo de agua; en este sistema abierto, la absorción llega a las células lignificadas de la raíz y también ocurre en las células de la epidermis con los pelos radicales. Los iones ingresan a través de la membrana celular y deben ser transportados por vía de la endodermis a los vasos del xilema. La epidermis y las células lignificadas se encuentran conectadas a través del plasma y la endodermis, lo que hace posible el transporte hacia esta última.

Para explicar el proceso de absorción se han desarrollado una serie de teorías, aunque muchos aspectos aún no son claros. La concentración iónica dentro de la célula es mayor que la del exterior, de manera que la absorción de un ion con frecuencia implica su transporte en contra del gradiente de concentración, y ello requiere energía. El intercambio entonces tiene lugar con otro ion de la misma carga, o con la absorción simultánea de otro ion de carga negativa. También existe la absorción pasiva que no requiere energía.

Sobre la superficie de la membrana existen áreas con carga negativa, a las cuales se adsorben cationes (iones de carga positiva). La parte interna de la membrana en general tiene una carga más negativa que la parte externa y como resultado, los cationes son arrastrados hacia adentro, aun cuando este transporte se encuentre en contra de la diferencia de concentración. En el caso de los aniones, este tipo de absorción pasiva no es significativo. La forma exacta en que el transporte activo de iones tiene lugar a través de las membranas no está aún completamente clara. Una de las teorías actuales, llamada la teoría 'Carrier' o de los portadores, establece que existen compuestos de tipo proteico que se adhieren a los iones y los pasan a través de la membranas, desconectándose de ellos una vez se encuentran dentro.

Existen portadores destinados a un tipo particular de ion, por ejemplo el potasio, y ésta es la base para que la absorción sea selectiva. Como resultado, la composición de la planta puede variar considerablemente de aquella de la solución nutritiva; sin embargo, existe la posibilidad de que el mismo portador transporte iones relacionados, como el sodio y el potasio, lo que da lugar al concepto de antagonismo. Si por ejemplo, hay más potasio que calcio presente, el lugar de este último sobre el portador puede ser tomado por iones potasio lo que conduce a una deficiencia de calcio.

La velocidad en la cual se absorben los iones depende de la concentración en la solución externa, de manera que entre más iones haya, mayor será la absorción. Para algunos iones existe un límite máximo, mientras que para otros no, por ejemplo el nitrógeno es absorbido hasta cierto punto, pero después de alcanzar un nivel específico la absorción se inhibe así misma. El boro por el contrario no se inhibe, y la absorción continúa hasta niveles tóxicos para las plantas.

Una vez que el ion atraviesa la membrana celular y llega al plasma, se moverá de célula en célula a través de éste. Ni las bandas Casparian, ni la endodermis detendrán su paso, de manera que terminará en los vasos del xilema. En consecuencia, el transporte tiene lugar por la presión radical o por el flujo de transpiración.

En principio, todos los nutrientes son transportados primero a las partes transparentes de la planta (las hojas), donde se encuentran los haces vasculares del xilema y donde la presión interna es mayor. Desde las hojas, los nutrientes son distribuidos a través de los tubos cribosos, junto con los asimilados producidos por las hojas, hasta partes de la planta donde ocurre poca o ninguna transpiración como son las puntas de crecimiento, yemas, frutos y también las puntas de las raíces. Sin embargo, no todos los elementos terminan en los tubos cribosos, el calcio, por ejemplo, después de alcanzar las hojas mediante el flujo del xilema, se fija y no puede ser transportado más allá, o solamente de manera muy limitada, lo mismo sucede con el boro. En consecuencia, las puntas de las raíces dependen totalmente de la presión radical para obtener un buen suministro de calcio. La presión radical garantiza el transporte de elementos no solamente hasta las hojas, sino también hasta aquellas partes de la planta donde no ocurre transpiración, que por lo tanto siempre tendrán bajas concentraciones de estos elementos, como sucede por ejemplo, con los brotes jóvenes.

5.4.2 Funciones de los nutrientes

En la Tabla 5.6, se presenta en forma resumida las principales funciones de los nutrientes esenciales para las plantas; así como las formas inorgánicas como las plantas absorben los nutrientes provenientes del suelo de los fertilizantes minerales y los abonos orgánicos.

Tabla 5.6. Nutrientes, formas químicas de absorción por las plantas y funciones.

Nutriente	Formas disponibles	Principales funciones
Carbono	CO ₂	Principal constituyente de la materia viva y consecuentemente de todas las biomoléculas; carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos
Oxígeno	O ₂ (H ₂ O)	También se encuentra en todas las biomoléculas. Aproximadamente el 90% del oxígeno consumido en la célula es utilizado en la respiración (fosforilación oxidativa).
Hidrógeno	H ⁺ (H ₂ O)	Está presente en todas las biomoléculas. Es importante en el equilibrio iónico y del pH. Participa en reacciones redox y en el intercambio de energía en la célula.
Nitrógeno	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻	Importante componente de todas las proteínas y ácidos nucleicos. Está presente en coenzimas, nucleótidos, amidas, ureidos y en la clorofila, entre otros.
Fósforo	HPO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻	Forma parte de los ácidos nucleicos y participa en la síntesis de proteínas. Como constituyente del ATP y muchas coenzimas (NAD, FAD), interviene en todos los procesos metabólicos de transferencia de energía.
Potasio	K ⁺	Es activador o cofactor de más de 50 enzimas del metabolismo de carbohidratos y proteínas. Participa en el equilibrio iónico y en la regulación osmótica.
Calcio	Ca ²⁺	Es importante en la división celular y en la estabilidad de membrana y pared celular. Asociado con proteínas (calmodulinas), cumple funciones de mensajero secundario.
Magnesio	Mg ²⁺	Participa como cofactor o activador en muchas reacciones enzimáticas. Se asocia al ATP en la transferencia de energía y es componente de la clorofila.
Azufre	SO ₄ ²⁻	Se encuentra presente en muchas proteínas y como el fósforo participa en reacciones de intercambio de energía.
Hierro	Fe ²⁺	Es componente de muchas enzimas y juega un papel importante en la transferencia de electrones (reacciones redox), como en los citocromos, en las cadenas de transporte electrónico.
Manganeso	Mn ²⁺	Es constituyente de algunas enzimas y activador de descarboxilasas y deshidrogenasas de la respiración. Cataliza la liberación de oxígeno en la fotólisis del agua.
Zinc	Zn ²⁺	Componente esencial y activador de numerosas enzimas. Es necesario para la biosíntesis de la clorofila y ácido endolacético.
Cobre	Cu ²⁺	Componente y activador de muchas enzimas, principalmente SOD (superóxido dismutasas) y constituyente de la plastocianina.
Boro	BO ₃ ³⁻ , H ₃ BO ₃ , B(OH) ₃	Participa en el metabolismo y transporte de carbohidratos y en la síntesis de la pared celular.
Molibdeno	MoO ₄ ²⁻	Es importante en la asimilación de nitrógeno, como constituyente de la nitrato reductasa y de la nitrogenasa.
Cloro	Cl ⁻	Se requiere en fotosíntesis y en la fotólisis del agua. Participa en la división celular.
Níquel	Ni ²⁺	Constituyente de la enzima ureasa.

Fuente: Adaptado de Sánchez, 2009 y Jones, 2012.

5.4.3 Deficiencias y excesos (toxicidad) nutrimentales

El diagnóstico visual, es una herramienta importante para establecer anomalías nutrimentales directamente en el campo. Sin embargo, el técnico debe poseer suficiente experiencia para poder diferenciar una deficiencia y/o toxicidad nutrimental (síntoma típico) de un daño por plagas, clima, exceso de plaguicidas, humedad, entre otros (síntoma atípico).

Simetría de síntomas: en virtud de que los nutrientes se mueven vía xilema y/o floema, los síntomas pueden manifestarse simétricamente en la planta y hojas.

Movilidad de los nutrientes: en general, de acuerdo a la movilidad que tengan los nutrientes en la planta, el apareamiento de síntomas aparecerá primero en las hojas viejas en los elementos móviles y en las hojas jóvenes en el caso de los poco móviles (Tabla 5.7). Este conocimiento es importante y puede ser útil para diferenciar de manera visual el elemento causante de una deficiencia en comparación con otro de sintomatología similar.

En la Tabla 5.7, se presenta la movilidad de los nutrientes en la planta, importante para identificar el elemento involucrado en el síntoma típico.

Tabla 5.7. Movilidad de los nutrientes en la planta.

Muy móviles	Ligeramente móvil	Inmóvil	Muy inmóvil
Nitrógeno	Azufre	Cobre	Calcio
Fósforo		Hierro	Boro
Potasio		Molibdeno	
Magnesio		Zinc	
		Manganeso	

Fuente: Jones, 2012; Sánchez 2009 y Córdova, 1999.

NITRÓGENO

- Deficiencia de nitrógeno**

Disminuye el crecimiento, el follaje adquiere un color verde claro, comenzando por las hojas maduras; las hojas se tornan más pequeñas y la distancia entre entrenudos se acorta (Figura 5.2).



Figura 5.2. Deficiencia de nitrógeno en mora.

Foto: Martínez *et al.*, 2007

- **Toxicidad por nitrógeno**

Las plantas con un exceso de N son de color verde oscuro con follaje succulento, que es fácilmente susceptible a las enfermedades y la invasión de insectos.

Las plantas presentan susceptibilidad al estrés hídrico y los rendimientos de fruta pueden ser afectados por exceso de crecimiento vegetativo, así como, verse afectada la calidad de los frutos.

Síntomas de deficiencia de Ca pueden ocurrir si el NH_4^+ es la fuente primaria de N.

FÓSFORO

- **Deficiencia de fósforo**

Retraso en el crecimiento, con hojas y brotes pequeños. Las hojas viejas adquieren una tonalidad púrpura - rojizo asociada con la acumulación de azúcares (Figura 5.3).



Figura 5.3. Deficiencia de fósforo en mora.

Foto: Martínez, et al., 2007

- **Toxicidad por fósforo**

Un exceso de P aparece principalmente como deficiencia de micronutrientes, ya sea con Fe o Zn, siendo los primeros elementos afectados.

El alto contenido de P puede también interferir con el normal metabolismo de la planta. El contenido de P en las hojas superior al 1 %, generalmente se considera tóxico.

POTASIO

- **Deficiencia de potasio**

Al igual que la deficiencia de nitrógeno, la de potasio se observa en las hojas maduras de la planta; pues, desde éstas es conducido a las hojas jóvenes. Produce retardo de crecimiento y tallos cortos; en estadios avanzados hay desecación de las ramas (quebrazón), clorosis y en algunos casos necrosis de los bordes y puntas de las hojas maduras (Figuras 5.4 y 5.5), llegando a tener problemas en la buena y consistente formación de los frutos por mala translocación de fotosintatos a éstos.



Figura 5.4. Deficiencia de potasio en hojas.

Foto: Martínez et al., 2007



Figura 5.5. Deficiencia de potasio en tallos.

Foto: Martínez et al., 2007

- **Toxicidad por potasio**

Se convertirá en deficiencia de Mg y posiblemente de Ca, debido a desbalances. La deficiencia de Mg es más probable que ocurra primero.

CALCIO

- **Deficiencia de calcio**

Un síntoma común de la deficiencia de Ca es un pobre crecimiento de las raíces. Las raíces con deficiencia de calcio se tornan negras y se pudren. Las hojas jóvenes y otros tejidos nuevos desarrollan síntomas debido a que el Ca no se transloca dentro de la planta. Los tejidos nuevos necesitan Ca para la formación de paredes celulares, por lo tanto la deficiencia de Ca causa que los filos de las hojas y que los puntos de crecimiento sean gelatinosos. En casos severos, los puntos de crecimiento mueren.

Las deficiencias de calcio casi nunca se muestran en el campo, debido a que los efectos de condiciones secundarias, como una alta acidez, limitan primero el crecimiento de la planta. La deficiencia ocurre más comúnmente en cultivos como la mora.

- **Toxicidad por calcio**

Un contenido excesivo de Ca puede producir deficiencias de otros cationes como Mg o K, dependiendo de la concentración de estos dos elementos en la planta.

MAGNESIO

- **Deficiencia de magnesio**

Amarillamiento de las hojas en la parte media de las ramas así como en la base, chamuscado de los tejidos entre las nervaduras dirigido hacia el borde del limbo. Los síntomas de deficiencia de Mg aparecen primero en las hojas inferiores (hojas viejas), debido a que el Mg se transloca por dentro de la planta de tejido viejo a tejido joven. Las hojas presentan un color amarillento, bronceado rojizo, mientras que las venas de las hojas se mantienen verdes. En la mora se presentan fajas amarillentas a lo largo de las hojas, mientras que las venas permanecen verdes.

- **Exceso de magnesio**

Síntomas no específicos por toxicidad. Cuando el contenido de Mg en las hojas es alto (>1 %) puede inducir a deficiencias de Ca o K.

AZUFRE

- **Deficiencia de azufre**

La deficiencia es similar a la de N, pero ocurre principalmente en las hojas jóvenes, ya que no se transporta fácilmente hasta ellas. Las hojas adquieren un color verde pálido, algunas veces amarillento, particularmente los brotes jóvenes. El color de las flores es considerablemente más claro.

- **Toxicidad por azufre**

Puede ocurrir senescencia prematura de las hojas.

ZINC

- **Deficiencia de zinc**

La carencia de Zn puede resultar como consecuencia de un exceso de P acompañado de una baja concentración de Zn en la solución nutritiva. Inicialmente se observa clorosis en todas las hojas de los brotes jóvenes. Los entrenudos se acortan y más tarde la planta comienza a mostrar un crecimiento compacto y espeso, ocasionalmente con muerte de los puntos de crecimiento. Algunas veces se observan hojas de forma anormal, también visiblemente arrocetamientos (Figura 5.6).



Figura 5.6. Deficiencia de zinc en mora.

Foto: Martínez et al., 2007

- **Toxicidad por zinc**

El exceso de zinc induce deficiencia de hierro. Adicionalmente se forma lesiones vidriosas en las hojas maduras a lo largo de la nervadura central y de otras venas. Dichas lesiones son transparentes cuando se observa a la luz y conservan un color verde claro, mientras que el resto de la hoja se torna primero amarilla y más tarde café. Finalmente la hoja se desprende y cae.

COBRE

- **Deficiencia de cobre**

Las hojas jóvenes son pequeñas y cloróticas en las puntas. Más tarde, la clorosis se extiende a las zonas entre las venas. Si la deficiencia pasa a ser severa, las hojas adquieren una coloración de pergamino, amarilla / blanquecina. En estadios posteriores el punto de crecimiento muere. Los brotes laterales se desarrollan, pero son muy pequeños.

- **Toxicidad por cobre**

Las hojas jóvenes desarrollan un color rojo claro que más tarde se convierte en clorosis intervenal. Se desarrolla deficiencia de hierro. Además la planta presenta un envejecimiento prematuro por aumento en la concentración de etileno ya que el cobre es cofactor metálico participante en la reacción de formación de este y produce una defoliación al inicio leve y luego severo.

HIERRO

- **Deficiencia de hierro**

Ocurre principalmente cuando el pH del ambiente radicular es alto; la alta concentración de HCO_3 interfiere con la absorción de Fe, causando un pobre desarrollo radicular en suelos o sustratos demasiado húmedos o demasiado fríos. Los excesos de Zn o Mn también inhiben la absorción de Fe. La Clorosis (amarillamiento) intervenal aparece en las hojas jóvenes (Figura 5.7). Inicialmente las venas continúan verdes, pero luego también se amarillan. La clorosis surge desde estadios muy tempranos de manera que los brotes de las variedades rojas muestran un color rosado, no rojo profundo como es el normal. En casos severos se desarrollan lesiones necróticas en las hojas, y finalmente mueren.



Figura 5.7. Deficiencia de hierro en mora.

Foto: Martínez et al., 2007

- **Toxicidad por hierro**

Puede acumular varios cientos de ppm de Fe sin producir síntomas de toxicidad. El nivel de toxicidad (no se ha definido claramente), aparecerá como un bronceado de las hojas con pequeñas manchas marrones o cafés, un síntoma típico que ocurre frecuentemente con arroz.

MANGANESO

- **Deficiencia de manganeso**

Clorosis en las hojas jóvenes en los brotes en crecimiento, similar a la causada por la carencia de Fe, pero con manchas, aparece en hojas un poco más desarrolladas. Otra diferencia con la carencia de Fe es que en la deficiencia de Mn parte de la hoja, a lo largo de la nervadura, permanece verde. Sin embargo, algunas veces es difícil distinguir entre las carencias de estos dos elementos, pues en estadios posteriores todo el brote se torna clorótico.

- **Toxicidad por manganeso**

Puntos negros pequeños sobre las hojas maduras, desarrolladas y transpirantes; lesiones necróticas negras sobre los tallos leñosos y crecimiento deficiente del tallo principal.

Simultáneamente se puede observar síntomas de deficiencia de Fe en la parte superior de la planta (interacción Fe/Mn). Se observa una severa clorosis en las hojas apicales; las hojas más bajas de los brotes jóvenes también se decoloran, pero en menor medida; si se inspecciona con cuidado, se verán pequeños puntos necróticos. Estas hojas se caen con facilidad. El crecimiento y la formación de brotes es insuficiente y en casos severos aparecen puntos o lesiones morados a cafés sobre tallos leñosos.

BORO

- **Deficiencia de boro**

Sépalos cortos y rugosos con bordes arrugados. Hojas pequeñas, mal formadas, cortas acucharadas, dobladas hacia abajo y gruesas, que se parten fácilmente debido a falta de elasticidad (frágiles). En estadios avanzados, el punto apical de crecimiento muere. Comienza a desarrollarse brotes laterales. El síntoma más visible se presenta en los frutos de la mora cuando se encuentran incompletos con espacios vacíos porque las drupas no se han desarrollado por la ausencia de este elemento (Figura 5.8).



Figura 5.8. Deficiencia de boro en mora.

Foto: Martínez et al., 2007

- **Toxicidad por boro**

Los márgenes dentados de las hojas maduras se tornan cafés y negros mientras el resto permanece verde. En estadios posteriores, los márgenes de las hojas se queman y las hojas se desprenden de la planta.

MOLIBDENO

- **Deficiencia de molibdeno**

Con frecuencia se asemeja a los síntomas de deficiencia de N, falta de follaje de color verde oscuro. Las hojas más viejas y medias se vuelven cloróticas primero, y en algunos casos, los márgenes de las hojas se enrollan; la formación y crecimiento de las flores es restringido.

- **Toxicidad por molibdeno**

Normalmente el alto contenido de Mo no afecta a la planta, pero puede ser un problema para los animales rumiantes, particularmente las vacas lecheras, que consumen plantas conteniendo 5 ppm o más de Mo.

5.5 FENOLOGÍA DE LA PLANTA DE MORA DE CASTILLA RELACIONADA CON LA NUTRICIÓN

Para realizar una adecuada nutrición a través del riego, se debe considerar su fenología y así ordenar cada una de sus etapas en cuanto a tiempo según zona, para saber en qué periodos corresponderá aplicar la cantidad y tipo de nutrientes junto con el agua.

- **Brotación:** Aparecen las primeras hojas. La planta empieza a absorber agua y nutrientes.
- **Desarrollo:** Se produce una gran actividad celular orientada a la formación de nuevos órganos, se inicia el desarrollo de raíces. En esta etapa es muy importante el calcio el que pasa a formar parte de las estructuras de la planta y en esta fase tiene mayor movilidad a diferencia de las otras fases en que este elemento tiene movilidad reducida.
- **Crecimiento:** Aumento de tamaño de los órganos y aumento de la demanda diaria de agua y nutrientes, especialmente nitrógeno, en esta etapa existe una alta dependencia del suministro externo de nutrientes.
- **Floración:** Los nutrientes, azúcares y agua se movilizan hacia los órganos reproductivos, la absorción por parte de raíces es máxima. El potasio en esta etapa es fundamental debido al rol de transporte de carbohidratos, los cuales forman el 90% del peso seco del fruto.
- **Amarre:** Ocurre la polinización de la flor y marca el inicio de la etapa de llenado de fruto.
- **Llenado de frutos:** Es el proceso de mayor actividad en la translocación interna de nutrientes, azúcares y absorción externa de agua y nutrientes. En esta etapa se llega a la demanda máxima de nutrientes, especialmente potasio.
- **Coloración:** En esta etapa el fruto ha llegado a su máximo tamaño y se inicia el cambio de color. El fruto pasa a ser el principal órgano de demanda de fotosintatos.
- **Cosecha:** Remoción del fruto de acuerdo a parámetros comerciales.
- **Poscosecha:** La planta presenta nuevamente actividad radicular y se genera un reflujo de

nutrientes hacia las raíces y madera. Este es el momento clave para aplicar nutrientes y aumentar las reservas para el inicio del crecimiento de los nuevos brotes, inflorescencias y frutos.

5.6 PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE MORA DE CASTILLA

Para establecer un programa de fertilización edáfica en el cultivo de mora, no es suficiente conocer los requerimientos nutricionales de las plantas, ya que la absorción de los elementos esenciales depende de varios factores de crecimiento. Entre los edáficos se debe destacar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, y la oferta nutricional que presente el suelo para atender satisfactoriamente la demanda de nutrientes que necesita la planta.

Existen varios sistemas para evaluar el estado de fertilidad del suelo y de nutrición de los cultivos, entre ellos, merece destacarse el diagnóstico visual de deficiencias nutricionales, los análisis de suelos y foliares.

Tanto los análisis de suelos como los análisis foliares cumplen un rol importante en el diagnóstico y control de la nutrición de los cultivos; estos, permiten determinar exactamente la relación oferta (suelo) - demanda (planta) al tener presente los demás factores de crecimiento y las interacciones del entorno donde se desarrollan. Un adecuado plan de fertilización debe partir de una correcta interpretación de las herramientas de diagnóstico (Tablas 5.8, 5.9 y 5.10).

Tabla 5.8. Intervalos para interpretar el análisis de suelo para el cultivo de mora.

Elemento	Unidades	Bajo	Óptimo	Alto
Calcio	meq 100 g ⁻¹	< 4,00	4,00 - 20,00	> 20,00
Magnesio		< 1,00	1,00 - 10,00	> 10,00
Potasio		< 0,20	0,20 - 1,50	> 1,50
Fósforo		< 10,00	10,00 - 40,00	> 40,00
Manganeso		< 5,00	5,00 - 50,00	> 50,00
Zinc	µg g ⁻¹	< 3,00	3,00 - 15,00	> 15,00
Cobre		< 1,00	1,00 - 20,00	> 20,00
Hierro		< 10,00	10,00 - 50,00	> 50,00
pH	adimensional		5,50 - 6,50	
Aluminio	meq 100 g ⁻¹	-	0,30	> 1,00 tóxico

Fuente: Pansu y Gautheyrou, 2006.

Tabla 5.9. Intervalos para interpretar análisis foliares en plantas de mora.

Interpretación del análisis	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn	B
	g 100g ⁻¹						µg g ⁻¹				
Deficiente	< 2,2	< 0,2	< 1,1	< 0,6	< 0,2	< 0,2	< 25,0	< 50,0	< 4,0	< 15,0	< 25,0
Normal	2,2- 4,0	0,2-0,6	1,1-3,0	0,6-2,5	0,2-0,8	0,2-0,6	25,0-300,0	50,0-200,0	4,0-20,0	15,0-100,0	25,0-75,0
Exceso	> 4,0	> 0,6	> 3,0	> 2,5	> 0,8	> 0,6	> 300,0	> 200,0	> 20,0	> 100,0	> 75,0

Fuente: Pansu y Gautheyrou, 2006.

Tabla 5.10. Intervalos para interpretar análisis foliares en plantas de mora.

Cantidad: 50 hojas con peciolo, órgano: hojas recientemente maduras, época: inicio de floración											
Interpretación del análisis	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn	B
	g 100g ⁻¹						µg g ⁻¹				
Deficiente	< 2,5	< 0,3	< 1,5	< 0,8	< 0,3	< 0,3	< 50,0	< 50,0	< 7,0	< 20,0	< 30,0
Normal	3,0-4,0	0,3-0,5	2,5-3,5	0,8-1,5	0,3-0,4	0,3-0,6	50,0	50,0	7,0	20,0	30,0-50,0
Exceso	> 4,0	> 0,5	> 3,5	> 1,5	> 0,4	> 0,6	> 50,0	> 50,0	> 7,0	> 20,0	> 50,0

Fuente: Sánchez, 2009.

El primer paso en el diseño de un plan de manejo nutrimental del cultivo de mora debe ser la definición de los rendimientos máximos posibles.

El segundo aspecto que debe ser dilucidado al estructurar el plan de manejo nutrimental es: que proporción de dicha demanda puede ser cubierta por el suelo; es decir el suministro nutrimental en las condiciones en las que se encuentra el suelo.

Gran parte del esfuerzo en el área de nutrición de cultivos, en el pasado, ha sido dedicada a evaluar la capacidad de abastecimiento nutrimental que poseen los suelos y los requerimientos nutrimentales de los cultivos.

En la actualidad, es común que en la agricultura de altos insumos, de carácter empresarial, se haga un seguimiento del estado nutrimental de los cultivos a lo largo del ciclo de crecimiento para evitar que la nutrición sea un factor limitativo para la producción.

Asimismo, se conoce que las aplicaciones de fertilizantes no son ciento por ciento efectivas, de ahí la necesidad de conocer la eficiencia de uso de los distintos fertilizantes (nutrientes) en el cultivo de mora. Esta eficiencia depende de la naturaleza de los fertilizantes, del tipo de cultivo, del suelo y de la tecnología de aplicación.

El plan de manejo nutrimental del cultivo de mora, depende de la demanda nutrimental de éste, del suministro del suelo y de la eficiencia del uso de fertilizante, expresado en el siguiente modelo:

$$\text{Dosis de fertilizante} = \frac{\text{Suministro del suelo} - \text{Demanda del cultivo}}{\text{Eficiencia de recuperación del fertilizante}}$$

5.6.1 Suministro del suelo (SUM)

Mediante el análisis de suelo se estima el suministro potencial de nutrientes para los cultivos, el contenido del suelo se reporta en ppm (partes por millón) o mg kg⁻¹ o µg g⁻¹ y se expresa en su forma elemental, por ejemplo el nitrógeno como N, fósforo como P, potasio como K, azufre como S, entre otros; por lo tanto, para conocer el suministro del suelo es necesario convertir la forma elemental del nutriente a la forma oxidada, utilizando los siguientes factores de conversión (Tabla 5.11):

Tabla 5.11. Factores de conversión.

Para convertir de A a B		Multiplicar por
A	B	
N	NH ₄ ⁺	1,2857
NH ₄ ⁺	N	0,7777
N	NO ₃ ⁻	4,4286
NO ₃ ⁻	N	0,2259
P	P ₂ O ₅	2,2914
P ₂ O ₅	P	0,4364
K	K ₂ O	1,2046
K ₂ O	K	0,8302
Ca	CaO	1,3992
CaO	Ca	0,7147
Mg	MgO	1,6579
MgO	Mg	0,6032
S	SO ₄ ⁻²	3,0000
SO ₄ ⁻²	S	0,3333

Ejemplo, si queremos convertir 2 ppm de P a P₂O₅, este deberá multiplicarse por 2,2914. 2 ppm de P = 4,5828 ppm de P₂O₅.

5.6.2 Demanda del cultivo (extracción, exportación, absorción ó demanda nutrimental, DEM)

Conocido el rendimiento máximo alcanzable (rendimiento meta), es posible calcular la biomasa asociada con el rendimiento y con ello la demanda nutrimental (Tablas 5.12 y 5.13).

Los rendimientos máximos alcanzables en una zona cualquiera se pueden establecer a partir de una encuesta que se realiza entre los mejores agricultores. También, se pueden estimar con base en los rendimientos máximos alcanzados en redes de ensayos experimentales conducidos en el área. En este caso, el rendimiento obtenido por el mejor tratamiento es cercano al máximo posible.

Tabla 5.12. Consumo de nutrientes por el cultivo de mora.

Ecotipo Mora	Peso 1 ton Fruto fresco	Cantidad absorbida											
		Humedad g 100 ⁻¹	peso seco Kg	kg t ⁻¹					g t ⁻¹				
				N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn
Roja	79	210	1,76	0,34	2,71	0,65	0,36	0,08	7,60	1,7	8,40	15,30	1,00
Morada	80	200	2,60	0,40	2,56	0,96	0,52	0,12	8,20	1,80	8,00	18,40	1,10
PZ	84	160	1,20	0,18	1,86	0,42	0,25	-	15,20	0,60	2,40	11,70	-
Promedio			1,85	0,31	2,38	0,68	0,38	0,10	10,30	1,36	6,27	15,10	1,05

Fuente: Bertsch, 2003.

Tabla 5.13. Demanda nutrimental de mora, para un rendimiento de 15 t ha⁻¹ de fruta.

Extracción nutrimental por zarzamora var. Tupy en fruto, parte aérea (hojas y tallos) y total				
Elemento	Fruto		Parte aérea	Fruto + parte aérea
N				52 kg ha ⁻¹
	kg t ⁻¹	Demanda kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	Demanda total kg ha ⁻¹
P ₂ O ₅	1,60	24,00	2,60	26,60
K ₂ O	6,10	91,50	18,00	109,50
CaO	1,80	27,00	20,80	47,80
MgO	1,50	22,50	5,90	28,40
S	1,40	21,00	2,00	23,00
	g t ⁻¹	g ha ⁻¹	g ha ⁻¹	g ha ⁻¹
Fe	32,00	480,00	280,50	760,50
Cu	8,00	120,00	17,30	137,30
Mn	71,00	1 065,00	690,70	1 755,70
B	15,00	225,00	80,10	305,10
Zn	9,00	135,00	23,40	158,40

Fuente: Sánchez, 2009

5.6.3 Eficiencia de recuperación del fertilizante (ERF)

La eficiencia de recuperación de los fertilizantes depende de la forma y cantidad que se aplican y de la capacidad fisiológica de los cultivos. Según algunos autores, las eficiencias de recuperación de los fertilizantes es de la siguiente manera: nitrogenados 50 %, fosfatados menos de 10 % y los potásicos cerca de 40 %; mientras que para los micronutrientes es de 5 a 10 % en la agricultura convencional, representando en todos estos casos pérdidas económicas y daños potenciales al ambiente (Tabla 5.14).

Tabla 5.14. Factores de eficiencia de recuperación del fertilizante.

Fertilización al suelo			Fertirriego		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1,5	2,0	1,7	1,2	1,2	1,2

Fuente: Los autores

Con base al suministro del suelo (SUM), la demanda del cultivo (DEM) y la eficiencia de recuperación de los fertilizantes (ERF), se determinará una fórmula de fertilización para el cultivo de mora.

EJEMPLO (Sánchez, 2009):

Rendimiento meta: 15 t ha⁻¹ de fruta fresca

Resultados del análisis de suelo:

N ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) = 16 ppm	Fe = 43,0 ppm
P = 2 ppm	Zn = 8,0 ppm
K = 390 ppm	Mn = 5,4 ppm
Ca = 7 260 ppm	Cu = 1,3 ppm
Mg = 620 ppm	B = 20,4 ppm
S = 55 ppm	pH = 7,5

Relación de bases intercambiables:

Relaciones	Valores e interpretación
Ca/K	27,2 Alta
Ca/Mg	12,8 Alta
Ca+Mg/K	29,3 Óptimo
Mg/K	2,1 Óptimo

Dosis de fertilizantes:

$$N = (\text{SUM N} - \text{DEM N}) \times \text{ERF N}$$

$$\text{SUM N} = (16 \text{ ppm} \times 30 \text{ cm} \times 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 0,1) = 48,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

$$\text{DEM N} = 52,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ (Valor obtenido de la Tabla 5.12)}$$

$$\text{ERF N} = 1,5 \text{ (Valor obtenido de la Tabla 5.13)}$$

$$D_N = \left(48,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} - 52,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) \times 1,5 = -6,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ (} D_N = \text{dosis de N)}$$

$$P = (\text{SUM P} - \text{DEM P}) \times \text{ERF P}$$

$$\text{SUM P} = (2 \text{ ppm} \times 30 \text{ cm} \times 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 0,1) = 6,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times 2,2914 = 13,7 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de } P_2O_5$$

$$\text{DEM P} = 1,6 \frac{\text{kg}}{\text{t}} \times 15,0 \text{ t (rendimiento meta)} = 24,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} + 2,6 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} = 26,6 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ (Tabla 5.12)}$$

$$\text{ERF P} = 2,0 \text{ (Valor obtenido de la Tabla 5.13)}$$

$$D_P = \left(13,7 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} - 26,6 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) \times 2,0 = -25,8 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de } P_2O_5 = -26,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ (redondeado)}$$

$$K = (\text{SUM K} - \text{DEM K}) \times \text{ERF K}$$

$$\text{SUM K} = (390 \text{ ppm} \times 30 \text{ cm} \times 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 0,1) = 1\,170 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times 1,2046 = 1\,409,4 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de } K_2O_5$$

$$\text{DEM K} = 6,1 \frac{\text{kg}}{\text{t}} \times 15,0 \text{ t (rendimiento meta)} = 91,5 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} + 18 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} = 109,5 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ (Tabla 5.12)}$$

ERF K = 1,7 (Valor obtenido de la Tabla 5.13)

$$D_K = (1\,409,4 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} - 109,5 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}) \times 1,7 = + 2\,209,8 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de } K_2O_5 \text{ (} D_K = \text{ dosis de } K_2O)$$

CONSIDERACIONES: El resultado anterior indica que no es necesario fertilizar con K, debido a que el suministro rebasa la demanda; sin embargo la relación de bases intercambiables muestra que si no se aplica este elemento se corre el riesgo de que el K sea suprimido por el calcio (Ca/K = alta). Por lo tanto, en estos casos se sugiere aplicar una dosis de mantenimiento que es el 25 % de la demanda total del cultivo; es decir, DEM K = 109.5 kg ha⁻¹ X 0.25 (25 %) = 27.37 kg ha⁻¹ = 27 kg ha⁻¹ de K₂O.

$$Ca = (\text{SUM Ca} - \text{DEM Ca}) \times \text{ERF Ca}$$

$$\text{SUM Ca} = (7\,260 \text{ ppm} \times 30 \text{ cm} \times 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 0,1) = 21\,780 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times 1,3992 = 30\,474,5 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de CaO}$$

$$\text{DEM Ca} = 1,8 \frac{\text{kg}}{\text{t}} \times 15,0 \text{ t (rendimiento meta)} = 27,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} + 20,8 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} = 47,8 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ (Tabla 5.12)}$$

ERF Ca = 1,7 (Valor obtenido de la Tabla 5.13)

$$D_{Ca} = (30\,474 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} - 47,8 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}) \times 1,7 = + 51\,725,4 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de CaO (} D_{Ca} = \text{ dosis de CaO)}$$

Para éste caso, en el cual el suministro rebasa la demanda del cultivo, además de que las bases intercambiables indican altos niveles de Ca en el suelo, no es necesario aplicarlo.

$$CaO = 0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

$$Mg = (\text{SUM Mg} - \text{DEM Mg}) \times \text{ERF Mg}$$

$$\text{SUM Mg} = (620 \text{ ppm} \times 30 \text{ cm} \times 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 0,1) = 1\,860 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times 1,6579 = 3\,083,7 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de MgO}$$

$$\text{DEM Mg} = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{t}} \times 15,0 \text{ t (rendimiento meta)} = 22,5 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} + 5,9 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} = 28,4 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ (Tabla 5.12)}$$

ERF Mg = 1,7 (Valor obtenido de la Tabla 5.13)

$$D_{Mg} = (3\,083,7 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} - 28,4 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}) \times 1,7 = + 5\,194 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de MgO (} D_{Ca} = \text{ dosis de MgO)}$$

CONSIDERACIONES: Al igual que el potasio, en este caso, el Mg podría ser bloqueado por el calcio del suelo, de acuerdo a la relación Ca/Mg (12,8 Alta). Por lo tanto se puede aplicar la dosis de mantenimiento.

$$D_{Mg} = \left(28,4 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} (\text{DEM Mg}) \times 0,25 (25\%) \right) = 7,1 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} = -7 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \quad (D_{Ca} = \text{dosis de MgO})$$

$$S = (\text{SUM S} - \text{DEM S}) \times \text{ERF S}$$

$$\text{SUM S} = (55 \text{ ppm} \times 30 \text{ cm} \times 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 0,1) = 165,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

$$\text{DEM S} = 1,4 \frac{\text{kg}}{\text{t}} \times 15,0 \text{ t (rendimiento meta)} = 21,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} + 2,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} = 23,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \quad (\text{Tabla 5.12})$$

$$\text{ERF S} = 1,7 \quad (\text{Valor obtenido de la Tabla 5.13})$$

$$D_S = \left(165,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} - 23,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) \times 1,7 = + 241,4 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de S}$$

CONSIDERACIONES: En este caso no se requiere fertilizar con azufre ya que las fuentes que regularmente se usan para mora son a base de sulfatos.

Por lo tanto la fórmula de fertilización queda de la siguiente manera: $N_6 P_{26} K_{27} Mg_7$

CONSIDERACIONES FINALES: Se observa que la dosis de nitrógeno para mora en este ejemplo es muy baja.

Algunos autores no consideran el análisis de nitrógeno en el suelo debido a su inconsistencia; es decir, éste puede fácilmente lixiviarse como nitratos o volatilizarse como N_2 , NH_3 o N_2O , de tal manera que durante el periodo comprendido entre el muestreo y el establecimiento del cultivo pueden transcurrir meses y los contenidos para entonces pueden ser menores a los reflejados en el análisis.

La sugerencia es que si no se harán análisis foliares posteriormente, para evaluar el suministro del nitrógeno, entonces se aplique 25 % más del total de la demanda, es decir:

$$D_N = 52,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} + 25 \% = 65,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \quad (52,0 + 13,0) \times \text{ERF N} (1,5) = 97,5 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} = 98,0 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de N}$$

Lo cual coincide con lo que aplican algunos productores de mora.

Finalmente la fórmula de fertilización para un rendimiento estimado de 15 t ha^{-1} es: $N_{98} P_{26} K_{27} Mg_7$; en la tabla 5.15 se presenta la recomendación redondeando los datos:

Tabla 5.15. Recomendación final de fertilización para mora, según el análisis de suelo.

Cultivo	N	P_2O_5	K_2O	MgO
	kg ha ⁻¹			
Mora	100	30	30	10

Fuente: Los autores

Cálculo de fertilizantes

a) Fósforo (18-46-0)

$$\text{Dosis}_P = \left(\frac{\text{Requerimiento } \frac{\text{kg}}{\text{ha}}}{\text{concentración del fertilizante \%}} \right) \times 100 = \left(\frac{30}{46} \right) \times 100 = 65,2 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

$$\text{Cantidad de N en el 18-46-0} = \text{kg de 18-46-0} \times \left(\text{concentración de } \frac{\text{N}}{100} \right) = 65,2 \times 0,18 = 11,7 \frac{\text{kg N}}{\text{ha}}$$

b) Nitrógeno (Urea 46 % de N)

$$N = 100,0 \frac{\text{kg N}}{\text{ha}} (\text{Recomendación}) - 11,7 \frac{\text{kg N}}{\text{ha}} \left(\text{en el 18-46-0} = 88,3 \frac{\text{kg N}}{\text{ha}} \right) \text{ Diferencia}$$

$$\text{Dosis}_N = (88,3 / 46,0) \times 100,0 = 191,9 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

c) Potasio (muriato de potasio 60 % K₂O)

$$\text{Dosis}_K = (30,0/60,0) \times 100,0 = 50 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

d) Magnesio (magnesil granular 32 % MgO)

$$\text{Dosis}_{Mg} = (10,0/32,0) \times 100,0 = 31,3 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

Recomendación final por año:	18-46-0	= 65 kg ha ⁻¹
	Urea	= 192 kg ha ⁻¹
	Muriato de potasio	= 50 kg ha ⁻¹
	Magnesil	= 31 kg ha ⁻¹

Época de aplicación de fertilizante: El nitrógeno fraccionar para cuatro aplicaciones, el fósforo potasio y magnesio en tres aplicaciones.

A manera de guía se dan las siguientes recomendaciones generales:

Aplicación de cal: Si el pH del suelo es menor de 5,0 se recomienda aplicar 200 g de cal dolomita, por sitio; si el pH está entre 5 y 5,5 se recomienda aplicar 100 g de cal dolomita, por sitio, antes del trasplante.

Aplicación de materia orgánica: Se recomienda aplicar 1 a 2 kg de abono orgánico descompuesto por sitio, antes de la siembra y repetir esta aplicación cada año.

En la Tabla 5.16, se recomienda aplicar de 80 a 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno por año y para fósforo, potasio y azufre de acuerdo a la interpretación del análisis químico del suelo. Se puede emplear diferentes fuentes.

Tabla 5.16. Tabla guía de recomendaciones de fertilización para el cultivo de mora.

Interpretación del análisis de suelo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
	kg ha ⁻¹			
BAJO		60-90	90-120	20-30
MEDIO	80-120	40-60	60-90	10-20
ALTO		20-40	30-60	0-10

Fuente: Adaptado de CORPOICA, citado por Artunduaga, 2010.

Para corregir deficiencias de micronutrientes, se recomienda aplicar abonos foliares en forma de quelatos, desde antes del inicio de la floración. Como consideraciones generales para una adecuada nutrición en el cultivo de mora de Castilla, se debe tener en cuenta:

- Fertilizar con base en rendimiento esperado y con un adecuado balance de nutrientes.
- Cuidar relaciones de cationes Ca/K (10-15), Ca/Mg (2-6), Ca+Mg/K (20-30), Mg/K (2-3) (Sánchez, 2009).
- Se recomienda que los niveles de Cl y Na en el agua de riego sean menores a 1,0 meq l⁻¹, es decir, 35,5 ppm (Cl) y 23,0 ppm (Na).
- Balance de formas de Nitrógeno: nítrico y amoniacal, con predominio de la forma nítrica por sobre la amoniacal, principalmente entre brotación hasta cuaje.
- Aplicar fuentes de Potasio soluble y libre de Cloro.
- Utilizar herramientas de diagnóstico como: análisis de suelo, foliar, medidores de clorofila, entre otros
- Parcializar la aplicación de nutrientes, de acuerdo a la época de extracción por la planta.

5.7 BIBLIOGRAFÍA

- Artunduaga, B. 2010. Efecto de la fertilización en dos ecotipos de mora (*Rubus* sp.) y su relación con el rendimiento en Andisoles. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Coordinación General de Postgrados, Palmira, Colombia. 63 p.
- Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. San José, Costa Rica. 6 (22): 286.
- Córdova, J. 1999. Propiedad Química y Fertilidad de los suelos. Quito, Ecuador. p. 40.
- Díaz, D. 1994. Los micronutrientes en los árboles frutales. Proyecto Fruticultura INIAP – COTESU, Quito, Ecuador. p. 1-4.
- Díaz, D. 1997. Fertilización en árboles frutales. Proyecto Fruticultura INIAP – COTESU. Quito, Ecuador. p. 1-5.
- IPNI (International Plant Nutrition Institute). 1997. Manual internacional de fertilidad de los suelos. Quito, Ecuador. p. 139.

- Jones, J. 2012. Plant Nutrition and Soil fertility Manual. Second edition. Editorial CRC Press Taylor y Francis Group. New York, USA. 282 p.
- Martínez, A.; Beltrán, O.; Velasteguí, G.; Ayala, G.; Jácome, R.; Yáñez, W.; Luciano, E. 2007. Manual del cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glaucus B.*). Amabato, Ecuador. 36p.
- Morgan, L. 2000. Beneficial elements for hydroponics: A new look at plant nutrition. *The Growing Edge* 11(3):40-51.
- Ortega, T. 1978. Química de Suelos. Departamento de suelos. Universidad Autónoma Chapingo, México. Editorial PATENA. 247 p.
- Pansu, M.; Gautheyrou, J. 2006. Handbook of Soil Analysis Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer Berlin Heidelberg. New York, USA. 326 p. ISBN-10 3-540-31210-2
- Piaggese, A. 2004. Los micronutrientes en la nutrición vegetal. Valagro, Italia. p. 10-51.
- Sánchez, P. 2009. Principios y Aplicaciones de la Nutrición en zarzamora. *In Manejo del Cultivo del Zorzamora en Producción Forzada*. Ed. por Rebollar, A y Segura, S. Producción de Zorzamora en el Subtrópico Mexicano. Fundación Produce Michoacán-Universidad Autónoma Chapingo. p. 44-59.



LABORES CULTURALES: CONTROL DE MAEZAS, PODA, SISTEMAS DE CONDUCCIÓN Y RIEGO

CAPÍTULO 6

LABORES CULTURALES: CONTROL DE MALEZAS, PODA, SISTEMAS DE CONDUCCIÓN Y RIEGO

Germán Ayala¹, Rosendo Jácome¹, Aníbal Martínez¹,
Mercy Villares¹, Pablo Viteri², Milton Hinojosa²

6.1 CONTROL DE MALEZAS

El eficiente control de malezas complementa y facilita las actividades del manejo integrado del cultivo (MIC). Las malezas compiten con el cultivo económico por espacio, luz y nutrientes lo que impide el desarrollo adecuado de la planta y por ende el de sus frutos, un eficaz control de malezas reduce el ataque de insectos plagas y enfermedades considerando que las malezas son sus hospederos donde conviven y se multiplican; así mismo dificulta actividades propias del manejo del cultivo como fertilizaciones, incorporación de materia orgánica, riegos entre otros (Silva, 2002).

El control de malezas se inicia en los dos primeros meses aproximadamente luego de la plantación, dependiendo de las condiciones meteorológicas (lluvias o sequía) en promedio se realizan entre 4 a 6 deshierbas al año (Martínez *et al.*, 2007).

6.1.1 MANUAL

En la mora es importante que esta labor se la realice con mucho cuidado, el sistema radical de esta especie tiene muchas raicillas muy cerca de la superficie, por este motivo se recomienda que la deshierba o desmalezado se lo haga manualmente a una distancia de 30 cm de los tallos de la planta, (Figura 6.1), ya que una azadilla o azadón, herramientas que se utilizan en esta actividad, pueden causar heridas que faciliten el ingreso de insectos plaga y enfermedades (ataque de cutzo, marchitez, etc.).

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

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



Figura 6.1. Deshierba manual de mora.

Foto: Andrea Sotomayor

6.1.2 Químico

En caso de existir malezas como el kikuyo u otras gramíneas, se recomienda previo a la preparación del suelo para la plantación, la aplicación de herbicidas sistémicos a base de glifosato en la dosis de 1 l + 500 g de urea 200 l⁻¹ de agua. Cuando la maleza se encuentre completamente seca, se puede proceder a realizar el paso del arado y rastra necesarios para la preparación del terreno.

En plantaciones de mora en México, adicionalmente recomiendan, la aplicación de herbicidas pre emergentes, inmediatamente después de la plantación. Los herbicidas que pueden ser empleados son a base de simazina y oryzalin, en dosis de 1,12 a 2,25 kg de ingrediente activo por hectárea. Estos dos productos se pueden mezclar y aplicar sobre las plantas de mora, sin peligro de causar quemaduras o fitotoxicidad, y mantienen libre de malezas por espacio de tres meses (Calderón, 2009).

6.1.3 Mecánico

La utilización de desbrozadora o motoguadaña es una de las alternativas para el control de malezas, pues al no eliminarlas completamente mantiene una cobertura vegetal que mantiene la humedad, importante en épocas secas o cuando ocurren las heladas como protección al cultivo.

6.1.4 Cobertura vegetal

Otra de las prácticas que se emplea para el control de malezas es intercalar pastos, de preferencia la mezcla vicia/avena, la que una vez cortada se coloca en la corona de la planta, esta cobertura o mulch una vez descompuesta adicionará nutrientes al suelo, los mismos que serán aprovechados por la planta, especialmente nitrógeno, al mismo tiempo mantiene la humedad y evita el crecimiento de malezas por mucho tiempo. También, se puede utilizar hortalizas para ocupar el espacio de 3 m que se recomienda dejar entre las hileras del cultivo,

sin embargo, esta práctica se recomienda solamente hasta el primer año de establecido el cultivo, ya que una vez que entre en producción la mora, se dificultaría el manejo del cultivo por motivos de espacio y diferencias en el manejo entre los dos cultivos.

6.1.5 Acolchados

El acolchado de suelos es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, cáscara de arroz, o plástico, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger el cultivo y el suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y calidad de los productos. Las películas de polietileno, fundamentalmente por su bajo costo relativo y su fácil mecanización de su instalación, es el material más utilizado en acolchado de suelos a nivel mundial. Se puede evitar totalmente el crecimiento de malezas utilizando un film de color negro, o film coextruido bicolor en que una de sus caras sea de color negro. Aquellos filmes de colores permitirán el desarrollo proporcional de malezas bajo el filme; a mayor paso de luz mayor cantidad de malezas. Para que este sistema sea funcional, es necesario instalar un sistema de riego por goteo bajo el plástico.

6.2 PODAS

La poda es quizás una de las prácticas más importantes dentro del manejo de la mora de Castilla, ya que no solo permite la formación de la planta, sino que además, estimula el crecimiento de brotes nuevos, haciendo cosechas más prolongadas y abundantes; contribuye a la disminución de plagas y enfermedades, manteniendo una aireación e ingreso de luz lo que favorece a la maduración adecuada de sus frutos; la poda facilita el manejo integral del cultivo como fertilización, abonadura, control de malezas, controles fitosanitarios, tutorado, permitiendo que estas prácticas sean eficientes.

6.2.1 Tipos de poda

6.2.1.1 Poda de formación

La estructura de nuestra planta la vamos construyendo a partir de los primeros meses de vida, es importante por lo tanto adecuar esta formación al sistema de conducción (espaldera sencilla, espaldera doble, chiquero, entre otros) que hayamos elegido.

Si la planta proviene de yema terminal y estaca, de los brotes que se encuentran bajo la superficie en la raíz de la planta empiezan a crecer los tallos basales los que se debe seleccionar entre 6 y máximo 8, necesarios para una buena producción de la planta; cuando los tallos basales tienen una longitud entre 30 y 40 cm se elimina el tallo original que tenía la planta al momento de la plantación (Franco y Giraldo, 2002).

Si la planta es producida en laboratorio por cultivo de tejidos (meristemas) o por semilla, generalmente tienen un tallo único y los brotes basales aparecen más adelante cuando la planta está desarrollada.

La poda de formación se inicia aproximadamente luego de los dos primeros meses de realizada la plantación (cuando la planta alcanza una longitud superior a los 25 cm) hasta el año aproximadamente en que la planta comienza su etapa productiva.

En esta etapa debemos empezar cortando las hojas bajas, las que se encuentran entre los 10 y 15 cm por sobre el cuello del tallo, generalmente se encuentran enfermas o envejecidas, esta práctica estimula el crecimiento de la planta. Conforme sigue desarrollándose la planta eliminamos o podemos todos los brotes que aparecen entre el cuello de la planta y los 40 cm, esta práctica evita que ramas productivas se desarrollen muy cerca de la superficie dificultándose la conducción; los frutos provenientes de estas ramas bajas entran en contacto con el suelo húmedo y se contaminan con enfermedades. Además, se facilitan las labores como deshierbas, abonadura y fertilización. Esta poda también permite que la producción de la planta se ubique en la parte media y superior optimizando la labor de recolección o cosecha.

De la misma manera hay que equilibrar la producción tratando de eliminar alternadamente los brotes internos de las ramas basales para que permita el crecimiento de ramas secundarias y algunas primarias sin que se crucen, permitiendo la aireación y el ingreso de luz importantes en la sanidad y maduración del fruto, facilitando igualmente la labor de cosecha.

La intensidad, época y respuesta de la poda se relaciona con las condiciones ambientales y nutrimentales del cultivo, ya que plantas vigorosas, medias o débiles requieren manejos diferenciados.

6.2.1.2 Poda de producción

Se inicia con el despunte de las ramas principales o basales, esta actividad estimula la brotación de ramas secundarias donde se encuentran las yemas florales o de producción, es importante por lo tanto que la altura a la que hagamos el despunte se relacione con la labor de cosecha y el personal que realice esta actividad, un indicativo es el brazo extendido del cosechador que permita recolectar los frutos sin mayor esfuerzo, una altura promedio que se recomienda es de 1,80 m.

Una de las prácticas dentro de las podas de producción es la poda a dos yemas, misma que se realiza en la rama secundaria una vez que se la ha cosechado en su totalidad, para ello, se hace un corte a 2 cm dejando un pequeño tocón que estimula el desarrollo de yemas florales o de producción, esta práctica se recomienda cuando la rama principal o basal es muy vigorosa lo que permitirá que igualmente los brotes nuevos también tengan esa condición.

6.2.1.3 Poda de mantenimiento y sanitaria

Una vez que la planta ha entrado en producción esta poda se la realiza permanentemente luego de cada cosecha, se elimina ramas que ya produjeron, se elimina frutos que no fueron cosechados, hojas viejas y enfermas, y ramas látigo (Franco y Giraldo, 2002). Esta poda es importante realizarla ya que estimula la emisión de brotes nuevos y mantiene la producción permanente. Reduce la incidencia de enfermedades, siempre y cuando al final de esta actividad se recolecte el material podado y se lo utilice en un proceso de compostaje. No se recomienda las practicas que tienen los agricultores de acumular los restos de poda, luego quemarlos para atenuar los efectos de una helada; tampoco se debe utilizar a manera de cobertura junto a la corona de la planta para que mantenga la humedad y reducir la proliferación de malezas, en ambos casos este material se encuentra en la intemperie y puede ser foco de infecciones de enfermedades, insectos o ácaros.

6.2.1.4 Poda de renovación

Cuando la planta se envejece por falta de manejo o presenta problemas de marchitez, sus ramas basales no poseen la vigorosidad para que mantenga una producción estable, se

recomienda realizar este tipo de poda, que consiste en hacer un corte en bisel en las ramas basales dejando un tocón de 10 cm, sin embargo, es importante verificar el estado sanitario de las raíces antes de proceder con la poda, pues si la planta tiene un ataque generalizado de insectos o enfermedades radicales, la raíz no tendrá la capacidad de absorber agua y nutrientes para abastecer a la planta, por lo que deberemos decidir entre hacer esta poda o un replante.

6.2.2 Ventajas de las podas

- Mejora la estructura de la planta, equilibra y mantiene la producción.
- Estimula la brotación floral y vegetativa.
- Reduce la incidencia de insectos plaga y enfermedades.
- Optimiza las labores culturales como abonaduras, fertilización, deshierbas y controles fitosanitarios especialmente.
- Facilita la labor de recolección o cosecha.
- Se obtienen frutos de mejor calidad.

6.2.3 Recomendaciones sobre la poda

- La tijera como principal herramienta de la poda debe tener una hoja muy fina y estar en buen estado para que haga los cortes limpios.
- Cuando se realiza la poda es necesario hacer los cortes en bisel, esta práctica permite que escurra el exceso de humedad reduciendo la proliferación de enfermedades.
- Cuando existan plantas enfermas dentro del huerto, la poda de éstas debe dejárselo para el final para disminuir la contaminación a través de la herramienta.
- Utilizar un desinfectante para la tijera que puede ser a base de alcohol o yodo al 0,10 %, o productos que contengan cobre como el caldo bordelés neutralizado al 0,50 %.
- Como ya se mencionó anteriormente el material resultante de la poda es necesario procesarlo como compostaje o enterrarlo para que no sea un foco de propagación de plagas.

6.3 Sistemas conducción

La mora de Castilla es una planta de hábito rastrero, se requiere guiar su crecimiento con la finalidad de hacer más fáciles las labores agronómicas (Casaca, 2005).

6.3.1 Espaldera sencilla

Para la implementación de este sistema se requieren postes de madera o de cemento de aproximadamente 0,10 a 0,15 m de diámetro y de 2,50 m de longitud. Estos postes se ubican dentro de la línea de plantación cada 6,00 m, si la distancia de plantación es de 2,00 m entre planta, equivaldría a que se coloque un poste cada tres plantas. Para ello, se realizan hoyos de 0,50 m de profundidad, donde se introducen las bases de los postes, luego se colocan piedras y/o cemento de tal forma de asegurar los postes, y se tapan, en los 2,00 m restantes se ubican las líneas de conducción con alambre galvanizado número 10, se sugiere ubicar la primera línea a los 0,50 m del suelo, la segunda a 1,20 m y la tercera línea a 1,80 m del suelo. En los postes de los extremos de las hileras se colocan tensores para mantener los alambres rígidos y puedan soportar el peso de las plantas en producción (Bejarano, 1992). En este sistema se pueden manejar entre 8 a 10 ramas permanentes.

El tutorado de espaldera sencilla o de alambre es el sistema que más utilizan los agricultores (Figura 6.2) (Silva, 2002).



Figura 6.2. Sistema de conducción en espaldera simple.

Foto: Andrea Sotomayor

6.3.2 Espaldera doble

Como su nombre lo indica, emplea dos espalderas simples paralelas, separadas entre ellas a distancias de 0,80 m (Figura 6.3). Las plantas se colocan al medio de las filas, y las ramas se apoyan en las dos filas de alambres con cierta inclinación, facilitando el ingreso del sol al interior de las filas, además, se puede complementar utilizando cordel o cinta en cada línea de conducción de manera que se forma tres cuadros alrededor de la planta donde descansan las ramas. Este sistema permite duplicar el número de ramas en relación a la espaldera simple.

Una variante del sistema permite la utilización de ángulos metálicos o de madera (en forma de T llamado también poste telegráfico) de 0,80 m en cada poste a la misma altura de las líneas de conducción (la primera línea a los 0,50 m del suelo, la segunda a 1,20 m y la tercera línea a 1,80 m. del suelo) equidistantes, es decir 0,40 m a cada lado del poste, de tal manera que la planta quede en la mitad.



Figura 6.3. Sistema de conducción espaldera doble.

Foto: Andrea Sotomayor

6.3.3 Chiquero

Probablemente este fue el primer sistema de conducción que adoptaron los antiguos productores de mora para domesticarla y poder mantenerla erecta con la finalidad de facilitar las labores culturales de este frutal andino de crecimiento rastrero, este sistema se caracteriza porque la conducción es individual, se utiliza travesaños o tiras de madera formando dos líneas de conducción a 0,50 m del suelo es decir que la segunda línea de conducción se encuentra a 1,00 m de altura, pueden tener formas geométricas como un rectángulo en cuyo caso las tiras serán de 1,20 m por 1,00 m, si es cuadrado serán de 1,00 m, si es triángulo será equilátero de 1,00 m, en cualquier caso la planta estará ubicada en el centro de cada figura geométrica. Los soportes o postes de 1,50 m (0,30 m enterrado y 1,20 m en la superficie) se ubicaran en cada ángulo, donde se las sujetará a las tiras de madera o líneas de conducción donde permanecerá la planta en su etapa de crecimiento y producción (Figura 6.4).

Para elegir adecuadamente el sistema de conducción debe considerarse temas como el económico (costo de instalación, disponibilidad de materiales de la zona), fertilidad del suelo, pendiente, densidad de plantación, vientos, sistema de riego, entre otros.



Figura 6.4. Sistema de conducción en chiquero.

Fuente: Franco y Giraldo, 2002.

6.4 RIEGO

El abastecimiento del agua de riego de manera oportuna, uniforme y en las cantidades necesarias, son fundamentales para promover el crecimiento y producción de la mora, por lo que es de gran importancia establecer en forma adecuada el método de riego y técnicas de manejo de agua, para ello es necesario conocer el tipo de suelo (textura, estructura), densidad aparente, el contenido de agua del suelo, distribución del sistema radicular, fase fenológica del cultivo, evapotranspiración, importantes para definir la lámina de riego (cantidad), frecuencia de riego (tiempo entre riegos), y tiempo de riego (duración de un riego) (Calvache, 2012).

Un exceso de agua, como también la falta de ésta, provoca un efecto negativo en el crecimiento y desarrollo de las plantas. La mayor absorción de agua en este frutal, bajo buenas condiciones de disponibilidad, se efectúa cercana al tallo en los primeros 20 a 30 cm del perfil de suelo. Los requerimientos de agua varían según las áreas agroclimáticas. Se recomienda la instalación de tensiómetros para mantener el suelo dentro de los rangos de humedad disponible (capacidad de campo – punto de marchitez permanente). En general la mayoría de tensiómetros están calibrados de 0 a 100 cb (0 - 1 atm), indicando las lecturas de 0-10 cb que el suelo está saturado o al menos en capacidad de campo, mientras que lecturas de 70 cb o más indican

que la planta se encuentra en un proceso de estrés y presenta dificultades para absorber agua del suelo, ya que se encuentra cerca del punto de marchitez permanente (Calderón, 2009).

Silva (2002), menciona que una planta de mora de Castilla puede someterse a regímenes de cierta sequía, deteriorando su rendimiento. Es preferible ubicar la planta en suelos húmedos pero bien drenados, debido a que la planta sufre cuando el suelo se encharca. Los métodos de riego más convenientes para el cultivo de la mora son el goteo, micro aspersión y riego por inundación, suministrándole una lámina equivalente a 3 mm diarios (3 l m² de suelo). El riego por aspersión presenta el inconveniente de maltratar la floración y aumentar la humedad relativa dentro del cultivo.

Previo a implementar el cultivo es importante realizar un análisis químico del agua de riego para evitar riesgos de salinidad y/o sodicidad, lo cual impacta negativamente en el cultivo de mora. Se recomienda que los niveles de Cl y Na en el agua de riego sean menores a 1 meq l⁻¹, es decir, 35,50 ppm (Cl) y 23 ppm (Na) (Calderón, 2009).

La mora es un cultivo sensible a una alta concentración de sales en la solución del suelo, ya que provocan daño por fitotoxicidad y producen interferencias en la absorción radical. La salinidad se refiere a la concentración de sales que posee el suelo o una solución, y es medida a través de la conductividad eléctrica (CE) y expresada en dS m⁻¹ ó mS cm⁻¹. Existe una relación directa entre la concentración de sales y la CE. Normalmente la concentración de sales es mayor dentro de la célula que en el agua del suelo. Al presentarse una CE muy alta en el medio radical, se genera la situación inversa dificultando la absorción de agua por las raíces (Calderón, 2009).

En la Tabla 6.1, se presenta la reducción en la producción de algunas especies frutales Rosáceas de acuerdo a la concentración de sales.

Tabla 6.1. Límites de tolerancia de especies frutales rosáceas a la salinidad.

Conductividad Eléctrica (mmhos cm⁻¹) a la cual el rendimiento disminuye en:			
ESPECIE	10 %	25 %	50 %
Arándano	1,00	1,50	2,00
Frambuesa y Mora	1,50	2,00	2,50
Frutilla	1,50	2,00	2,50

Fuente: Hízel y Rodríguez (2003) citado por Calderón, 2009

Un buen control del nivel hídrico en las plantas de mora permite un mayor rendimiento, producto de cañas más numerosas, con mayor diámetro y tamaño, una mejor inducción floral y también mejora la cantidad y el tamaño de los frutos. Las mayores exigencias de humedad de la planta son en el periodo de crecimiento y maduración de frutos (Calderón, 2009).

6.5 BIBLIOGRAFÍA

Bejarano, W. 1992. Manual de Mora (*Rubus glaucus* B.). Proexant. Quito, Ecuador. p. 6-12; 42-60.

Calderón, Z. 2009. Manejo del Cultivo del Zorzamora en Producción Forzada. Ed. por Rebollar-

- Alviter, A y S. Segura. Producción de Zorzamora en el Subtrópico Mexicano. Fundación Produce Michoacán, Universidad Autónoma Chapingo. p. 15, 49-50.
- Calvache, M. 2012. Riego Andino Tecnificado. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Editorial Universitaria. p. 71-238.
- Casaca, A. 2005. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. PROMOSTA. San José, Costa Rica. p. 3-10.
- Franco, G.; Giraldo, M. 2002. El cultivo de la mora. CORPOICA-PRONATTA. Manizales, Colombia. 81 p. ISBN 96720-0-0.
- Martínez, A.; Beltrán O.; Velastegui, G.; Ayala, G.; Jácome, R.; Yáñez, W.; Luciano, E. 2007. Manual del cultivo de la mora de Castilla. 1 ed. Convenio INIAP – UTA. Ambato, Ecuador. p. 16.
- Silva, C. 2002. Podas e inductores de brotación en el cultivo de Mora de Castilla (*Rubus glaucus*), Tesis Ing. Agr. Ambato Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. p. 214.



MANEJO DE PLAGAS IDENTIFICADAS EN EL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA

CAPITULO 7

MANEJO DE PLAGAS IDENTIFICADAS EN EL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA

Mercy Villares¹, Aníbal Martínez¹, Pablo Viteri,² William Viera²,
Rosendo Jácome¹, Germán Ayala¹, Michelle Noboa²

En la actualidad, existe una creciente demanda de alimentos por la población tanto en cantidad como en calidad, lo que implica una mayor responsabilidad de los productores para ofertar alimentos en cantidades suficientes y que garanticen que en el proceso de obtención del producto se han implementado Buenas Prácticas Agrícolas que evitan su contaminación, riesgos en la salud de la población y la contaminación ambiental.

Para contribuir a aquello, es importante orientar de manera adecuada el manejo y control de plagas en los cultivos, con el fin de identificarlas para conocer con certeza el agente causal, el insecto o ácaro plaga que está causando determinado daño. Esto permite reconocerlas en el campo, y en base a información sobre la incidencia o presencia actual, la forma de diseminarse o transmitirse, el comportamiento en relación a factores ambientales (temperatura, humedad relativa, viento), de manejo (nutrición, riego, poda), características del hospedero (variedad, fenología) y la presencia de enemigos naturales, definir la estrategia de control.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP), es una estrategia utilizada para el control en los cultivos, ya que propone alternativas de control que no se limitan exclusivamente al uso de plaguicidas, sino también, a aprovechar de los recursos existentes en el campo, tales como: variedades y portainjertos resistentes, organismos benéficos, manejo de arvenses, biología de la plaga, labores culturales apropiadas y otros más que permiten un manejo racional de las plagas, lo que asegura la inocuidad del producto, la salud de los consumidores y sostenibilidad ambiental.

Enfermedad, como término amplio, se define a una alteración de los procesos fisiológicos de una planta (fotosíntesis, respiración, translocación de agua y nutrientes, entre otras), causada por un factor de estrés o una combinación de factores de estrés (bióticos y abióticos) en un ambiente favorable, resultando en la aparición de síntomas tales como clorosis, marchitez, pudriciones, mosaicos, encrespamientos, deformaciones, enanismo, nudos, etc; y reducción del rendimiento con relación a una planta sana (Revelo *et al.*, 2010; Niks *et al.*, 2011).

7.1 DIAGNÓSTICO DE PLAGAS

Estudios realizados en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi y Bolívar reportan que las principales enfermedades de acuerdo al porcentaje de daño en el cultivo de mora de Castilla, son, botrytis con 91,8 %, mildiu polvoso con 61,2 % y marchitez descendente con 13,3 %, y entre los artrópodos plaga se encontraron, pulgones con 63,3 % (considerada la plaga con mayor infestación en estos huertos), ácaros con 45,9 % y cutzos con 10,2 % (Jácome 2010).

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

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

A continuación se describen los síntomas y signos de las plagas más importantes de este cultivo para su reconocimiento, la forma de diseminación y las condiciones ambientales que favorecen su desarrollo.

7.1 Enfermedades causadas por hongos y protistas

7.1.1 Marchitez descendente

Es una enfermedad de importancia económica en varias provincias productoras, especialmente en Tungurahua y Bolívar, donde el 15 % de los productores le reconocen como un problema del cultivo (Jácome, 2010).

En estudios utilizando técnicas moleculares (PCR) realizados por el Programa de Fruticultura para determinar el o los agentes causales relacionados a la sintomatología de la marchitez descendente, se identificó un complejo de hongos vasculares presentes en el suelo (*Cylindrocarpon destructans*³, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahlie* y *Verticillium alboatrum*), obteniéndose en mayor porcentaje la presencia de *C. destructans* en los aislamientos del tejido afectado (Proaño, 2014; Martínez, 2014). Estos hongos ingresan a la raíz mediante una interacción de compatibilidad o aprovechan heridas en las raíces provocadas por insectos del suelo como larvas de cutzos y gusano alambre. La enfermedad, está distribuida de manera dispersa en el huerto, afectando a un pequeño número de plantas, y cuando las condiciones son favorables para la diseminación, como el riego por surcos, la infección aumenta y se generaliza.

Las plantas afectadas presentan la siguiente sintomatología: inicialmente las ramas y hojas pierden turgencia desde el ápice, las hojas se amarillan, marchitan y caen dejando el tallo de color azulado que finalmente se seca (Figura 7.1). En la base de la planta se observa numerosos retoños jóvenes y débiles que no llegan a desarrollarse porque sus hojas igualmente se marchitan y caen. Los síntomas pueden aparecer en cualquier estado fenológico de la planta, en ramas productivas los frutos en desarrollo se momifican al secarse y caerse las hojas por deficiencia de agua y nutrientes. Los tallos presentan una coloración morada desde la punta, al realizar un corte transversal se puede observar en los vasos conductores externos una coloración de café, morada a negra y en la parte interna una coloración café conforme va avanzando la marchitez hacia abajo (Cedeño *et al.*, 2004) (Figura 7.2). Las raíces se tornan negras con poca o nula presencia de raicillas también negruzcas y en ocasiones pudrición. Si no se realiza el manejo adecuado toda la planta se marchita y muere.



Figura 7.1. Amarillamiento y marchitez de la planta.

Foto: William Viera



Figura 7.2. Necrosis vasos conductores.

Foto: William Viera

³ Secuencia registrada en Genebank (KU842053, KU842054 y KU842055).

7.1.1.2 Cenicilla o mildiu polvoso

La enfermedad es ocasionada por el hongo, *Oidium* sp⁴. (Figura 7.3), se presenta en todas las zonas de producción, el 78 % de los productores de Tungurahua, el 60 % de Cotopaxi y el 34% de Bolívar la reconocen como una enfermedad de importancia económica en el cultivo de mora (Jácome, 2010).

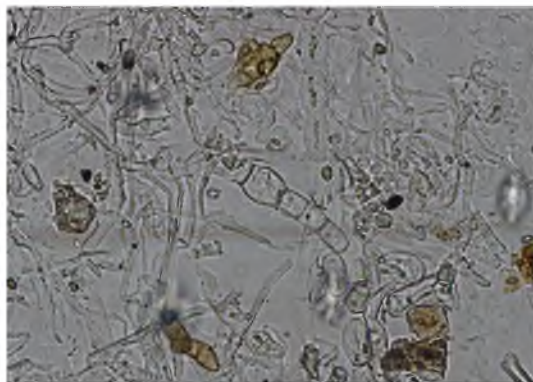


Figura 7.3. Micelio y conidias de *Oidium* sp.

Foto: AGROCALIDAD - Laboratorio de Fitopatología



Figura 7.4. Deformación de los bordes de la hoja y presencia de clorosis en el haz del área infectada.

Foto: Mercy Villares

El mildiu polvoso u oídio en el cultivo de mora causa daños y pérdidas del follaje (Espín, 2010), el principal síntoma es el enrollamiento de los márgenes de las hojas jóvenes en crecimiento, hacia el haz o el envés, produciendo deformación a causa de una capa algodonosa de micelio y conidios del hongo de color gris blancuzco a blanco, conocido como cenicilla, que cubre pequeñas áreas en el envés de las hojas. En hojas jóvenes las lesiones causadas por el hongo hacen que se alarguen y deformen conforme se expanden, mientras que las hojas más viejas son poco atacadas (Espín, 2010; Calderón, 2009).

Como consecuencia de la presencia y daño que causa el hongo, las hojas presentan en el haz pequeñas áreas cloróticas (Figura 7.4) semitransparentes (decoloración), que corresponde a los sitios donde se ubica el hongo en el envés, mismas que posteriormente se necrosan. Ataques severos de la enfermedad pueden afectar el desarrollo normal de la planta, debido a que provocan detención del crecimiento de brotes tiernos y ramas cargadoras, defoliación y una gran reducción en la productividad, sin causar la muerte de la planta. (Espín, 2010; Calderón, 2009).

La enfermedad es mucho más predominante en climas cálidos y secos, y cuando no hay la suficiente humedad en el suelo.

7.1.1.3 Mildiu veloso

El mildiu veloso es causado por el hongo *Peronospora* sp.⁵, enfermedad que no es reconocida por los productores de mora de la Sierra como una enfermedad de importancia económica (Jácome, 2010), es común en las plantaciones de este frutal.

4 Identificación realizada por el Laboratorio de Fitopatología de AGROCALIDAD.

5 Identificación realizada por el Laboratorio de Fitopatología de AGROCALIDAD.

El mildiu veloso o *Peronospora* es un Oomicete (Figura 7.5) que afecta principalmente a tejidos tiernos y en crecimiento de mora, a brotes tiernos, botones florales, flores, tallos y frutos. En brotes tiernos se manifiesta inicialmente con manchas purpuras a negras que inician por el ápice cubriendo toda la rama y causando su muerte, en brotes florales provoca la marchitez de botones florales y pedicelos, flores y frutos recién cuajados, que previamente pierden brillo, adquieren una coloración rojiza (Figura 7.6) y se secan, propiciando la invasión secundaria de los tejidos afectados por parte de otros patógenos, tales como *botrytis*. Los frutos desarrollados que presentan maduración desigual, deformaciones, enrojecimiento prematuro, como consecuencia del ataque en los frutos inmaduros (Figura 7.7 y 7.8). En los tallos se presentan coloraciones moradas sin bordes definidos, posteriormente, los tejidos afectados se tornan más oscuros; luego, sobre los sitios donde se originó la enfermedad aparecen ampollas pequeñas de color blanquecino, que se unen hasta ocasionar el cuarteamiento de la corteza (ICA, 2011).



Figura 7.5. Micelio y conidias de *Peronospora* sp.

Foto: William Viera



Figura 7.6. Coloración rojiza en pedicelos de flores.

Foto: Mercy Villares



Figura 7.7. Madurez desuniforme de frutos próximos a la cosecha.

Foto: Mercy Villares



Figura 7.8. Pérdida de color de frutos cuajados.

Foto: Mercy Villares

La infección está fuertemente influenciada por la presencia de una lámina de agua libre sobre la superficie del tejido por un período mínimo de dos horas; sin embargo, el proceso infeccioso se incrementa significativamente cuando dichas condiciones de humedad superan las 10 horas (Cárdenas, 2011).

El óptimo térmico para la germinación de los esporangios de la *Peronospora* corresponde a 14 °C, mientras que se requiere de un período mínimo de cuatro horas de agua libre sobre los tejidos para que ocurra el proceso infectivo del patógeno. La esporulación en nuestro medio, ocurre principalmente cuando se presenta una humedad relativa superior al 85 % y temperaturas que oscilan entre 18 y 22 °C (Gómez, 2004; Gómez y Arbeláez 2004; citado por Cárdenas, 2011).

7.1.1.4 Pudrición del fruto, moho gris o pudrición blanda

Esta enfermedad es causada por el hongo *Botrytis* sp.⁶, y es considerada como la enfermedad más importante por los productores de mora de la Sierra, ya que lo reconocen así el 100,00 % de los productores en Cotopaxi, el 90,60 % en Bolívar y el 90,20 % en Tungurahua (Jácome, 2010).

Botrytis sp. es un hongo fitopatógeno polífago que causa importantes pérdidas económicas en un amplio rango de cultivos de importancia agrícola, constituyendo actualmente en Ecuador y otros países uno de los principales problemas fitosanitarios. El patógeno afecta a los cultivos en cualquier estado de desarrollo e infecta cualquier parte de la planta, colonizando tallos, hojas, flores y frutos, por lo que las infecciones por el hongo afectan no solo el rendimiento (Figura 7.9); sino también, la calidad de los cultivos, provocando deterioros incluso durante las etapas de transporte y almacenamiento de los frutos (Ribera, 2007).

El principal daño de la enfermedad en mora de Castilla es la pudrición de los frutos (Figura 7.10), es el síntoma más representativo, debido a que el hongo produce un micelio blanquecino y de aspecto lanoso en el tejido infectado, el cual se vuelve gris durante la esporulación, lo que ocurre en corto tiempo luego de que la infección se ha iniciado. En frutos que inician la maduración de color rojo cuando son infectados por el hongo toman una coloración rosada, de aspecto aguachento antes de podrirse y cubrirse por el micelio en forma de pelusilla, que momifican los frutos, quedando adheridos a la inflorescencia (Figura 7.11).



Figura 7.9. Marchitez de pedicelos.

Foto: Mercy Villares



Figura 7.10. Inicio de pudrición de frutos.

Foto: Paúl Mejía

6

Identificación realizada por el Laboratorio de Fitopatología del Departamento Nacional de Protección Vegetal del INIAP.

Botrytis sp., es un hongo parásito facultativo, se desarrolla como saprófito en tejidos necróticos o como parásito; inverna en el suelo en forma de esclerocios o de micelio, el cual se desarrolla sobre restos de plantas en proceso de descomposición. Los esclerocios germinan y forman micelio en una amplia gama de temperaturas formando conidios. El daño que ocasiona el patógeno en la planta depende de la interacción entre ellos y el medio ambiente. La temperatura para una germinación abundante de los conidios es de 20 °C, y 15 °C para la esporulación (Rabón, 2001, citado por Buitrón 2012).

Otro factor favorable para la patogenicidad del hongo es la humedad ambiental, los conidios germinan en un rango de 93 - 100 % de humedad relativa y la esporulación se produce entre 70 y 100 % de humedad relativa, por lo tanto, no es necesaria la lluvia si la humedad relativa es superior al 98 %, el conidio invade y penetra a los tejidos y las células infectadas se colapsan y desintegran causando la pudrición del tejido (Agrios, 1995).

Las deficiencias nutricionales de la planta juegan un papel importante en la predisposición a la infección por el patógeno, provocando una senescencia prematura facilitando el ataque del hongo. Varios eventos atmosféricos, como es el caso de heladas, quemaduras producidas por el sol y el viento, favorecen la infección (Garcés de Granada, 1992 citado por Buitrón 2012).



Figura 7.11. Presencia de micelio grisáceo y momificación de frutos.

Foto: Paúl Mejía.

7.1.2 Artrópodos plaga

7.1.2.1 Pulgones o áfidos de las hojas

Los pulgones pertenecientes al orden Hemiptera, familia Aphididae, son considerados y reconocidos como plaga por el 72,5 % de los productores en Tungurahua, 75 % en Bolívar y 6,7 % en Cotopaxi (Jácome, 2010). En Tungurahua la especie identificada de esta plaga corresponde a *Macrosiphum euphorbiae*.⁷

Estos insectos son de cuerpo blando pequeño, aspecto globoso, de coloración variable, en mora generalmente son de color verde (Figura 7.12) y con un tamaño medio entre 1-2 mm. Hay pulgones ápteros (sin alas) y alados, tiene gran capacidad de reproducción, viven en

⁷ Identificación realizada por el Laboratorio de Entomología de AGROCALIDAD.

colonias (Figura 7.13), son insectos chupadores, y están provistos de un largo pico articulado que utilizan para succionar la savia de los brotes, hojas y flores en crecimiento e inyectar toxinas que afectan la capacidad fotosintética, debilitan las plantas y propician la deformación de los frutos, producen un encrespamiento de las hojas y caída de los botones florales, además son vectores de virus (Revelo *et al.*, 2010).

El uso generalizado de insecticidas para el control, generan resistencia de estos insectos, además, de eliminar a los enemigos naturales de los pulgones, dando lugar al incremento de las poblaciones en periodos de tiempos muy cortos (Calderón, 2009).



Figura 7.12. Pulgones en la hoja de mora.

Foto: Mercy Villares



Figura 7.13. Colonias de pulgones sobre ápices terminales de ramas jóvenes.

Foto: Mercy Villares

7.1.2.2 Cutzo

El insecto plaga conocido como “cutzo” pertenece al orden Coleóptera, y es reconocido por el 17,6% de productores de mora en Tungurahua y el 3,1 % en Bolívar, mientras que en Cotopaxi ningún productor la consideró una plaga del cultivo (Jácome, 2010). En Tungurahua la especie identificada de esta plaga corresponde a *Cyclocephala* sp.⁸

Todos los insectos del orden Coleóptera poseen una metamorfosis completa y muy compleja, conocida como hipermetamorfosis. La larva es de tipo escarabeiforme o curvada de color blanco cremoso, posee una cabeza color marrón, ancha, endurecida, con aparato masticador bien desarrollado, patas y un abdomen blando y grueso, cuando han alcanzado el máximo crecimiento miden varios centímetros de longitud hasta un centímetro de grueso (Figura 7.14) (Sánchez *et al.*, 1996, citado por Carrasco, 2003). Se alimenta de raíces tiernas y pelos absorbentes de las plantas (AGRIPAC, s.f., citado por Carrasco, 2003); se encuentran en el suelo a distintas profundidades, según el cultivo; en papa, maíz, fréjol, hortalizas y flores se ubica en los primeros 30 cm., en potreros entre 10 y 15 cm., en árboles frutales a profundidades entre 70 cm y hasta 1 m, donde se convierte en pupa (Londoño, 1993, citado por Carrasco, 2003).

Los adultos varían de tamaño y coloración dependiendo de la especie, aparecen con las llegadas de las lluvias (septiembre a noviembre) y pueden permanecer entre los meses de marzo, abril y mayo (Londoño, 1993, citado por Carrasco, 2003). La cópula se realiza pocos días después de la emergencia de los adultos; son de hábitos nocturnos y presentan la

8

Identificación realizada por el Laboratorio de Entomología de AGROCALIDAD.

mayor actividad de vuelo entre las 19h00 y 22h00, cuando emergen del suelo para copular o alimentarse. La hembra se introduce bajo la superficie de la tierra y deposita sus huevos a pocos centímetros, los cuales se podrán encontrar en abril y mayo (Sánchez *et al.*, 1996, citado por Carrasco, 2003).

En el cultivo de mora de Castilla el daño en la planta lo ocasionan tanto en estado larval trozando raíces como en el estado adulto masticando el follaje, flores o haciendo roeduras en los frutos.

Los síntomas en la parte aérea de las plantas consisten en un crecimiento deficiente y en plantas jóvenes se produce el secamiento total. Los síntomas pueden atribuirse a pudriciones de la raíz cuando el insecto plaga no se detecta a tiempo (Manual de Campo, 1977, citado por Carrasco, 2003).



Figura 7.14. Larva de cutzo.

Foto: Mercy Villares

7.1.2.3 Ácaros de las hojas

Los ácaros son considerados como una plaga por el 80,4 % de los productores en Tungurahua, y el 9,4 % en Bolívar, mientras que en Cotopaxi ningún productor la reportó como plaga (Jácome, 2010). En Tungurahua la especie identificada de esta plaga corresponde a *Tetranychus urticae*⁹.

Los ácaros son una plaga polífaga que ataca a numerosos cultivos de importancia económica, incluida la mora de Castilla. Es un ácaro fitófago conocido vulgarmente como arañita roja, posee alto potencial reproductivo, ciclo de vida corto, tasa de desarrollo rápido y capacidad para dispersarse rápidamente (Franco y Giraldo 2002). El tamaño oscila entre 0,4 y 0,6 mm, en el caso de la hembra adulta que tiene un aspecto globoso y puede medir hasta 1 mm, el macho es más pequeño y aperado (Sá, 2012).

El ciclo de vida consta de cinco fases de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa, y adulto. Entre cada fase se presenta un periodo inactivo o período quiescente, en la que adoptan una posición característica, recibiendo el nombre de crisálida (protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida). En condiciones óptimas (alrededor de 30 °C) completa su ciclo entre 9 a 14 días (Sá, 2012).

⁹ Identificación realizada por el Laboratorio de Entomología de AGROCALIDAD.

Los adultos tienen ocho patas y un cuerpo ovoide, con dos manchas oculares rojas cerca del extremo cefálico del cuerpo. Las hembras generalmente tienen una gran mancha oscura a cada lado del cuerpo y numerosas cerdas cubriendo las patas y el cuerpo (Figura 7.15). Cada hembra adulta oviposita entre 100-120 huevos, con una tasa de 3-5 huevos por día pudiendo variar según la cantidad y la calidad del alimento, o las condiciones ambientales. (Zhang 2003, citado por Sá, 2012).



Figura 7.15. Ácaro hembra y huevos de *T. urticae*.

Foto: AGROCALIDAD – Laboratorio de Entomología

El ácaro desarrolla las colonias en el envés de las hojas de abajo hacia arriba de la planta, donde producen una estructura como telaraña en abundancia que les protegen de los depredadores, acaricidas y condiciones climáticas adversas (Figura 7.16); además, la telaraña también se utiliza como mecanismo de dispersión. Temperaturas elevadas y condiciones de baja humedad favorecen el incremento de las poblaciones que pueden alcanzar niveles perjudiciales y causar graves daños a las plantas hospederas. En climas fríos, el ácaro presenta baja actividad, (Moraes y Flechtmann 2008; Badii *et al.*, 2011, citado por Sá, 2012).



Figura 7.16. Desarrollo de ácaros en el envés de la hoja.

Foto: Mercy Villares

El daño causado por este fitófago se debe a la actividad alimenticia, para lo cual inserta los estiletes en el tejido de la hoja, succionando el contenido de las células epidérmicas y parenquimatosas. El vaciado causa el colapso y muerte de las células que originan manchas cloróticas en el haz de las hojas en forma de puntitos amarillos (Figura 7.17), disminuyendo la tasa de transpiración y la actividad fotosintética de la planta. En infestaciones altas las distintas manchas se unen entre sí y llegan a afectar a toda la hoja, la cual se seca y se desprende. (Garrido y Ventura 1993; Park y Lee 2002; Aucejo-Romero et al., 2004; Martínez-Ferrer et al., 2006 citado por Sá, 2012).



Figura 7.17. Manchas cloróticas producidas por ácaros en el haz de la hoja de mora.

Foto: Andrea Sotomayor

7.2 MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES E INSECTOS PLAGA IDENTIFICADOS EN EL CULTIVO

7.2.1 Época de observación

El conocimiento de la fenología del cultivo, de la preferencia que muestran los agentes causales por determinados órganos de la planta y las condiciones climáticas predisponentes para el desarrollo, permite orientar la observación oportuna de la presencia de las enfermedades, nematodos e insectos plaga de la mora, en uno o más estados fenológicos del cultivo.

El conocimiento de las fases fenológicas del cultivo de la mora, la presencia de las plagas en relación a las condiciones ambientales de una zona (Tabla 7.1), permiten planificar estrategias de manejo integrado de las plagas, a fin de reducir el daño en el cultivo.

Tabla 7.1. Fases fenológicas de la mora y épocas del clima recomendadas para determinar la presencia de las principales plagas.

Plagas	Fases fenológicas						Clima	
	Yema	Floración	Caída pétalos	Cuajado Frutos	Desarrollo Frutos	Madurez	Seco	Húmedo
Marchitez descendente	X	X	x	X	x	x	x	
Mildiu polvoso	X	X	x	X	x	X	x	
Mildiu veloso	X	X						x
Pudrición del fruto					x	X		x
Pulgones o áfidos de las hojas	X	X					x	
Cutzo	X	X	x	X	x	x		x
Ácaros de las hojas	X	X	x	X	x	x	x	

Elaborado por: Villares, M.; Martínez, A.; Viteri, P.; Viera, W.; Jácome, R.; Ayala, G; Noboa, M.

7.2.2 Factores predisponentes

La incidencia, infestación y prevalencia de enfermedades e insectos plaga en una zona de cultivo dependen de factores bióticos y abióticos. Los factores abióticos predisponentes constituyen los elementos meteorológicos: precipitación, humedad relativa, temperatura. Como factores bióticos se consideran las plantas en sus diferentes fases fenológicas y grados de susceptibilidad, y la virulencia y agresividad de los agentes causales de enfermedades e insectos plaga; además, un factor importante a considerar son las labores culturales que realizan los productores. Todos los factores en conjunto influyen directamente sobre el incremento de los patógenos o poblaciones de insectos plaga.

7.2.3 Medidas preventivas antes del cultivo

- Seleccionar lotes con buen drenaje para evitar encharcamientos, asfixia radicular y pudriciones de raíces.
- Usar plántulas de viveros calificados, que certifiquen la variedad y la calidad sanitaria.
- Realizar el análisis de suelo que permitan dotar a la planta de la nutrición equilibrada para el normal desarrollo y defensa contra las plagas.
- Realizar la plantación en la época lluviosa para evitar la deshidratación de las plantas.
- Seleccionar densidades de plantación acorde con las condiciones ambientales para reducir la incidencia e infestación de plagas.
- Evitar suelos donde hubo problemas de marchitez, nematodos e insectos plaga.
- Utilizar materia orgánica bien descompuesta.

7.2.4 Medidas preventivas durante el cultivo

- Desinfectar las herramientas con alcohol antes de usarlas, y en caso de podar plantas enfermas desinfectar las tijeras previo al uso en otras plantas.
- Realizar el control oportuno de malezas de forma manual y superficial para no causar daño a las raíces.
- Realizar monitoreos constantes al cultivo para detectar presencia de plagas y tomar las medidas correctivas necesarias.
- Realizar las podas de mantenimiento en forma oportuna y correcta, y después de las podas realizar controles sanitarios de protección con caldo bordelés.
- Recoger el material de las plantas podadas y retirar del huerto para evitar posibles fuentes de inóculo de patógenos.
- Realizar las cosechas de manera oportuna para evitar la excesiva maduración de los frutos y presencia de enfermedades.
- Para evitar la resistencia de los patógenos a los fungicidas rotar fungicidas de acción específica (sistémico) con otro de amplio espectro (protectante), se deben conocer las características de los fungicidas, dosificación, modo de acción y forma correcta de aplicación.
- Tomar en cuenta que el manejo de plagas es más efectivo mediante la integración de varias estrategias de control.
- En zonas con riego evitar los excesos y aislar las plantas que presenten síntomas de marchitez para evitar contagios.
- Construcción de cercas vivas alrededor del huerto para crear refugios para los enemigos naturales de los insectos plaga y proteger al cultivo de las influencias ambientales.

7.2.5 Medidas de control






7.2.5.1 Medidas de control para marchitez descendente o muerte lenta

Para realizar el manejo adecuado de la marchitez descendente de mora, primero se debe realizar una evaluación de la incidencia y severidad de la enfermedad en la planta (Tabla 7.2), con más del 30 % del follaje de la planta afectado es recomendable extraer la planta con toda la raíz, realizar una desinfección del suelo con vapor de agua y la planta retirarla fuera del huerto y enterrarla; 7 días antes del trasplante de la nueva plántula hacer inoculaciones con el hongo antagónico *Trichoderma* en el suelo y en la plántula, al momento del trasplante aplicar *Trichoderma* en el hoyo antes de poner la plántula y posteriormente realizar dos aplicaciones más de *Trichoderma* en drench cada 7 días, repetir el proceso por tres ocasiones (Villares *et al.*, 2013).

En brotes iniciales de la enfermedad, al notar la pérdida de turgencia en ápices de ramas primarias y hasta un 30 % de afectación, se recomienda primeramente podar todo el material afectado y luego dar un tratamiento a la planta que puede ser químico o biológico. En caso de realizar el tratamiento con producto biológico, aplicar *Trichoderma* en drench cubriendo el área de goteo, las aplicaciones deben hacerse cada 7 días por cuatro ocasiones y repetir el procedimiento durante tres veces con intervalos de un mes. Para el control químico se puede

utilizar fungicidas como Quinozol, Hymexazol, sulfato de cobre pentahidratado cada 21 días y se repite el proceso por tres veces con intervalos de un mes (Villares *et al.*, 2013).

Tabla 7.2. Escala de severidad de la marchitez descendente en mora de Castilla.

1	2	3	4	5
SANO-20 % DAÑO	21-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
				
Pérdida de turgencia del ápice de tallos y hojas, coloración amarilla verdosa en hojas	Secado de hojas, presencia de retoños jóvenes débiles y numerosos	Caída de hojas en rama afectada, retoños jóvenes toman coloración negra desde el ápice con marchitez de hojas.	Tallos secos coloración negra y pérdida de hojas, pocos brotes nuevos y débiles.	Tallos secos coloración negra y pérdida de hojas, muerte de la planta.

Elaborado por: Villares, M.; Martínez, A.; Viteri, P.; Viera, W.; Jácome, R.; Ayala, G.; Noboa, M.

7.2.5.2 Medidas de control para mildiu polvoso

El manejo del mildiu polvoso consiste en una nutrición adecuada de acuerdo a los requerimientos del cultivo y el estado fenológico en el que se encuentre, además de podar las ramas afectadas manteniendo una buena aireación en la planta y retirando todo el material afectado del huerto.

Para prevenir el daño del patógeno en el cultivo establecido de mora, se recomienda aplicar al follaje azufre cada 7 o 14 días dependiendo de las condiciones climáticas; así también, se debe aplicar caldo bordelés neutralizado y *Trichoderma* spp., para casos leves y en casos severos los productos químicos con Penconazol; para evitar que el hongo desarrolle resistencia a los productos aplicados es importante realizar rotaciones de los fungicidas químicos con productos ecológicos o con productos protectantes, con intervalos de aplicación de 21 días después del fungicida sistémico y 15 días después del fungicida protectante.

7.2.5.3 Medidas de control para mildiu veloso

Para un eficiente manejo de mildiu veloso, se recomienda monitorear permanentemente el cultivo, principalmente en época lluviosa, los controles fitosanitarios se realizan al observar los primeros brotes vegetativos o botones florales necrosados, en este caso se debe aplicar fosfanato de potasio; en condiciones ambientales favorables para la virulencia del patógeno, se recomienda la aplicación de azoxistrobina, metalaxil, rotando con hidróxido de cobre o caldo bordelés neutralizado. La aplicación de estos compuestos debe efectuarse antes de la floración de las plantas y prolongarse a intervalos de 7 a 10 días, aunque el tiempo y número de las aplicaciones varía con las condiciones locales, en particular, con la frecuencia y duración de las lluvias durante la fase de crecimiento. Además, es adecuado podar las ramas productivas afectadas y retirarlas del huerto procurando que haya buena aireación en la estructura de la planta.

7.2.5.4 Medidas de control para pudrición del fruto

Considerando que factores ambientales como precipitación y humedad relativa influyen directamente en la esporulación del hongo causante de la pudrición del fruto de mora, se establece una recomendación para zonas secas y otra para zonas húmedas con épocas de lluvia bien definidas. Para cualquier sitio, el manejo de la pudrición del fruto se basa en las prácticas culturales y una buena nutrición de la planta reforzada con aplicaciones de fungicidas de origen biológicos o químicos.

En las zonas secas donde se obtiene producciones permanentes durante todo el año, se recomienda realizar podas continuas de mantenimiento, que consiste en cortar ramas primarias viejas, secundarias y terciarias y enfermas dejando dos yemas. Dependiendo de la disponibilidad de mano de obra, las podas se pueden realizar después de cada cosecha o cada mes, luego de la poda es necesario retirar todo el material vegetativo del huerto para evitar focos de infección. En condiciones climáticas favorables para la esporulación del hongo y en el Estado Fenológico E (inicio de maduración), se deben realizar aspersiones utilizando alternadamente productos preventivos y curativos como caldo bordelés neutralizado, *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., ácido sulfínico hydroximetano amonio dimetil alquil bencil en rotación con procloraz, iprodione (Villares *et al.*, 2010).

En zonas húmedas donde está definida la época lluviosa, como es el caso de zonas de cultivo de mora de la provincia de Bolívar, las precipitaciones inician en el mes de diciembre, en plantas con una buena nutrición producen hasta el mes de febrero por la dificultad de realizar labores curativas por la presencia constante de lluvias a más de la alta humedad relativa. Al terminar la cosecha en el mes de febrero, se realiza una poda fuerte que consiste en eliminar todo material vegetativo que pudiese ser fuente de inóculo para el patógeno como ramas cosechadas, ramas con frutos enfermos o malformados dejando de 6 a 9 ramas primarias por planta. Después de la poda se debe realizar un control con caldo bordelés; cuando aparezcan los botones florales se recomienda realizar aplicaciones de fungicidas que se mencionaron anteriormente para el manejo de pudrición del fruto considerando siempre la rotación entre fungicidas sistémicos y de origen biológico.

Cuando la mayoría de las ramas productivas presentan frutos en Estado Fenológico E (inicio de maduración), se debe aplicar fungicidas a base de imidazoles, triazoles, después de tres semanas rotar con caldo bordelés o fungicidas biológicos como *Bacillus* spp. o *Trichoderma* spp. Se recomienda realizar dos aplicaciones del fungicida sistémico por ciclo productivo para evitar que el patógeno desarrolle resistencia (Villares *et al.*, 2010).

Es recomendable eliminar malas hierbas y los restos de la poda en el huerto para evitar que el inóculo del patógeno en el huerto y así mantener la sanidad del cultivo.

7.2.5.5 Medidas de control para pulgones o áfidos de las hojas

Es necesario eliminar malezas y plantas hospederas, conservar enemigos naturales reduciendo el uso de agroquímicos, realizar un monitoreo permanente para determinar el momento de aplicación a la detección de un pulgón por planta. Para el manejo se recomienda aplicar macerados de ortiga, ajo y ajíes en mezcla, purín de hierbabuena o albahaca.

7.2.5.6 Medidas de control para cutzo

7.2.5.6.1 Control físico mecánico

Uso de trampas de luz desde el inicio hasta el final de la época de emergencia entre las 18H00 y 22H00 permite capturar gran cantidad de insectos plaga representando una fuerte disminución de poblaciones en la zona, no basta capturar los insectos sino que deben ser eliminados y enterrados para evitar reinfestaciones, descomposición y consumo de los cadáveres por otros animales (Carrasco, 2003).

7.2.5.6.2 Control físico químico

En la parte inferior de la trampa colocar un recipiente que contenga un insecticida concentrado en forma líquida o en polvo con el cual se impregna el insecto que llega a la trampa atraído por la luz y le ocasiona la muerte por contacto o ingestión (Carrasco, 2003).

7.2.5.6.3 Control biológico

Para el control de la larva de “cutzo”, se recomienda utilizar hongos entomopatógenos (Figura 7.18) como *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*; realizando inoculaciones en el campo, el método de inoculación dependerá del sustrato en que se encuentre el microorganismo benéfico (Carrasco, 2003).



Figura 7.18. Larva de cutzo atacado por hongo entomopatógeno.

Foto: Mercy Villares

7.2.5.6.3.1 Modo de acción de los hongos entomopatógenos

Los conidios del hongo al entrar en contacto con el insecto segregan enzimas las cuales van perforando el tegumento del mismo. En el interior del insecto el hongo se desarrolla, llegando a atrofiar el sistema nervioso por producción de toxinas y causar daños considerables en el organismo. Luego de 3 ó 4 días, el hongo comienza a manifestarse externamente sobre el cuerpo del insecto; en los días siguientes los conidios (parte reproductiva) del hongo inicia la fase de esporulación, para posteriormente ser diseminadas por el aire y el agua de lluvia, continuando el ciclo biológico (Carrasco, 2003).

7.2.5.6.4 Control químico

Realizar un muestreo a plantas débiles cloróticas, realizando un triángulo invertido a partir de la base del tallo de 30 cm de lado y se procede a cavar a una profundidad de 20 cm; mientras se prepara la tierra se verifican la presencia de los insectos y las cantidades presentes en el suelo, además del estado de las raíces. En el caso de encontrar más de 20 larvas de “cutzo” por planta, se realiza el control químico, aplicando en drench insecticidas como diazinon y acefato. Los insecticidas se aplican por dos ocasiones con intervalos de 15 días (Villares *et al.*, 2013).

7.2.5.7 Medidas de control para ácaros de las hojas

La reducción de las poblaciones de ácaros requiere la utilización de diversos métodos de control, como el cultural, biológico y químico.

7.2.5.7.1 Control cultural

Para prevenir grandes infestaciones de ácaros y reducir los daños en plantas de mora es recomendable realizar el óptimo manejo del riego en épocas secas, fertilización adecuada a base de potasio, manejo racional de malezas para evitar hospederos en el huerto.

7.2.5.7.2 Control biológico

Actualmente, se utilizan ácaros predadores de la familia Phytoseiidae.

7.2.5.7.3 Control químico

Es el método más utilizado para el manejo de ácaros en mora de Castilla, el tratamiento debe iniciar cuando se observn adultos de la plaga en hojas sintomáticas, por lo que es importante el monitoreo permanente, en este caso se recomiendan aplicar acaricidas adulticidas como diafentiuron, o acaricidas que controlen adultos y estados inmaduros como flufenzine + abamectina, luego realizar aplicaciones con acaricidas que controlen estados inmaduros para cortar el ciclo biológico de la plaga como clofentezine o buprofezin. Es importante alternar los ingredientes activos con distintos modos de acción para reducir el desarrollo de resistencia en unas pocas generaciones, debido a la alta fecundidad y corto ciclo de vida.

Las aplicaciones de productos químicos deben realizarse a dosis recomendadas y sobre todo las técnicas de aplicación deben permitir alcanzar el envés de las hojas de manera que se asegure una apropiada cobertura vegetal. De ser necesario, se debe adicionar a la solución un corrector de pH de agua para garantizar la efectividad del control, así también, realizar aplicaciones foliares con jabón prieto.

7.3 BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. 2005. Plant Pathology. 5 ed. Elseiver Academic. Massachusetts, Estados Unidos. 922 p.
- Buitrón, J. 2012. Estandarización y optimización de técnicas moleculares para la detección de *Botrytis cinérea*, *Ralstonia solanacearum* y CMV (Cucumber mosaic virus) en rubros

- agrícolas de interés para el INIAP. Tesis Ing. Biotecnología. Sangolquí, Ecuador, Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, carrera de Ingeniería en Biotecnología. 107 p.
- Calderón, Z. 2009. Manejo del Cultivo del Zarzamora en Producción Forzada. In Rebollar-Alviter, A y S. Segura eds. Producción de Zarzamora en el Subtrópico Mexicano. Fundación Produce Michoacán. Universidad Autónoma Chapingo. p. 60-83.
- Cárdenas, A. 2011. Utilización de productos genéricos para controlar Mildiu Velloso (*Peronospora sparsa*) y bajar costos en el cultivo de rosas (*Rosa* sp.) en la variedad Vendela en la empresa agrícola Carmen Amelia Lasso-Cotopaxi. Tesis Ing. Agr. Latacunga, Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. 97 p.
- Carrasco, I. 2003. Evaluación de productos biológicos para el control de la larva de escarabajo (cutzo) *Phillophaga* sp. en el cultivo de mora variedad Castilla (*Rubus glaucus* B.). Tesis Ing. Agr. Guaranda, Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 96 p.
- Cedeño L.; Carrero C.; Quintero K.; Pino H.; Espinoza W. 2004. *Cylindrocarpon destructans* var. *destructans* AND *Neonectria discophora* var. *rubi* associated with black foot rot on blackberry (*Rubus glaucus* B.) in Mérida, Venezuela (en línea). INCI. 29(8): 455-460. Consultado ago. 2014. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442004000800011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt
- Espín, W. 2010. Prevención de oidio (*Oidium* sp.) en el cultivo establecido de mora (*Rubus glaucus* B.) mediante el empleo de inmunizadores. Tesis Ing. Agr. Ambato, Ecuador, Cevallos, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 88 p.
- Franco, G.; Giraldo, M. 2002. El cultivo de la mora. CORPOICA-PRONATTA. Manizales, Colombia. 81 p. ISBN 96720-0-0.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2011. Manejo Fitosanitario del cultivo de mora (*Rubus glaucus* B.), medidas para temporada invernal (en línea). Consultado 10 oct. 2013. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbspx;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-la-mora.aspx>
- Jácome, R. 2010. Estudio de la línea base de la cadena productiva de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) en las provincias de Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Guaranda, Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Ingeniería Agronómica. 148 p.
- Martínez, D. 2014. Identificación de hongos fitopatógenos relacionados con la marchitez de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) en la provincia de Tungurahua, mediante microscopía óptica y PCR. Tesis Ing. Biotecnología. Sangolquí, Ecuador, Escuela Politécnica del Ejército. 80 p.
- Niks, R.; Parlevliet, J.; Lindhout, W.; Bai, Y. 2011. Mejora Genética de Cultivos con Resistencia a Enfermedades y Plagas. Editorial Wageningen. Universidad de Wageningen. 174 p.
- Proaño, N. 2014. Identificación de hongos fitopatógenos relacionados con la marchitez de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) en la provincia de Bolívar, mediante microscopía óptica y PCR. Tesis Ing. Biotecnología. Sangolquí, Ecuador, Escuela Politécnica del Ejército. 89 p.

- Revelo, J.; Viteri, P.; Vásquez, W.; Valverde, F.; León, J.; Gallegos, P. 2010. Manual del Cultivo Ecológico de la Naranja. Manual Técnico número 77. INIAP. Quito, Ecuador. 120 p.
- Ribera, A. 2007. Evaluación y caracterización de la actividad antifúngica de la especie *Quillaja saponaria* Mol. cultivada *in vitro* en *Botrytis cinerea* Pers. Tesis Doctor en Ciencias de Recursos Naturales. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 198 p.
- Sá, P. 2012. Gestión integrada de la araña roja *Tetranychus urticae* K. (Acari: Tetranychidae): optimización de su control biológico en clementinos. Tesis Doctora Ing. Agrónoma. Universidad de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Departamento de Producción Vegetal. Valencia, España. 140 p.
- Villares, M.; Martínez, A.; Ochoa, J.; Asaquiabay, C.; Gallegos, P. 2010. Desarrollo de un Programa de Manejo Integrado de *Botrytis (Botrytis cinerea)* en mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.), en Bolívar y Tungurahua. Programa de Fruticultura Zona Centro del INIAP. 15 p.
- Villares, M.; Martínez, A.; Vásquez, W.; Gallegos, P.; Jackson, T.; Andrade C.; Jácome, R.; Ayala, G. 2013. Evaluación de la eficacia de productos de diferente origen para el control de marchitez descendente en plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) en la provincia de Tungurahua. Informe Técnico. Programa de Fruticultura del INIAP. 24 p.
- Villares, M.; Martínez, A.; Vásquez, W.; Gallegos, P.; Andrade C.; Jácome, R. 2013. Evaluación de insecticidas para el control de Gusano alambre (*Agriotes* spp.) y Cutzo (*Phyllophaga* sp.) en plantas establecidas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) en Pillaro. Informe Técnico. Programa de Fruticultura del INIAP. 5 p.



CALIDAD EN LA COSECHA, POSCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

CAPITULO 8

CALIDAD EN LA COSECHA, POSCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

Beatriz Brito¹, Daniela Montalvo¹, Víctor Freire¹, Wilson Vásquez²,
Pablo Viteri³, Aníbal Martínez⁴ Rosendo Jácome⁴

8.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES RESPECTO A ASPECTOS DE COSECHA, POSCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

Para dar alternativas de manejo a problemas de cosecha, poscosecha y comercialización en la mora, es importante conocer el procedimiento de los productores, intermediarios y los mercados que interaccionan entre sí y determinan ciertos comportamientos, en algunos casos positivos y en otros negativos, que influyen en la dinámica y comportamiento de los componentes de la cadena productiva. El estudio de línea base realizado por Jácome (2010) permite obtener información de los productores de mora de las provincias de Tungurahua, Bolívar y Cotopaxi en aspectos relacionados con la cosecha y comercialización.

Aunque conocemos que la mora es un frutal de cosecha permanente, los productores de las provincias de Tungurahua, Cotopaxi y Bolívar manifiestan que existen variaciones en los meses de cosecha, así, la mayor producción de fruta se concentra en los meses de septiembre, octubre y noviembre con más del 90 % de productores cosechando, luego se produce un ligero descenso entre los meses de diciembre a febrero con porcentajes entre 65 a 75 %, y tener un repunte en los meses de marzo y abril con valores promedio del 85 %. A partir de mayo hasta julio se reduce la cosecha a valores entre 60 y 70 %, y desde agosto se inicia nuevamente el incremento de la producción.

Para determinar el momento de la cosecha, el 100 % de los productores de las tres provincias, utilizan el color como indicativo de la misma, en menor escala lo complementan con parámetros como el tamaño y el sabor. Para la cosecha, los productores, en casi el 100 % de los casos, emplean mano de obra familiar, pero el 50 % de ellos, también ocupa mano de obra contratada. La frecuencia de la cosecha es de una vez por semana para el 87 % de productores y el 13 % lo hace dos veces por semana.

Respecto al manejo poscosecha de la fruta, solo el 9,2 % de los productores de las tres provincias almacena la fruta, por ser un producto muy perecedero, y al no disponer de los elementos necesarios para el almacenamiento y conservación, la mora de Castilla se comercializa

1 Investigadores INIAP - Departamento de Nutrición y Calidad - Estación Experimental Santa Catalina.

2 Docente Investigador UDLA - Ing. Agroindustrial y Alimentos - CIEDI; Ex investigador INIAP - Programa Nacional de Fruticultura

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

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

casi inmediatamente después de la cosecha. Una vez cosechada la fruta, el 88 % de los productores de la provincia de Tungurahua comercializa la fruta en los mercados, principalmente en el de Ambato (75 %), solo el 12 % comercializa la fruta de manera directa, no así en las provincias de Bolívar y Cotopaxi, donde más del 90 % de productores no comercializa la fruta en los mercados convencionales, y busca mercados alternativos. Los productores consideran que las pérdidas por causa del transporte alcanzan cerca del 10 %. La comercialización de la fruta la realizan principalmente las madres de familia en el 65 % y los padres en el 25 %

En relación a los recipientes en que los productores comercializan la fruta, se destacan los canastos en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi con el 100 % de uso, mientras que en la provincia de Bolívar utilizan cajas de madera como recipiente de comercialización con el 71,8 %, y baldes con el 18,8 % (Figura 8.1).

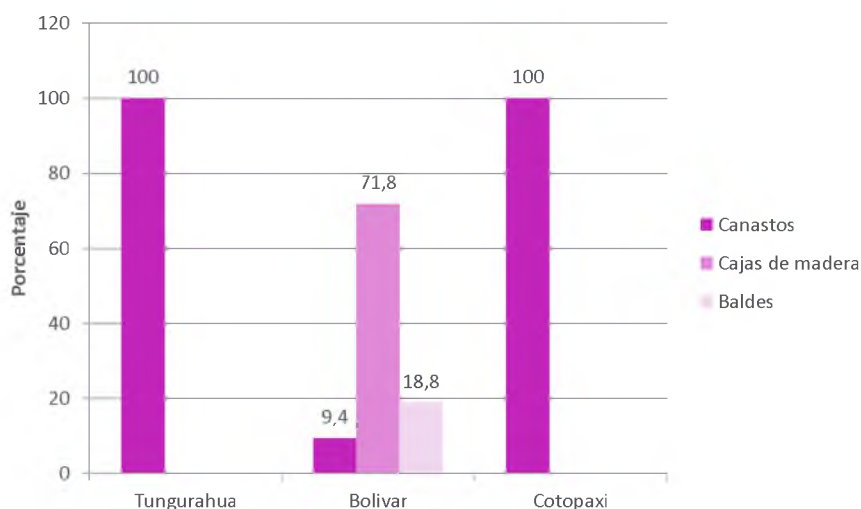


Figura 8.1. Recipientes utilizados para la comercialización de mora.

Fuente: Jácome, 2010

La capacidad de los recipientes de comercialización empleados por los productores son variables de acuerdo al tipo y provincia. En Cotopaxi el 100 % utilizan canastos con capacidad para un único peso de 10 kg, en Tungurahua el 98 % emplean canastos de 12 kg de capacidad y en Bolívar prefieren cajas de madera de 5 y 4 kg el 46,80 % y el 43,80 %, respectivamente.

Los precios que alcanza el kilogramo de fruta es variable a través del año. En Tungurahua el precio más alto es de 1,25 USD kg⁻¹ mora en los meses de junio, septiembre y noviembre, el valor más bajo lo tiene en diciembre con 0,83 USD, mientras que 1,00 USD es el precio más frecuente y se obtiene en los meses de enero, febrero, mayo, agosto y octubre; en Bolívar en cambio 1,00 USD es el precio más alto y el que más tiempo se mantiene en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, noviembre y diciembre, el precio más bajo es de 0,75 USD en el mes de septiembre; en Cotopaxi el precio del kilogramo de mora de Castilla no sufre mayores fluctuaciones pues va desde 0,60 USD como el más alto en los meses de marzo, mayo y agosto, mientras que el más bajo es de 0,50 USD en los meses de abril, junio, julio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

De acuerdo al estudio realizado, los productores de mora consideran que el precio de la fruta está influenciado por el mercado en 60 % en Cotopaxi, 51 % en Tungurahua, y 43,80 % en Bolívar; además, cerca del 46 % de los productores consideran que la calidad es otro elemento

que influye en el precio, así como el peso y el tamaño de la fruta pero en menor escala. Entre las razones para que los productores de mora vendan a los comerciantes en los cantones en estudio de las provincias Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua están el precio con 70 %, la forma de pago con 25 % y la confianza con el 5 %, esa situación da lugar a que solo el 50 % de los productores vende la fruta a la misma persona, el 25 % algunas veces y el otro 25 % no lo hace. El productor de mora por lo general vende la fruta al contado en un 93 % y solo el 7 % lo hace a crédito. El grado de satisfacción de los productores luego de la venta deja ver que solo el 29 % queda completamente satisfecho, mientras que el 66 % medianamente satisfecho y el 5 % queda insatisfecho.

8.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS COMERCIANTES DE MORA

De acuerdo al estudio de la línea base realizado por Jácome (2010), sobre la caracterización de los comerciantes de mora de Castilla de las provincias de Tungurahua, Cotopaxi y Bolívar se puede destacar lo siguiente:

De los 26 comerciantes de mora encuestados, el 54 % pertenecen al género masculino y el 46 % son de género femenino, de éstos el 69 % tiene educación primaria, el 27 % secundaria, y solo el 3 % tiene educación superior. Una vez que adquieren la fruta apenas el 15 % utiliza bodegas para almacenar la fruta por uno o dos días, mientras que el 85 % la lleva directamente a los mercados, así, el 62 % de comerciantes negocia la fruta en el mercado Mayorista de Ambato, el 23 % lo hace con un acopiador de la parroquia El Corazón en Cotopaxi, y el 15 % restante donde un acopiador en el cantón Chillanes en Bolívar. En Tungurahua, el 70 % de los comerciantes tiene al menos un trabajador que le apoya en las actividades, mientras que el 30 % tiene colaboración familiar. Para la mayoría de comerciantes (84 %) la mora es el único rubro que comercializan, no así para el restante 16 % que comercializan dos o tres productos adicionales.

De los resultados de la encuesta únicamente el 19 % de los comerciantes tiene alguna relación comercial con las empresas procesadoras, y el 81 % no lo hace ya que entrega en diferentes mercados o acopiadoras, así el 27 % de comerciantes negocia con los supermercados, mientras que el 73 % lo hace en los mercados convencionales.

La fruta de mora que comercializan proviene principalmente de los cantones Ambato, Tisaleo y Píllaro en Tungurahua; Chillanes en Bolívar, y Pangua en Cotopaxi. De acuerdo al tipo de comerciante, estos pueden adquirir entre 200 kg semana⁻¹, los más pequeños, hasta 12 000 kg semana⁻¹ los más grandes. Al momento de adquirir la fruta el 46 % de los comerciantes muestrean la calidad de misma, no así el 54 % restante.

Los lugares donde realizan la compra los comerciantes de la mora de Castilla en los cantones en estudio son el Mercado Mayorista con 62 %, mientras que el 38 % compra la mora de Castilla en la finca del productor. La comercialización la realiza en un 88,5 % a clientes fijos, y fijan los precios de acuerdo a la oferta y demanda del mercado en 96,2 % de los casos, y solo un 3,8 % paga por calidad de la fruta.

En cuanto a la selección de la fruta previa a la venta que realizan los comerciantes, el 65 % de ellos no lo hacen, mientras que el 35 % si realizan algún tipo de selección de la mora, para ello separan los aplastados y podridos por un lado y los de mayor tamaño por otro. Los comerciantes, de acuerdo a su tamaño, comercializan la fruta de mora principalmente a otros comerciantes minoristas el 38 %, al mercado de Quito el 19 %, al mercado y comerciantes de Guayaquil el 20 %, y el 8 % lo hace a la agroindustria (Figura 8.2).

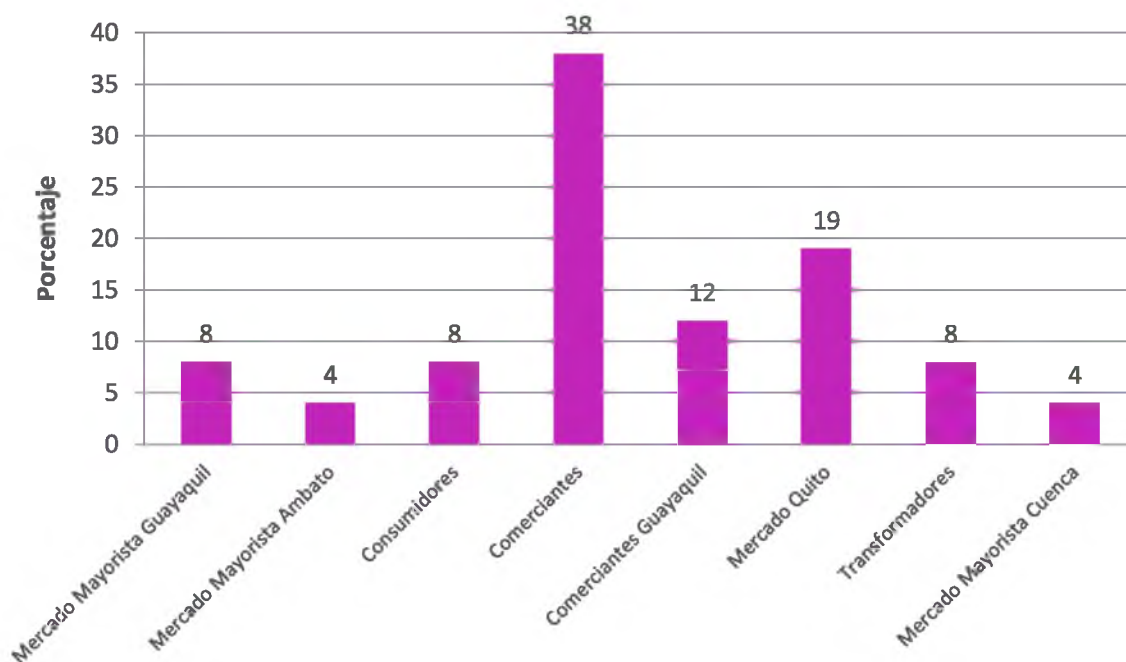


Figura 8.2. Lugares donde venden los comerciantes de mora.

Fuente: Jácome, 2010

8.3 ASPECTOS TECNOLÓGICOS

8.3.1 Fisiología de la mora durante la cosecha y poscosecha

Los frutos de mora una vez cosechados se encuentran sometidos a cambios continuos, que provocan la senescencia o degradación de los tejidos, y aunque no pueden detenerse, es factible manejarlos para mantener la calidad y la vida útil por más tiempo. En el caso de la mora, que debe ser cosechada muy cerca de la madurez organoléptica o de consumo, los procesos de respiración y transpiración, que se mantiene constante en esta fruta, deterioran rápidamente los tejidos del fruto, ya que este consume sus reservas y no las puede compensar, además hay que considerar el calor de respiración que incrementa la temperatura y acelera los procesos de deterioro de la fruta (Wills *et al.*, 1998).

8.3.1.1 Respiración

La respiración es el proceso metabólico en el cual los compuestos orgánicos complejos (carbohidratos, proteínas, ácidos orgánicos y grasas) almacenados durante la fotosíntesis son transformados con la ayuda del oxígeno en compuestos simples como el dióxido de carbono y el agua, acompañados de la liberación de energía, utilizada para la síntesis de adenosin trifosfato (ATP) o en forma de calor. Esta energía se aprovecha para continuar con las actividades fisiológicas que permiten continuar con vida a la fruta. Además, a partir de la respiración se producen metabolitos intermediarios que originan la formación de compuestos volátiles, pigmentos, componentes de la pared celular y favorecen la síntesis de hormonas involucradas en la maduración (Reape y McCabe, 2010; Gallo, 1996). La respiración involucra tres procesos metabólicos vitales, íntimamente ligados: la glicólisis, el ciclo de Krebs y el sistema de citocromo (Wills *et al.*, 1998).

Las frutas mientras respiran poseen comportamientos diferentes, según la intensidad respiratoria y la producción de etileno en la maduración, se distinguen dos tipos: las climatéricas y las no climatéricas (Kader, 2002).

Al terminar la etapa de crecimiento celular, la fruta está en proceso de maduración y cuando ha terminado se inicia la maduración final (organoléptica o sensorial) que coincide con un aumento en la actividad respiratoria hasta completarla, luego ésta disminuye con el envejecimiento del fruto. El máximo incremento en la tasa de respiración, se denomina pico climatérico o climaterio. Las frutas climatéricas muestran un incremento en la producción de CO_2 (dióxido de carbono) y la producción de C_2H_4 (etileno), donde logran su mayor tamaño, se ablandan y desarrollan su sabor y aroma característicos (Wills *et al.*, 1998).

Las frutas no climatéricas, como es el caso de la mora, después de cosechadas no presentan los procesos fisiológicos de la maduración organoléptica y los cambios se dan por degradación en la senescencia. Estas frutas durante la división celular tienen una actividad respiratoria muy alta, la cual declina paulatinamente a medida que su etapa de crecimiento se completa, con una baja producción de CO_2 y C_2H_4 durante la maduración fisiológica, comportamiento que se conserva hasta la senescencia, en donde se puede presentar un leve aumento de esta actividad (Gallo, 1996).

La mora presenta un patrón de respiración similar al observado para la naranja, puesto que posee una tasa de respiración aproximadamente constante de 110 a 160 $\text{mg CO}_2 \text{ kg.h}^{-1}$ entre los 20 –22 °C y de 20 a 40 $\text{mg CO}_2 \text{ kg.h}^{-1}$ entre 4 – 5 °C, con 90 -95 % de humedad relativa y una producción de etileno de 0,10 - 1,00 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg.h}^{-1}$ (García y García, 2001).

8.3.1.2 Transpiración

Las frutas y hortalizas están compuestas generalmente por más del 80 % de agua. El agua se puede encontrar de dos formas, como agua ligada, que es muy estable debido a su unión de tipo químico, y como agua libre, que se encuentra en una mayor proporción y puede ser removida con facilidad. Cuando dos sistemas se ponen en contacto, el agua, en forma de vapor, fluye de la sección con mayor volumen y mayor presión de vapor, que es el interior del fruto, a la de menor volumen y menor presión de vapor, del medio ambiente, hasta alcanzar el equilibrio. Se deben evitar las bajas temperaturas (menores a – 0,80 °C) en el ambiente a fin de que no se produzca la saturación (punto de rocío), porque el agua se condensa en la superficie del fruto, haciendo que sea más propenso el ataque de microorganismos. En frutas como la mora, se deben evitar las altas temperaturas (mayores a 4 °C), puesto que la energía de las moléculas aumenta y con ello la presión de vapor también se incrementa (García y García, 2001; Kader, 2002).

La mora, al ser un fruto pequeño, posee una mayor relación área/volumen y pierde mayor humedad. Esta es la causa principal de deterioro de las frutas, puesto que representa la pérdida de peso, el marchitamiento, la pérdida de turgencia y de calidad nutricional. Cuando la pérdida de humedad se encuentra entre el 5 y el 8 % disminuye la calidad y el valor comercial (Gallo, 1996).

8.3.1.3 Producción de etileno

El etileno es un compuesto orgánico natural, en forma de gas, producto del metabolismo de todos los tejidos vegetales, es regulador del crecimiento, el desarrollo y la senescencia, que actúa en concordancia con hormonas como las auxinas, giberelinas, citocininas y ácido absísico. Es fisiológicamente activo a cantidades menores a 0,10 ppm; una mayor exposición al

etileno exógeno acelera los procesos de senescencia y produce daños físicos, enfermedades, incremento de temperatura sobre los 30 °C y estrés por la pérdida de agua. Se puede controlar su producción con el almacenamiento a bajas temperaturas y con atmósferas modificadas con menos del 8 % de O₂ y mayores al 2 % de CO₂ (Kader, 2002).

8.3.1.4 Índices de madurez

El adecuado punto de cosecha o corte de los frutos es un factor crucial en el comportamiento poscosecha e influye de gran manera en la selección del proceso de manejo, la vida útil y las características sensoriales finales, como el sabor, el aroma, la textura y el color. El tiempo transcurrido a partir de determinadas operaciones en el cultivo, las características fisiológicas y las propiedades físicas, químicas o sensoriales se usan para determinar estos índices (Yahia e Higuera, 1992).

Los índices de madurez son criterios o parámetros que se emplean para determinar el grado de desarrollo de las frutas, la importancia depende de la fruta y su uso, un índice de madurez debe ser simple, económico, objetivo y preferentemente no destructivo (García y García, 2001).

En la mora, el índice de madurez utilizado para el consumo en fresco se relaciona con el viraje de color a negro morado brillante y para el estado de madurez comercial se recomienda cosecharla con una coloración rojo escarlata uniforme (Bejarano, 1992), lo cual concuerda con la recomendación de Montalvo *et al.* (2010) que señalan que el factor más importante para obtener calidad en las frutas es el grado de madurez en el momento de la cosecha, por lo que recomiendan que para que se logre el total desarrollo de sus características organolépticas, deberían ser cosechadas en un estado de madurez del 75 % de color.

8.3.2 Factores previos a la cosecha que afectan la calidad de las frutas

La calidad y vida útil de las frutas no solo depende del manejo poscosecha que se implemente, sino también del manejo que se proporcionará al huerto durante el crecimiento y desarrollo. La incidencia de plagas, desórdenes fisiológicos y deterioro de las frutas pueden verse reducidas al seleccionar la variedad o genotipo adecuado. El mejoramiento genético para generar nuevas variedades resistentes y de calidad se constituye en una alternativa importante para esos fines, tomando en cuenta las preferencias de los consumidores (Kader, 2002).

La nutrición de la planta, es un factor determinante en la calidad y vida poscosecha de las frutas, por lo que debe estar equilibrada para evitar problemas por exceso o déficit de nutrientes. Los altos niveles de nitrógeno producen un crecimiento vegetativo vigoroso, que impedirá la penetración adecuada de la luz hasta la fruta, incidiendo en la reducción del tamaño de la fruta, la producción, el contenido de sólidos solubles totales, y color de la misma (Ellis *et al.*, 1991; Arthey y Ashurt, 1997).

8.3.3 Cosecha

La etapa productiva de la mora de Castilla se inicia alrededor de los 8 a 10 meses después del trasplante en campo, de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona, y se estabiliza a los 18 meses (Martínez *et al.*, 2013; Roa y Gómez, 2002). La cosecha se realiza con una frecuencia de una vez por semana en lotes pequeños a dos veces por semana en lotes grandes (Jácome, 2010). Las plantas una vez iniciada la cosecha, tienen una producción continua,

aunque durante el año presentan de dos a tres picos de cosecha bien marcados con una duración de dos a tres meses cada uno, y recesos de producción menores a dos meses, que están relacionados muchas veces por aspectos nutricionales y manejo de la poda (Martínez *et al.*, 2007).

De acuerdo con su comportamiento respiratorio, la mora se considera un producto no climatérico; es decir, luego de la cosecha la tasa respiratoria se mantiene constante, y la fruta aunque puede tener cambios en la coloración, varía poco en el contenido de azúcares y el sabor (Franco y Giraldo, 2002), por lo que la cosecha debe realizarse cuando la fruta presenta color vino tinto brillante o cuando alcanza el 75 % de color morado; si se recolecta en estado inmaduro verde rojizo, o incluso rojizo, los frutos no alcanzan las características de color y sabor característicos, y se reduce notablemente el rendimiento, ya que se evita que la fruta continúe con su incremento en peso y tamaño que se obtiene al cosechar en el punto óptimo (De la Cadena y Orellana, 1984). Si por el contrario, la fruta se recoge demasiado madura, la vida útil en poscosecha será extremadamente corta, de tres a cuatro días al ambiente. Bajo estas consideraciones se requiere monitorear permanente el cultivo para realizar la cosecha al menos una vez por semana, pero si es necesario hasta dos veces por semana (Bonnet, 1994).

Durante la maduración de los frutos se producen cambios físicos y químicos que influyen en la calidad y valor nutritivo. El estado de madurez también incide sobre la susceptibilidad a la deshidratación, las pudriciones y su aptitud para el transporte y el almacenamiento. Los indicadores de madurez más empleados para la mora son: el color, el aroma, el desprendimiento de la fruta, el tiempo transcurrido de floración a cosecha; otros indicadores están basados en las exigencias del mercado (García y García, 2001; Yahía e Higuera, 1992).

En las áreas productoras de mora en el Ecuador, la recolección para la comercialización se realiza en canastos de 10 a 12 kg, o en cajas de madera de 4 a 5 kg. En este tipo de empaques la mora se deteriora mucho y la fruta ofrece pocas garantías de higiene y conservación (Jácome, 2010) (Figuras 8.3 y 8.4).



Figura 8.3. Empleo de Canastos.

Foto: Víctor Freire



Figura 8.4. Fruta en cajas deteriorada.

Foto: Aníbal Martínez

Para evitar excesivas pérdidas de fruta por aplastamiento, la fruta debe ser cosechada en recipientes no muy profundos, con una altura máxima de 12 cm, para evitar el sobrepeso, y la recolección se debe realizar, preferiblemente, en empaques individuales de 125 a 250 g, en el mismo recipiente en que se va a transportar al mercado para evitar el excesivo manipuleo. Se debe almacenar de preferencia en cuartos fríos o acopiar en lugares frescos y ventilados (De la Cadena y Orellana, 1984; Bonnet, 1994) (Figuras 8.5, 8.6 y 8.7).



Figura 8.5. Jabas plásticas bajas.

Foto: Víctor Freire



Figura 8.6. Cajas de cartón.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 8.7. Cajas plásticas bajas.

Foto: Aníbal Martínez

8.3.3.1 Pérdidas poscosecha

Las pérdidas poscosecha se definen como las deficiencias de calidad en las frutas causadas por cambios físicos, químicos, biológicos y fisiológicos durante la cosecha hasta el consumo de las frutas, lo que provoca una reducción en su valor comercial. Se han definido tres causas principales de estas pérdidas (García y García, 2001), así tenemos:

- **Desórdenes fisiológicos**

Las frutas pueden presentar degradaciones o defectos causados por el mal funcionamiento de las actividades normales de transpiración y respiración, estos daños denominados también desórdenes, pueden ser provocados por agentes externos como la temperatura (daños por calentamiento, frío y congelamiento), los excesos de humedad, que pueden causar el ataque de hongos y ablandamiento, el exceso de luz, que hace que se pierda el color de la fruta, y la contaminación química (Arthey y Ashurst, 1997).

- **Daños físicos**

Son daños superficiales o profundos causados por impacto, abrasión, corte o vibración. Causan deterioro de los tejidos internos produciéndose decoloraciones, pérdida de textura, incremento de la transpiración y de la respiración y, en consecuencia, deterioro general de la calidad y disminución de la vida útil, provocados en la manipulación de la fruta, empaque, transporte y almacenamiento inadecuados (Pólit, 2001).

- **Daños patológicos**

Los patógenos, hongos y bacterias atacan de preferencia los tejidos afectados por daños mecánicos o fisiológicos. Su ataque es favorecido por altas temperaturas y humedades relativas; su acción destructiva, tan solo por el contacto superficial de un fruto a otro, puede ser muy rápida. Las infecciones pueden aparecer luego de la recolección de la fruta y otras se originan dentro del cultivo en el campo (FAO, 2005; Pólit, 2001). En la mora las pérdidas poscosecha se dan principalmente por la presencia de *Botrytis* (pudrición gris), causada por el hongo *Botrytis cinerea*, el que sigue creciendo a 0 °C, sin embargo, el crecimiento a esta temperatura es muy lento, mientras que muestran un crecimiento óptimo a temperaturas de 20 a 25 °C (Barrero, 2009; Zhao, 2007). Además, en la mora se pueden presentar pérdidas poscosecha debido a pudriciones causadas por el hongo *Rhizopus* (*Rhizopus stolonifer*), (Mitcham *et al.*, 1998; Perkins-Veazie *et al.*, 1996).

8.3.4 Propuestas de mejora en el manejo poscosecha y comercialización de la mora de Castilla

Desde el año 2010 hasta el 2012, se mantuvieron reuniones con los representantes de las asociaciones de productores de mora de Castilla de la provincia de Tungurahua, las autoridades de la provincia, empresas comercializadoras y procesadoras, los gerentes de la Cadena de la Mora y del Mercado Mayorista de Ambato, los técnicos de INIAP y MAGAP, planteándose los principales problemas que existen en el manejo poscosecha y comercialización de la mora, habiéndose discutido sobre las alternativas para mejorar estos procesos. Se buscó que las alternativas propuestas demanden poca inversión, con la finalidad de que sean aplicables en el corto plazo por los actores de la cadena productiva de la mora de Castilla (Brito *et al.*, 2012).

En la investigación realizada por Freire en el 2012, una vez establecidas las principales causas de las pérdidas de calidad y económicas, se plantearon alternativas para reducir las. Estas alternativas debían ser fácilmente aplicables por parte de los productores y lo más importante fue que todos los actores de la cadena de producción estuvieron de acuerdo con los cambios propuestos.

8.3.4.1 Actividades de cosecha y poscosecha

La cosecha y poscosecha implican un conjunto de operaciones que deberían apuntar al mantenimiento de la calidad desde la huerta hasta los sitios de comercialización; pero también, se esperaría lograr precios diferenciales en la venta de la fruta. Generalmente el productor de mora de la provincia de Tungurahua no realiza una selección y clasificación de la fruta y cuando lo hace, éstas se realizan después de la cosecha, lo que implica un mayor manipuleo de la fruta.

Se propuso que las labores de recolección, selección y clasificación se realicen como una sola operación, ya que en la mora, por ser altamente perecedera y de estructura muy frágil, debe realizarse una mínima manipulación para reducir el deterioro, los costos de la cosecha y la contaminación de la fruta.

8.3.4.1.1 Recolección

Es fundamental que la recolección sea realizada por personas capacitadas en temas como los índices de cosecha para la mora de Castilla, ya que por ser una fruta que no madura homogéneamente, puede presentar en una misma rama frutos con distintos estados de desarrollo. Los índices de cosecha que normalmente usan los trabajadores son el color y el tamaño de la fruta.

Los trabajadores que recolectan la fruta deben estar provistos de guantes que protejan de las espinas, de lo contrario el producto podría contaminarse; además, se debe tomar en cuenta la ropa de trabajo básica para mantener la calidad, como el uso de delantal, botas de caucho, mascarilla y sombrero.

Habitualmente la mora se recolecta sin pedúnculo, esta forma de recolección produce una herida en el fruto que resulta ser una entrada para los microorganismos causantes de la pudrición. Lo adecuado sería cosechar la fruta con una pequeña sección de pedúnculo, para el corte se debe utilizar tijeras limpias y desinfectadas con alcohol.

El momento de cosecha de la mora es un factor de gran importancia, se debe procurar no realizar la recolección en presencia de lluvias ni durante el rocío, ya que la fruta mojada es más susceptible al ataque de microorganismos durante la poscosecha.

Los empaques destinados a contener la fruta deben estar limpios y desinfectados, libres de residuos de materiales contaminantes. Con la finalidad de evitar el trasvase de la fruta, el mismo que produce una gran disminución de la calidad, se debería cosechar directamente en los empaques en los que se enviará la fruta a los mercados o en los que demanda el comprador.

8.3.4.1.2 Selección

Es importante realizar esta labor, ya que los frutos que presenten ataque de plagas y enfermedades, especialmente *Botrytis* en la mora de Castilla, pueden contaminar a la fruta sana dentro del empaque. En esta operación se debe procurar separar los frutos que presenten algún tipo de daño y que por este motivo no puedan ser comercializados.

8.3.4.1.3 Clasificación

La clasificación que se realiza en la mora de Castilla, la hace el intermediario que compra la fruta al productor, ya que su finalidad es establecer el precio que se pagará por el producto. Se debe aplicar las normas existentes en el Ecuador NTE INEN 2427: 2010 "Frutas fresca. Mora. Requisitos", que se basa en la norma técnica colombiana ICONTEC NTC 4106, que presentan las especificaciones para las actividades poscosecha de la mora de Castilla, con los siguientes calibres:

CALIBRE A: Diámetro mayor o igual a 27 mm y peso promedio de 9,2 g.

CALIBRE B: Diámetro entre 23 y 26 mm y peso promedio de 8,8 g.

CALIBRE C: Diámetro entre 19 y 22 mm y peso promedio de 6,2 g.

CALIBRE D: Diámetro entre 14 y 18 mm y peso promedio de 4,2 g.

CALIBRE E: Diámetro menor o igual a 13 mm y peso promedio de 3,2 g.

8.3.4.1.4 Empaques

Con los análisis realizados a la fruta de los empaques probados en esta investigación, se determinó que el canasto de carrizo de 10 kg, empaque tradicional para esta fruta, provoca una alta degradación de la calidad y es en el que se presentaron los valores de pérdidas de peso y económicos más altos. La gaveta plástica de 10 kg presentó menores pérdidas de peso y calidad que el canasto de carrizo, por lo tanto, resultó ser una buena alternativa para reemplazar al empaque tradicional.

Los empaques de 4 kg resultaron ser los más adecuados para mantener la calidad de la fruta. La caja de cartón fue el empaque en el que más se conservaron las características físicas-químicas de calidad de la fruta y en el que se presentaron las menores pérdidas económicas.

Al momento de escoger un empaque se debe tener en cuenta los requerimientos del mercado al que va destinado el producto, así se podría comercializar para mercados mayoristas en las gavetas plásticas de 10 kg y para clientes específicos como los supermercados en las gavetas plásticas o cajas de cartón de 4 kg.

8.3.4.1.5 Pre-enfriamiento

En este estudio se observó que la temperatura es un factor determinante en el deterioro de la mora de Castilla, por lo tanto, se hace necesario un pre enfriamiento a la fruta. Aunque resulta difícil llegar a las temperaturas de refrigeración en las huertas, cualquier disminución ayudará a conservar las características de calidad. Una buena práctica es colocar los empaques con la mora cosechada en lugares bajo sombra, ventilados y que en dichos lugares no existan productos agroquímicos y plagas, que puedan contaminar a la fruta.

8.3.4.1.6 Transporte

Se debe asegurar el buen estado de mantenimiento del vehículo, eliminar las posibles causas de averías; la sanidad del área del vehículo en la que se ubica la carga y en lo posible que se transporte exclusivamente la mora. Los vehículos más utilizados para transportar mora de Castilla son camionetas abiertas. Se debe adecuar el balde de las camionetas con estructuras metálicas cubiertas de lona para evitar la contaminación del producto durante el viaje y protegerlo del sol y la lluvia; además, este tipo de cubiertas deberían tener orificios en la parte delantera y trasera, esto ayudaría a ventilar el producto.

La conducción del vehículo resulta importante para evitar daños por fuerzas generadas por la aceleración y durante las curvas. Se debe transportar el producto a una velocidad que no ponga en riesgo la calidad de la carga. Además, se debe elegir una ruta de transporte en la que las vías se encuentren en buen estado para evitar el maltrato de la fruta.

En cuanto a los empaques en el transporte, las gavetas plásticas resultaron adecuadas para apilar y ordenar la carga en los vehículos de transporte, la caja de cartón por sus características de resistencia, no permite apilar demasiados empaques; mientras que, en el canasto de carrizo con fondo redondo resulta imposible apilar y ordenar de una forma adecuada.

8.3.4.2 Comercialización

Se determinó que una de las principales alternativas para mejorar el proceso de comercialización de la mora de Castilla es conseguir mercados que aseguren la venta del producto a precios que permitan al productor obtener una adecuada rentabilidad. Se debería realizar alianzas entre los productores y los sectores agroindustriales, que demandan de la fruta. Durante la recopilación de los datos económicos, se observó la falta de un sistema de información formal, acerca de los precios a lo largo de la cadena, oferta y demanda del producto. Es necesario mantener una base actualizada de estos datos con la finalidad de desarrollar planes de negocios encaminados a tener una cadena más competitiva.

Durante la comercialización de la mora de Castilla, los comerciantes intermediarios son los que tienen mayor ventaja, debido a que son ellos los que manejan el mercado y tienen el poder de negociación en cuanto a precios; esto perjudica notablemente a los productores y consumidores. Para ganar poder de negociación los productores deben asociarse y comercializar su producto en conjunto o común.

Los consumidores se ven afectados por la inestabilidad de los precios y por la inexistencia de parámetros de calidad para la comercialización de la mora. Una alternativa para mejorar la comercialización sería clasificar la fruta en el momento de la cosecha, de esta forma el productor obtendría un precio justo por cada categoría de fruta y el consumidor recibiría un producto por la calidad que pagó.

Es común encontrar que en un mismo empaque existen distintas categorías de calidad de la fruta, lo cual es aprovechado por los intermediarios y toman como precio base para pagar al productor a la de menor calidad. Otra alternativa necesaria para mejorar la comercialización es la estandarización del peso de los empaques, es una práctica habitual negociar la mora

por canastos, sin tener en cuenta el peso exacto de cada canasto, esta práctica afecta al productor y a la calidad de la fruta, que para vender su producto tiene que llenar el canasto excesivamente, sin considerar que esta práctica afecta a la calidad final del producto.

8.3.5 Evaluación de la calidad física, química y sensorial en 14 accesiones de mora seleccionadas

Se presentan los resultados de la evaluación de la calidad poscosecha de 14 accesiones de mora de Castilla provenientes de las provincias de Tungurahua y Bolívar, en esta investigación se realizó el análisis físico, químico y sensorial en las accesiones de mora preseleccionadas morfoagronómicamente y cosechadas en su estado de madurez fisiológica; se seleccionaron las que reunieron las mejores características de calidad; se estableció el índice óptimo de cosecha para mantener la calidad de las accesiones, con base en su comportamiento durante el almacenamiento al ambiente y en frigoconservación; se caracterizó química y nutricionalmente y se estableció una tabla de color descriptiva para las accesiones seleccionadas (Montalvo *et al.*, 2010).

8.3.5.1 Caracterización física

El análisis de comparación de múltiples muestras, anova ($\alpha = 0,05 \%$), que resultó altamente significativo para los grupos que se formaron en las variables de respuesta de las 14 accesiones de mora de Castilla, cuyos valores se muestran en la Tabla 8.1.

Tabla 8.1. Caracterización física de 14 accesiones de mora de Castilla.

Accesiones	Peso* (g)	Largo* (mm)	Diámetro* (mm)	Relación l/d (adimensional.)	Firmeza* (N)	Consistencia** (cm min ⁻¹)
AP002	5,07 ± 0,63	22,79 ± 1,52	19,73 ± 1,54	1,16 ± 0,11	3,39 ± 0,68	5,00 ± 0,00
AP009	5,50 ± 1,01	22,06 ± 1,87	20,80 ± 0,91	1,06 ± 0,08	3,35 ± 0,50	7,50 ± 0,50
AP025	7,04 ± 1,20	26,57 ± 2,45	20,49 ± 1,45	1,30 ± 0,11	2,44 ± 0,38	6,83 ± 1,04
AP026	7,36 ± 1,33	27,61 ± 1,96	20,49 ± 1,58	1,35 ± 0,11	2,04 ± 0,32	7,50 ± 0,50
AP028	6,43 ± 1,12	25,38 ± 2,45	20,30 ± 1,23	1,25 ± 0,13	2,09 ± 0,52	7,33 ± 0,29
AP037	6,27 ± 1,15	24,49 ± 2,74	22,18 ± 1,33	1,11 ± 0,12	3,09 ± 0,46	6,50 ± 0,87
AP040	5,56 ± 1,09	23,22 ± 2,83	20,48 ± 1,43	1,14 ± 0,14	2,88 ± 0,86	5,33 ± 0,29
AP045	5,34 ± 0,88	22,93 ± 1,64	19,75 ± 1,14	1,16 ± 0,09	3,92 ± 0,68	4,67 ± 0,29
AP060	6,93 ± 0,89	26,97 ± 2,15	20,39 ± 1,00	1,33 ± 0,12	2,37 ± 0,31	6,50 ± 0,87
AP061	5,96 ± 1,21	25,38 ± 3,05	19,21 ± 1,61	1,33 ± 0,16	2,73 ± 0,44	7,67 ± 0,29
AP073	5,15 ± 0,77	22,29 ± 2,11	19,36 ± 1,58	1,16 ± 0,14	3,69 ± 0,79	4,50 ± 0,50
MA099	5,24 ± 1,02	21,84 ± 2,01	20,06 ± 1,27	1,09 ± 0,11	3,47 ± 0,63	6,50 ± 0,50
MA0100	5,32 ± 1,18	21,71 ± 2,36	20,47 ± 1,47	1,06 ± 0,10	3,24 ± 0,46	6,83 ± 0,29
AP003	6,51 ± 1,44	24,71 ± 2,39	20,53 ± 1,80	1,21 ± 0,12	3,19 ± 0,64	6,33 ± 0,29

* media ± DS (n = 30)

** media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo *et al.*, 2010

Los pesos contemplados entre los calibres B (8,80 g) y D (4,20 g) se encuentran en el calibre C de acuerdo a la norma colombiana NTC 4106 (1997). El mayor rendimiento en pulpa se obtuvo en la AP025, con un valor de 90,18 %; la de menor rendimiento en pulpa fue la accesión AP073 con un valor de 82,07 %.

8.3.5.2 Caracterización química

El análisis de comparación de múltiples muestras, Anova ($\alpha = 0,05 \%$), resultó altamente significativo para los grupos formados en las variables determinadas, cuyos valores se observan en la Tabla 8.2.

Tabla 8.2. Parámetros químicos de 14 accesiones de mora de Castilla.

Accesiones	S. Solubles	pH	Acidez	Vitamina C
	(° Brix)	(adimensional)	(g 100 g ⁻¹ ac. cítrico)	(mg 100 g ⁻¹)
AP002	13,53 ± 0,31	2,72 ± 0,04	3,07 ± 0,05	17,73 ± 1,61
AP009	13,40 ± 0,53	2,82 ± 0,07	2,47 ± 0,11	17,41 ± 0,46
AP025	12,07 ± 0,12	2,87 ± 0,06	2,93 ± 0,15	13,33 ± 0,09
AP026	12,73 ± 0,12	2,96 ± 0,02	2,51 ± 0,20	11,05 ± 0,54
AP028	13,13 ± 0,23	2,98 ± 0,03	2,57 ± 0,02	17,91 ± 0,60
AP037	13,07 ± 0,12	2,96 ± 0,02	2,61 ± 0,09	15,35 ± 0,66
AP040	12,87 ± 0,42	2,86 ± 0,01	3,23 ± 0,08	17,01 ± 0,00
AP045	12,73 ± 0,12	2,88 ± 0,09	3,47 ± 0,06	19,83 ± 0,99
AP060	12,13 ± 0,23	2,81 ± 0,03	2,89 ± 0,12	12,31 ± 1,44
AP061	12,27 ± 0,64	2,72 ± 0,05	3,06 ± 0,08	14,42 ± 1,60
AP073	13,00 ± 0,00	2,69 ± 0,03	3,23 ± 0,07	20,20 ± 0,09
MA099	12,33 ± 0,42	2,92 ± 0,09	2,61 ± 0,06	14,98 ± 0,51
MA0100	12,60 ± 0,72	2,93 ± 0,05	2,62 ± 0,08	17,41 ± 0,67
AP003	12,33 ± 0,42	3,19 ± 0,03	2,60 ± 0,02	19,40 ± 1,22

*media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo et al., 2010

Las accesiones se encuentran sobre el nivel de sólidos solubles presentes en la mora de Castilla cultivada en Ecuador, según Farinango (2010) esta llega a valores de 11,30 °Brix y en otros países, en estudios de selección realizados en Colombia según Barrero, 2009, las mejores accesiones presentaron valores entre 6,60 y 8,20 °Brix.

Los valores de acidez reportados para esta fruta son de 1,83 % (Anda y Navas 2001), y de 2,30 %, por Farinango (2010), por lo que las accesiones en este estudio presentaron una acidez relativamente más alta. La mora caracterizada en Colombia según Barrero (2009), presentaron valores de 2,92 a 3,42 % de acidez que coincide con el rango de valores encontrados en esta investigación.

8.3.5.3 Análisis sensorial

El análisis de varianza para el dulzor, aroma y sabor determinó que existe una variación altamente significativa ($\alpha = 0,05 \%$) entre grupos de accesiones y entre los catadores, mientras que el color presento diferencias altamente significativas entre accesiones y diferencias no significativas entre catadores, debido a que, los catadores diferenciaron su preferencia, pero no pudieron establecer visualmente una diferencia entre los colores de las pulpas degustadas. Cuyas puntuaciones se pueden observar en la Tabla 8.3.

Tabla 8.3. Análisis sensorial de 14 accesiones de mora de Castilla.

Dulzor		Aroma	
Accesión	Calificación	Accesión	Calificación
MA099	3,78 A	MA0100	4,93 A
AP045	3,78 A	AP037	5,00 AB
AP040	3,96 AB	MA099	5,07 AB
AP037	4,07 AB	AP073	5,18 ABC
AP073	4,11 AB	AP040	5,26 ABC
MA0100	4,22 AB	AP045	5,33 ABC
AP060	4,41 ABCD	AP060	5,33 ABC
AP002	4,67 BCD	AP003	5,37 ABC
AP003	4,67 BCD	AP002	5,52 BCD
AP028	5,11 CDE	AP028	5,70 CDE
AP061	5,15 DE	AP061	5,96 DE
AP025	5,15 DE	AP009	5,96 DE
AP026	5,44 E	AP025	6,07 DE
AP009	5,74 E	AP026	6,14 E
Sabor		Color	
Accesión	Calificación	Accesión	Calificación
MA099	4,07 A	AP045	5,33 A
AP045	4,15 A	AP040	5,41 AB
AP040	4,26 A	AP037	5,52 ABC
AP060	4,33 A	AP061	5,55 ABC
AP037	4,33 A	AP028	5,55 ABC
MA0100	4,63 AB	AP073	5,59 ABC
AP073	4,63 AB	MA0100	5,63 ABC
AP003	4,74 ABC	AP060	5,63 ABC
AP002	5,04 BCD	AP002	5,67 ABC
AP028	5,37 CDE	AP026	5,89 BC
AP025	5,41 CDE	AP009	5,89 BC
AP026	5,44 DE	MA099	5,93 C
AP061	5,52 DE	AP003	5,93 C
AP009	5,85 E	AP025	6,00 C

n = 27 catadores

Fuente: Montalvo et al., 2010

8.3.5.4 Selección por calidad de las accesiones de mora

Se seleccionaron las mejores accesiones de mora de Castilla de acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización física, química y sensorial. Según Cepeda (2000), al comercializar la mora en el Ecuador, los agricultores que forman parte de la cadena productiva, le dan el 60 % de importancia al tamaño, el peso y el color; mientras que para los industriales el 60 % les corresponde a los sólidos solubles y la acidez de la fruta.

La accesión AP026 es la que presentó los valores más altos para el peso, largo, relación L/D, rendimiento en pulpa, dulzor, aroma y sabor. La accesión AP009 corresponde a la accesión con el contenido más alto de sólidos solubles, rendimiento en pulpa, dulzor, aroma y sabor. De entre las accesiones sin espinas se encontró que la mejor accesión fue la MA0100 por el alto contenido de sólidos solubles y rendimiento en pulpa, que se conoce como la variedad INIAP Andimora 2013.

Las accesiones AP009, MA0100 y AP026 son las que tienen el menor valor de firmeza, acidez y el índice de oscurecimiento, además que corresponden a las que tienen la mayor relación de sabor; obtenida dividiendo los sólidos solubles para la acidez titulable de la fruta. En la Figura 8.8 se presentan los valores de la relación de sabor.

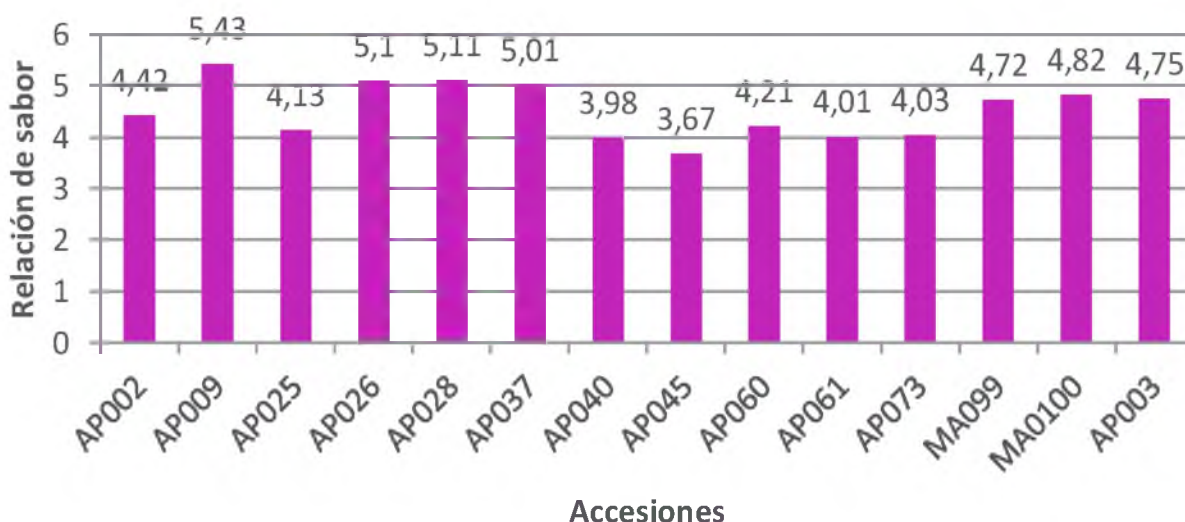


Figura 8.8. Relación de sabor para las 14 accesiones de mora de Castilla.

Fuente: Montalvo et al., 2010

La accesión AP009 tuvo una relación de sabor de 5,43 y la accesión AP026 un valor de 5,10, muy cercano al valor obtenido por la accesión AP028, siendo el valor más bajo de 3,67 para la accesión AP045, que es también la que posee la menor aceptabilidad en el análisis sensorial, la accesión MA0100 tuvo un valor de 4,82.

De acuerdo con el análisis sensorial, se realizó una sumatoria de los puntajes promedio obtenidos para los cuatro atributos, para de esta forma conocer las accesiones con mayor aceptabilidad, que corresponden a las accesiones seleccionadas que presentaron la mejor calidad física y química. Los puntajes obtenidos en la prueba de aceptabilidad sobre 28 puntos se presentan en la Figura 8.9.

La accesión AP009 tuvo el mayor puntaje de aceptabilidad con un valor de 23,43 seguida de la accesión AP026 con un valor 22,90 y la MA0100 con 19,39, mientras que las accesiones con menor aceptabilidad fueron la AP045 con 18,58 y la MA099 con un valor de 18,83.

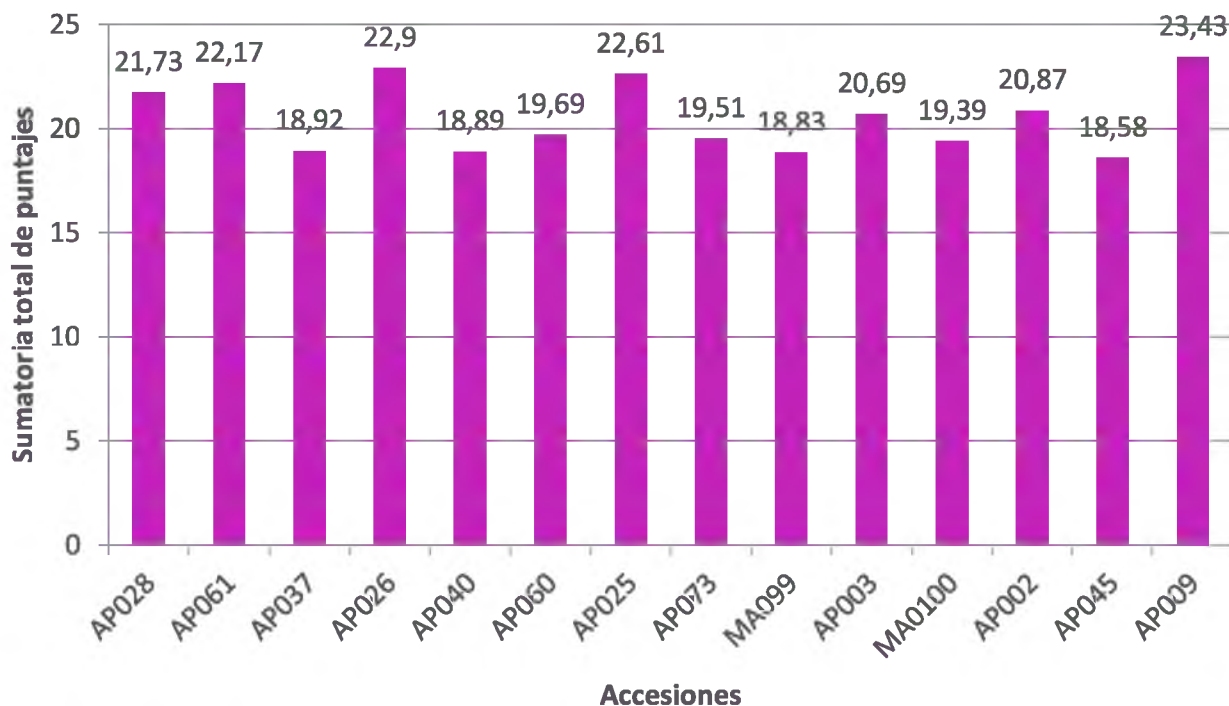


Figura 8.9. Accesiones de mora con mayor aceptabilidad de acuerdo al puntaje total obtenido en el análisis sensorial.

Fuente: Montalvo et al., 2010

8.3.6 Determinación del índice óptimo de cosecha con base en su comportamiento durante el almacenamiento

Se presentan los resultados obtenidos para las accesiones seleccionadas: AP026, AP009 y MA0100.

8.3.6.1 Conservación al ambiente

En la conservación en ambiente natural a 18 ± 2 °C y 60 ± 7 % HR promedio, la accesión AP026 se puede almacenar hasta por cinco días, cosechada al 50 % de madurez y hasta tres días con 75 % de madurez. La accesión AP009 duró hasta cinco días al 50 % de madurez y tres días al 75 % de madurez, la accesión MA0100 duró hasta siete días al 50 % de madurez y cinco días al 75 % de madurez, con una leve deshidratación y el apareamiento de la pudrición.

Se incrementó la pérdida de peso con el tiempo de almacenamiento en las tres accesiones. En ambiente natural la accesión MA0100 es la que pierde mayor peso en cada periodo de almacenamiento, en las accesiones AP009 y AP026 la fruta al 75 % de madurez en el día 9 se encontraba con el 100% del daño calificado como pudrición; por lo que la fruta fue descartada.

Se produjo una mayor pérdida de peso en la fruta cosechada con el 75 % de madurez para las accesiones AP009 y AP026, contrario a lo reportado por Farinango (2010), que para el 50 % de madurez encuentra una tasa respiratoria mayor que al 75 % de madurez, donde en los primeros días aumenta la tasa respiratoria para luego disminuir en ambos casos, la accesión MA0100 coincide con este resultado.

8.3.6.1.1 Descripción visual de daños

En la Tabla 8.4 se presenta los tres tipos de daños registrados para la fruta en las accesiones seleccionadas durante el almacenamiento al ambiente.

Tabla 8.4. Diferentes tipos de daños en las accesiones seleccionadas de mora de Castilla, durante el almacenamiento al ambiente natural (18 ° C, 60 % HR).

Accesión	Tiempo	Tipos de daños (%)					
		Deshidratación		Pudrición		Físicos	
	Días	E1	E2	E1	E2	E1	E2
AP009	1	0	0	0	0	0	0
	3	5	24	0	0	0	0
	5	38	79	0	2	0	0
	7	70	81	0	19	0	0
	9	81	100	2	100	0	100
AP026	1	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	3	0	0	0
	5	45	50	5	9	0	0
	7	62	71	28	71	0	0
	9	68	100	40	100	0	100
MA0100	1	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	5	87	35	3	8	0	0
	7	98	92	6	12	0	0
	9	100	100	20	18	0	0

E1: 50 % madurez de la fruta E2: 75 % madura de la fruta

Fuente: Montalvo et al., 2010

Las accesiones presentan menor incidencia de pudrición, puesto que, datos presentados por Farinango (2010), al día cinco de almacenamiento a 20 ° C, en el estado de madurez E2 presentó daños por pudrición, identificado como Botrytis, en el 12 % de la fruta, incrementándose a los 13 días en el 92 %. La accesión MA0100 presenta menores niveles de pudrición, pero iguales niveles de deshidratación que las otras accesiones. La accesión AP026 presenta niveles más elevados de pudrición que las otras accesiones.

En la Tabla 8.5 se presentan los coeficientes de terminación de los daños en cada una de las accesiones, que indica que existe una tasa de incremento de la deshidratación y de la pudrición con el tiempo de almacenamiento de la mora de Castilla.

Tabla 8.5. Coeficientes de terminación de los daños presentados en los dos almacenamientos.

Estado de madurez		Deshidratación		Pudrición	
		50 %	75%	50 %	75 %
AP009	Ambiente	95,37	91,14	50,00	64,49
	Frío	91,24	75,77	50,00	95,11
AP026	Ambiente	89,75	94,48	87,31	84,98
	Frío	90,26	97,32	73,26	94,81
MA0100	Ambiente	81,26	90,87	76,45	94,74
	Frío	73,63	77,10	0,00	89,60

Fuente: Montalvo *et al.*, 2010

8.3.6.1.2 Determinaciones químicas

En las Tablas 8.6, 8.7, 8.8, y 8.9, se presentan los datos para los parámetros de evaluación de la calidad en la conservación al ambiente natural, de las tres accesiones.

En el proceso de senescencia, el pH tiende a incrementarse, para el caso de la mora de Castilla, se observó que para el estado de madurez de 75 % se cumple el incremento, de 2,78 a 2,89 para la accesión AP009, y de 2,56 a 2,88 para la AP026, mientras que la accesión MA0100 el pH mostró una tendencia a mantenerse, para el estado de madurez de 50 %, los valores de pH tienden a mantenerse, al transcurrir el tiempo de almacenamiento para las tres accesiones.

La acidez disminuye en los dos estados de madurez, los sólidos solubles se incrementan hasta un punto y luego disminuyen para las accesiones AP009 y AP026, para la MA0100 solo se incrementan ligeramente. La vitamina C tiende a mantener sus valores o a concentrar su contenido y a disminuir en los últimos periodos. La relación de sabor se incrementó paulatinamente y en el último periodo hubo tendencia a disminuir para la accesión AP009 y en la accesión AP026 se mantuvo esta relación, para luego disminuir. Para la accesión MA0100 esta relación se incrementa con el almacenamiento.

Tabla 8.6. Parámetros químicos de la accesión AP009 en el almacenamiento al ambiente.

Periodo	Em	Sólidos solubles	pH	Acidez titulable	Vitamina C
		(° Brix)	(adimensional)	(g 100 g ⁻¹)	(mg 100 g ⁻¹)
Día 1	50 %	9,8 ± 0,20	2,60 ± 0,05	4,00 ± 0,08	17,81 ± 0,43
	75 %	10,87 ± 0,61	2,78 ± 0,08	3,13 ± 0,06	17,50 ± 0,75
Día 3	50 %	10,47 ± 0,31	2,66 ± 0,01	3,83 ± 0,03	15,76 ± 0,46
	75 %	11,27 ± 0,31	2,76 ± 0,02	3,37 ± 0,00	17,35 ± 0,69
Día 5	50 %	10,73 ± 0,23	2,74 ± 0,06	3,97 ± 0,02	13,99 ± 0,38
	75 %	11,87 ± 0,12	2,86 ± 0,06	3,12 ± 0,19	17,97 ± 0,34
Día 7	50 %	10,67 ± 0,12	2,67 ± 0,02	3,51 ± 0,05	14,02 ± 0,67
	75 %	11,53 ± 0,61	2,89 ± 0,01	2,85 ± 0,02	15,65 ± 0,74
Día 9	50 %	9,60 ± 0,20	2,70 ± 0,01	3,79 ± 0,04	13,85 ± 0,41
	75 %	-	-	-	-

Em: Estado de madurez media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo et al., 2010

Tabla 8.7. Parámetros químicos para la accesión AP026, en el almacenamiento al ambiente.

Periodo	Em	Sólidos solubles	pH	Acidez titulable	Vitamina C
		(° Brix)	(adimensional)	(g 100 g ⁻¹)	(mg 100 g ⁻¹)
Día 1	50 %	8,80 ± 0,20	2,64 ± 0,03	3,87 ± 0,05	19,87 ± 1,39
	75 %	10,93 ± 0,31	2,56 ± 0,01	3,66 ± 0,19	16,45 ± 0,97
Día 3	50 %	10,47 ± 0,46	2,66 ± 0,02	3,43 ± 0,04	18,34 ± 0,60
	75 %	10,80 ± 0,20	2,73 ± 0,08	2,95 ± 0,07	18,79 ± 0,06
Día 5	50 %	10,60 ± 0,53	2,56 ± 0,08	3,82 ± 0,14	23,08 ± 1,07
	75 %	11,33 ± 0,31	2,70 ± 0,03	2,91 ± 0,04	24,46 ± 0,69
Día 7	50 %	10,53 ± 0,42	2,64 ± 0,03	3,95 ± 0,03	22,19 ± 0,41
	75 %	10,53 ± 0,42	2,88 ± 0,02	2,70 ± 0,10	18,37 ± 0,37
Día 9	50 %	9,60 ± 0,20	2,66 ± 0,01	3,74 ± 0,01	20,31 ± 0,36
	75 %	-	-	-	-

Em: Estado de madurez media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo et al., 2010

Tabla 8.8. Parámetros químicos para la accesión MA0100, en el almacenamiento al ambiente.

Periodo	Em	Sólidos solubles	pH	Acidez titulable	Vitamina C
		(° Brix)	(adimensional)	(g 100 g ⁻¹)	(mg 100 g ⁻¹)
Día 1	50 %	9,50±0,42	2,91±0,16	3,73±0,04	17,45±0,90
	75 %	10,13±0,12	2,85±0,01	3,33±0,09	16,63±0,76
Día 3	50 %	10,07±0,23	2,69±0,02	3,62±0,20	17,79±0,34
	75 %	11,13±0,31	2,79±0,03	3,08±0,18	17,71±0,13
Día 5	50 %	10,40±0,20	2,65±0,06	3,66±0,03	17,67±0,36
	75 %	11,53±0,31	2,80±0,05	3,06±0,04	18,41±0,42
Día 7	50 %	11,07±0,12	2,74±0,01	3,62±0,04	17,54±0,25
	75 %	11,57±0,06	2,80±0,02	2,85±0,08	17,73±0,27
Día 9	50 %	11,00±0,20	2,78±0,06	3,54±0,14	19,63±0,15
	75 %	11,67±0,12	2,83±0,02	2,58±0,02	14,93±0,36

Em: Estado de madurez media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo et al., 2010

Tabla 8.9. Relación de sabor para tres accesiones de mora de Castilla, en almacenamiento al ambiente natural.

N.Días	AP009		AP026		MA0100	
	50 % madurez	75 % madurez	50 % madurez	75 % madurez	50 % madurez	75 % madurez
1	2,45 ± 0,07	3,47 ± 0,26	2,27 ± 0,08	3,00 ± 0,26	2,55±0,05	3,05±0,08
3	2,74 ± 0,07	3,34 ± 0,09	3,05 ± 0,15	3,66 ± 0,16	2,79±0,24	3,63±0,34
5	2,70 ± 0,06	3,82 ± 0,25	2,78 ± 0,27	3,90 ± 0,08	2,84±0,07	3,77±0,05
7	3,04 ± 0,02	4,05 ± 0,25	2,67 ± 0,11	3,90 ± 0,25	3,05±0,06	4,06±0,09
9	2,54 ± 0,08	-	2,57 ± 0,05	-	3,11±0,18	4,53±0,03

Fuente: Montalvo et al., 2010

Lo expuesto muestra que al cosechar en un estado de madurez del 75 %, es el momento óptimo para alcanzar el 100 % de la madurez fisiológica en las dos accesiones, ya que según la norma técnica colombiana NTC 4106 (1997), la mora de Castilla alcanza su madurez con una relación de sabor a partir de un valor de 3,10.

8.3.6.2 Conservación en ambiente controlado

En la conservación en ambiente controlado a $2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ y $90 \pm 5\%$ HR, disminuye la perecibilidad de las accesiones seleccionadas, se retarda el apareamiento de las características de la senescencia, cosechada al 50 % de madurez se puede almacenar hasta por nueve días y cosechada al 75 % de madurez hasta por seis días la accesión AP026, la accesión AP009 por 12 días al 50 % de madurez y por 9 días al 75 % de madurez y la accesión MA0100 por 12 días al 50 % de madurez y por 12 días al 75 % de madurez.

Las accesiones AP009 y MA0100, presentan mejores condiciones en los dos tipos de almacenamiento, puesto que la accesión AP026 presenta una mayor susceptibilidad a presentar un incremento de la pudrición en el tiempo de almacenamiento del 87,31 % para el E1 y 84,98 % para el E2; y, en ambiente controlado de 73,26 % y 94,81 % respectivamente. La accesión AP009 presenta una mayor firmeza, relación de sabor, sólidos solubles y una menor acidez durante la conservación.

El factor más importante para obtener calidad en las frutas, es el grado de madurez en el momento de la cosecha; la aplicación de estándares de madurez ha resultado importante aun siendo la mora de Castilla una fruta no climatérica, estableciéndose que las accesiones AP009, MA0100 y AP026, para que se logre el total desarrollo de sus características organolépticas, deberían ser cosechadas en un estado de madurez del 75 %.

8.3.6.2.1 Determinaciones físicas

- **Pérdida de peso**

La interacción estado de madurez por días de almacenamiento, fue no significativa. Por lo tanto, la pérdida de peso en el almacenamiento controlado es igual a los dos estados de madurez. Resultado que difiere con lo encontrado por Farinango (2010), a condiciones de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 90 a 95 % de humedad relativa, donde se encontró que para los estados 50 % y 75 % de madurez, a los 15 días de almacenamiento, presentan 12 y 14 % pérdida de peso, respectivamente. Si se toma como referencia una pérdida de peso del 10 % en la mora, se puede observar que en la conservación en frío, o ambiente controlado, se llega a este punto de pérdida a los 9 días de almacenamiento, para las accesiones seleccionadas, a diferencia del ambiente que la alcanza en 5 días.

- **Descripción visual de daños**

En la Tabla 8.10, se visualizan los tres tipos de daños registrados para la mora de Castilla en las tres accesiones seleccionadas. En este tipo de conservación controlada, el apareamiento de daños se reduce en un 50 % con relación a la conservación al ambiente, puesto que la fruta permanece inocua por un mayor periodo de tiempo, en el caso de la accesión AP026 y AP009 hasta los nueve días de almacenamiento y la MA0100 hasta 12 días, con una presencia de daños en la escala leve. En el almacenamiento en ambiente controlado, las accesiones AP009 y AP026 se deterioran simultáneamente y es la deshidratación la principal causa del daño, contrario a lo que sucede con el almacenamiento en ambiente natural, la MA0100 es la que se deteriora en menor grado.

Tabla 8.10. Diferentes tipos de daños en las accesiones seleccionadas de mora de Castilla, durante el almacenamiento controlado ($2 \pm 1^\circ \text{C}$, 90 % HR).

Accesión	Tiempo Días	Tipos de daños (%)					
		Deshidratación		Pudrición		Físicos	
		E1	E2	E1	E2	E1	E2
AP009	3	0	0	0	0	0	0
	6	9	36	0	2	0	2
	9	39	44	0	14	0	1
	12	40	46	0	22	0	0
	15	51	52	0	25	1	0
AP026	3	0	0	1	1	0	0
	6	3	21	3	5	0	0
	9	37	27	12	8	0	0
	12	47	41	12	14	1	0
	15	52	61	11	14	0	0
MA0100	3	0	0	0	0	0	0
	6	1	8	0	0	0	0
	9	9	19	0	1	0	0
	12	25	30	0	1	0	0
	15	88	99	0	2	0	0

E1: 50 % madurez de la fruta E2: 75 % madura de la fruta

Fuente: Montalvo *et al.*, 2010

8.3.6.2.2 Determinaciones químicas

En las Tablas 8.11, 8.12, 8.13 y 8.14, se muestran los parámetros químicos determinados en las tres accesiones de mora de Castilla durante los 15 días de almacenamiento en ambiente controlado.

Tabla 8.11. Parámetros químicos de la accesión AP009 en ambiente controlado.

Periodo	Em	Sólidos solubles	pH	Acidez titulable	Vitamina C
		(° Brix)	(adimensional)	(g 100 g ⁻¹)	(mg 100 g ⁻¹)
Día 3	50%	10,07 ± 0,15	2,46 ± 0,07	3,94 ± 0,18	19,91 ± 0,63
	75%	12,60 ± 0,40	2,60 ± 0,04	3,42 ± 0,09	17,40 ± 1,53
Día 6	50%	10,27 ± 0,31	2,63 ± 0,02	4,04 ± 0,06	20,62 ± 0,10
	75%	12,40 ± 0,53	2,63 ± 0,07	3,54 ± 0,06	18,31 ± 0,89
Día 9	50%	10,80 ± 0,20	2,63 ± 0,03	3,92 ± 0,03	20,42 ± 1,11
	75%	12,60 ± 0,20	2,67 ± 0,03	3,60 ± 0,10	20,93 ± 1,64
Día 12	50%	11,87 ± 0,23	2,71 ± 0,03	4,13 ± 0,06	20,97 ± 1,64
	75%	13,07 ± 0,12	2,76 ± 0,02	3,64 ± 0,09	21,57 ± 1,29
Día 15	50%	10,87 ± 0,81	2,74 ± 0,06	3,88 ± 0,05	19,91 ± 0,68
	75%	12,00 ± 0,00	2,65 ± 0,02	3,55 ± 0,14	19,40 ± 0,33

Em: Estado de madurez media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo *et al.*, 2010

El pH mostró una tendencia a mantenerse, resultados que difieren con Farinango (2010), quien encontró un incremento en los valores de pH. Reina (1998), reportó un incremento y luego una disminución del pH. Esto pudo deberse a que en los dos casos se utilizó una temperatura de almacenamiento más alta, de 4 y 8 °C, respectivamente.

A medida que transcurrió el almacenamiento, la acidez presentó una tendencia a disminuir su valor en la accesión AP026 y a mantenerse en la AP009 y MA0100. Al comparar los valores bajos de acidez con el tiempo de conservación presentados en la conservación al ambiente, los valores en ambiente controlado son relativamente más altos, a pesar de que transcurren mayor número de días, puesto que los cambios en refrigeración de la acidez se producen más lentamente, según Wills *et al.*, (1998).

En el almacenamiento con ambiente controlado las tres accesiones lograron mantener o aumentar su contenido de sólidos solubles por un mayor tiempo, a diferencia de la conservación al ambiente que mostró tendencia a disminuir de forma rápida en un menor tiempo. Bajo ninguna de las dos condiciones de almacenamiento, el contenido de sólidos solubles llegó al límite de 8 °Brix en la fruta, condición que según la norma técnica colombiana NTC 1401 (1997), es la mínima para ser comercializada.

Tabla 8.12. Parámetros químicos de la accesión AP026 en ambiente controlado.

Periodo	Em	Sólidos solubles	pH	Acidez titulable	Vitamina C
		(° Brix)	(adimensional)	(g 100 g ⁻¹)	(mg 100 g ⁻¹)
Día 3	50 %	10,20 ± 0,20	2,61 ± 0,01	4,30 ± 0,07	19,56 ± 1,43
	75 %	11,60 ± 0,20	2,72 ± 0,03	4,01 ± 0,10	20,91 ± 1,02
Día 6	50 %	10,53 ± 0,42	2,66 ± 0,01	5,18 ± 0,03	19,42 ± 0,45
	75 %	11,93 ± 0,23	2,66 ± 0,01	3,99 ± 0,11	20,35 ± 0,14
Día 9	50 %	11,20 ± 0,20	2,63 ± 0,02	4,17 ± 0,05	18,00 ± 0,58
	75 %	13,87 ± 0,64	2,74 ± 0,08	3,11 ± 0,07	20,49 ± 1,61
Día 12	50 %	11,40 ± 0,35	2,76 ± 0,03	4,27 ± 0,06	20,98 ± 0,28
	75 %	14,20 ± 0,20	2,76 ± 0,03	3,22 ± 0,06	22,94 ± 0,46
Día 15	50 %	11,93 ± 0,12	2,59 ± 0,03	4,22 ± 0,16	20,62 ± 0,41
	75 %	13,72 ± 0,26	2,61 ± 0,10	3,43 ± 0,26	22,36 ± 1,20

Em: Estado de madurez media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo *et al.*, 2010

Tabla 8.13. Parámetros químicos de la accesión MA0100 en ambiente controlado.

Periodo	Em	Sólidos solubles	pH	Acidez titulable	Vitamina C
		(° Brix)	(adimensional)	(g 100 g ⁻¹)	(mg 100 g ⁻¹)
Día 3	50 %	10,07±0,12	2,75±0,02	4,06±0,07	17,27±0,66
	75 %	11,53±0,46	2,85±0,02	3,31±0,07	17,54±0,13
Día 6	50 %	10,40±0,20	2,74±0,02	4,00±0,05	17,05±0,36
	75 %	12,00±0,20	2,82±0,01	3,35±0,10	19,38±0,41
Día 9	50 %	11,07±0,12	2,77±0,01	4,07±0,05	16,35±0,53
	75 %	11,93±0,23	2,93±0,03	3,20±0,08	22,13±1,16
Día 12	50 %	11,47±0,12	2,75±0,05	3,95±0,02	16,48±0,48
	75 %	12,33±0,31	2,91±0,02	3,18±0,01	21,33±0,47
Día 15	50 %	11,37±0,40	2,87±0,02	3,87±0,06	19,22±0,17
	75 %	12,73±0,46	2,91±0,02	3,40±0,03	20,64±0,44

Em: Estado de madurez media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo et al., 2010

La accesión AP009 mostró una tendencia a mantener su relación de sabor, mientras que la accesión AP026 y MA0100 la incrementó paulatinamente.

Tabla 8.14. Relación de sabor para las accesiones bajo almacenamiento en ambiente controlado.

N. Días	AP009		AP026		MA0100	
	50 % madurez	75 % madurez	50 % madurez	75 % madurez	50 % madurez	75 % madurez
3	2,51 ± 0,05	3,68 ± 0,20	2,38 ± 0,09	2,90 ± 0,13	2,48±0,05	3,49±0,11
6	2,54 ± 0,04	3,50 ± 0,20	2,03 ± 0,10	2,99 ± 0,05	2,60±0,05	3,58±0,06
9	2,76 ± 0,04	3,50 ± 0,15	2,68 ± 0,08	4,46 ± 0,30	2,72±0,06	3,73±0,02
12	2,87 ± 0,02	3,59 ± 0,12	2,67 ± 0,10	4,42 ± 0,11	2,90±0,02	3,88±0,09
15	2,80 ± 0,19	3,38 ± 0,13	2,84 ± 0,15	4,03 ± 0,43	2,94±0,15	3,74±0,11

media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo et al., 2010

Al comparar estos valores con la norma colombiana NTC 1460, 1997, donde se presenta una relación de sabor de 3,10 para el estado de madurez fisiológica, se observó que para las tres accesiones cosechadas al estado de madurez del 50 % no se alcanzó a completar las características relacionadas a su completa madurez a los 15 días de almacenamiento, lo que si ocurrió en el estado de madurez del 75 %.

8.3.6.2.3 Caracterización química y nutricional de tres accesiones de mora de Castilla

En la Tabla 8.15 se puede observar la caracterización química de la pulpa de tres accesiones de mora de Castilla.

Tabla 8.15. Caracterización química de la pulpa de tres accesiones de mora de Castilla.

Análisis	Accesión AP009	Accesión AP026	Accesión MA0100	
pH* (adimisional)	2,82 ± 0,07	2,96 ± 0,02	2,93 ± 0,05	
Acidez titulable (% ác. cítrico)*	2,47 ± 0,11	2,51 ± 0,20	2,62 ± 0,08	
Sólidos solubles (°Brix)*	13,40 ± 0,53	12,73 ± 0,12	12,60 ± 0,72	
Humedad (%)	84,15 ± 0,53	85,28 ± 0,47	87,43 ± 0,30	
Cenizas (%)	4,88 ± 0,03	3,98 ± 0,01	4,81 ± 0,04	
Extracto etéreo (%)	3,09 ± 0,06	3,11 ± 0,06	3,20 ± 0,08	
Proteína (%)	9,82 ± 0,21	7,62 ± 0,11	11,11 ± 0,07	
Fibra (%)	5,80 ± 0,12	8,59 ± 0,09	3,47 ± 0,02	
Carbohidratos totales (%)	76,38 ± 0,35	76,72 ± 0,13	77,42 ± 0,14	
Azúcares totales (%)	43,62 ± 2,87	39,35 ± 0,30	42,58 ± 0,03	
Azúcares reductores (%)	37,69 ± 1,67	38,40 ± 1,60	40,66 ± 0,57	
Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	117,16 ± 3,10	76,63 ± 3,74	131,95 ± 5,42	
Polifenoles totales (mg g ⁻¹)	46,10 ± 0,47	46,05 ± 2,18	48,39 ± 0,24	
Carotenoides totales (µg g ⁻¹)	5,70 ± 1,03	7,76 ± 0,78	5,27 ± 0,10	
Minerales (ug g ⁻¹)	Calcio	2 100	2 400	1 600
	Magnesio	2 100	1 800	2 200
	Fósforo	2 100	1 400	2 400
	Potasio	20 400	10 760	21 000
	Sodio	500	200	500
	Hierro	23	28	18
	Zinc	55	18	48
	Manganeso	32	29	33
Cobre	1	1	1	

En base seca, media ± DS (n = 3) *En base fresca, media ± DS (n = 3)

Fuente: Montalvo et al., 2010

8.3.6.2.4 Obtención de una tabla de color descriptiva para las accesiones seleccionadas

En la Figuras 8.10, 8.11 y 8.12 se presenta la tabla de color para la mora procedente de la provincia de Bolívar (código AP026) y de la provincia de Tungurahua (código AP009 y MA0100).



Figura 8.10. Tabla de color accesión AP026.

Fuente: Montalvo et al., 2010

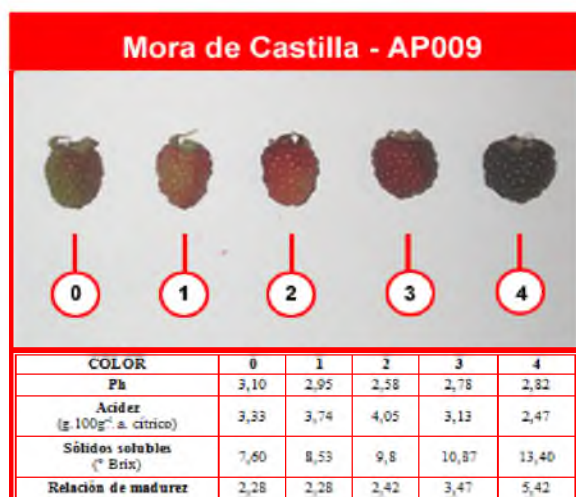


Figura 8.11. Tabla de color accesión AP009.

Fuente: Montalvo et al., 2010



Figura 8.12. Tabla de color accesión MA0100.

Fuente: Montalvo et al., 2010

Estas tablas permiten establecer las características y el comportamiento de cinco estados de madurez, de acuerdo con el desarrollo fenológico de la fruta en la planta, que es propia para cada accesión o variedad.

8.3.7 BIBLIOGRAFÍA

- Anda, L.; Navas, G. 2001. Caracterización física y química de la mora de Castilla. Proyecto PBID-01/PCAPF-FUNDACYT, Red RIFFADI. Ambato, Ecuador. s.p.
- Arthey, D.; Ashurst, P. 1997. Procesado de Frutas. Zaragoza, España, Acribia. p. 16-20.
- Barrero, L. 2009. Caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado (en línea). CORPOICA. Cundinamarca, Colombia. Consultado enero 2014. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2009122101453_Caracterizacion_mora.pdf
- Bejarano, W. 1992. Manual de mora (*Rubus glaucus* B.). PROEXANT. Quito, Ecuador. 69 p.
- Bonnet, J. 1994. Programa de frutas tropicales ICA-CORPOICA. Bogotá, Colombia, Produmedios. p. 209-221.
- Brito, B.; Freire, V.; Vásquez, W.; Martínez, A.; Flores, J.; Rodríguez, J. 2012. Alternativas de mejora en el manejo poscosecha y comercialización de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) proveniente de la provincia de Tungurahua. Quito, Ecuador. 20 p.
- Cepeda, P. 2000. Diagnóstico de la problemática en el cultivo de la mora *Rubus glaucus* B. en la provincia de Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. p. 28-34.
- De La Cadena, J.; Orellana, A. 1984. El cultivo de la mora, Manual del Capacitador. Unidad de Capacitación de Fruticultura. Instituto Nacional de Capacitación Campesina. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. 116 p.
- Ellis, M.; Converse, R.; Williams, R.; Williamson, B. 1991. Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects. Minnesota, United States of America. The American Phytopathological Society. p. 4-27.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005. Manual de manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Ecuador. p. 7-9; 37-40.
- Farinango, M. 2010. Estudio de la fisiología poscosecha de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) y de la mora variedad brazos (*Rubus sp.*). Tesis Ing. Agroindustrial. Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional. p. 58-104.
- Franco, G.; Giraldo, M. 2002. El cultivo de la mora. CORPOICA. Manizales. Colombia, 81 p. ISBN: 958-96720-0-0.
- Freire, V. 2012. Alternativas de mejora en el manejo poscosecha y comercialización de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) proveniente de la provincia de Tungurahua. Tesis Ing. Agroindustrial. Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrias. 142 p.
- Gallo, F. 1996. Manual de Fisiología, Patología, Postcosecha y Control de calidad de frutas y hortalizas. Convenio SENA-Natural Resources Institute. Quindío, Colombia. p. 5-15.
- García, M.; García H. 2001. Manejo cosecha y poscosecha de mora, lulo y tomate de árbol. CORPOICA. 1 ed. Bogotá, Colombia. 99 p.
- Jácome, R. 2010. Estudio de la línea base de la cadena productiva de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en las provincias de Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua. Tesis Ing. Agr.

- Guaranda, Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Ingeniería Agronómica. 148 p.
- Kader, A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Universidad de California. 3 ed. California, USA, UC peer reviewed. p. 39-45.
- Martínez, A.; Beltrán, O.; Velasteguí, G.; Ayala, G.; Jácome, R.; Yáñez, W.; Luciano, E. 2007. Manual del cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* B). Ambato, Ecuador. 36 p.
- Martínez, A.; Vásquez, W.; Viteri, P.; Jácome, R.; Ayala, G. 2013. Ficha Técnica de la variedad de mora sin espinas (*Rubus glaucus* B.) INIAP-ANDIMORA-2013. INIAP, Programa Nacional de Fruticultura. Quito, Ecuador. 14 p.
- Mitcham, E., Crisosto, C.; Kader, A. 1998. Bushberries in fresh produce facts. USDA, USA. Consultado marzo 2013. Disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu>
- Montalvo, D.; Brito, B.; Vásquez, W.; Martínez, A. 2010. Evaluación de la calidad poscosecha de las accesiones seleccionadas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) provenientes de las provincias de Tungurahua y Bolívar. Quito, Ecuador. 25 p.
- NTC (Norma Técnica Colombiana) 4106. 1997. Frutas frescas, mora de Castilla. INCONTEC. Colombia. p. 1-13.
- Perkins-Veazie, P.; Collins, J.; Clark, J. 1996. Cultivar and maturity affect postharvest quality of fruit from erect blackberries. HortScience 31. p. 258-261.
- Pólit, P. 2001. Manejo poscosecha de productos hortofrutícolas en fresco. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador. Consultado agosto 2013. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/sistema%20valor/poscosecha_hortifuticolas.htm#Principales,
- Reape, T; McCabe, P. 2010. Plant Physiology: Balancing Life and Death: The Role of the Mitochondrion in Programmed Cell Death. Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger. Fifth Edition. Ireland. Consultado Noviembre 2014. En línea. Disponible en: <http://5e.plantphys.net/article.php?ch=11&id=500>
- Reina, C. 1998. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la mora de Castilla (*Rubus glaucus*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Tesis Ing. Agr. Neiva, Colombia, Universidad Sur colombiana. p. 20-60.
- Roa, S.; Gómez, A. 2002. Manual Técnico para el cultivo de mora de Castilla. San Cristóbal, Venezuela. 16 p.
- Wills, R.; Mcglasson, B.; Graham, D.; Joyce, D. 1998. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. 2 ed. Zaragoza, España, Acribia. p. 13-101; 143-166.
- Yahía, E.; Higuera, I. 1992. Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. México, Limusa. 52 p.
- Zhao, Y. 2007. Berry Fruit. USA, Editorial Taylor & Francis Group. p. 10; 266; 281.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **ABA:** El ácido abscísico es una fitohormona que participa en procesos del desarrollo y crecimiento, así como en la respuesta adaptativa a estrés tanto de tipo biótico como abióticos, está relacionada con el control de la dormancia de la semilla, y la abscisión de órganos al inducir la síntesis de etileno.
- **Abaxial:** Corresponde a la parte de un órgano más apartado del eje.
- **Abiótico:** Elementos sin vida que están presentes en la naturaleza, se refiere a factores como temperatura, humedad, lluvia, minerales fertilizantes, mala aplicación de sustancias químicas.
- **Accesiones:** Muestras colectadas de una población de plantas en particular.
- **Aciculado:** Recto y fino como la punta de una aguja.
- **Acidez titulable:** Es la cantidad total de ácido en una solución determinada por titulación usando una solución estándar de hidróxido de sodio (titulante).
- **Ácido giberélico:** Es una fitohormona producida en la zona apical, frutos y semillas. Sus principales funciones son la interrupción del período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar, la inducción del desarrollo de yemas y frutos y la regulación del crecimiento longitudinal del tallo como así también la elongación de órganos axiales: pecíolos, pedúnculos, entre otros. Su acción se considera opuesta a la de otra hormona vegetal, el ácido abscísico.
- **Actinomorfo:** Con simetría radial, posee un eje de simetría = multilateral, radiado o polisimétrico.
- **Acuminado:** Que termina en una extremidad aguda y ligeramente curva.
- **Adaxial:** Corresponde a la parte de un órgano que está más próxima al eje.
- **Apomixis o apomíctica:** Reproducción asexual por medio de semillas. Las plantas que presentan este tipo de reproducción (las que se denominan *plantas apomícticas*) producen sus semillas sin que ocurra meiosis ni fecundación, por lo que sus descendientes son genéticamente idénticos a la planta madre.
- **Angiospermas:** Las angiospermas son plantas con flores y semillas caracterizadas por una doble fecundación y por la existencia de frutos cerrados.
- **ANOVA:** Metodología estadística, análisis de la varianza.
- **Aposporia:** Fenómeno que ocurre cuando el saco embrionario se origina directamente por mitosis a partir de una célula somática, usualmente una célula de la nucela. Los sacos embrionarios, sean éstos apospóricos o diplospóricos, contienen un gameto femenino $2n$, la ovocélula, a partir

de la cual se desarrolla directamente el embrión por partenogénesis sin que exista fecundación.

- **Basipétala:** Floración que se desarrolla desde el ápice de la rama hacia la base.
- **Biótico:** Conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada.
- **Bokashi:** Abono orgánico de origen japonés, está compuesto de cascarilla de arroz, gallinaza, carbonato de calcio y melaza de caña de azúcar, los ingredientes son sometidos a un proceso de fermentación.
- **Ciclo de Krebs:** Es una ruta metabólica, es decir, una sucesión de reacciones químicas, que forma parte de la respiración celular en todas las células aeróbicas.
- **Cima:** Inflorescencia con el eje principal de crecimiento limitado (definido), terminando en una flor; este modelo se repite en los ejes inferiores laterales; las primeras en abrir se encuentran en el tope de la inflorescencia o en el centro de un aglomerado de flores.
- **Citocromo:** Son proteínas que desempeñan una función vital en el transporte de energía química en todas las células vivas. Proteína coloreada que contiene hierro y participa en la fotosíntesis y en los procesos de respiración celular.
- **Climatérico:** Los frutos climatéricos presentan la capacidad de continuar su maduración aún separados de la planta, siempre que hayan alcanzado un estado fisiológico que asegure la producción de etileno.
- **Clorótico:** Aspecto amarillento de los tejidos normalmente verdes, debido a la destrucción de la clorofila o a la imposibilidad de sintetizarla.
- **Conidio:** Espora asexual de un hongo formada en el extremo de un conidióforo.
- **Cópula:** Penetración del órgano genital del macho en el de la hembra.
- **Cromosoma:** Cada una de las estructuras altamente organizadas, formadas por ADN y proteínas, que contiene parte de la información genética de un individuo.
- **Cultivar:** Es un grupo de plantas seleccionadas artificialmente por diversos métodos a partir de un cultivo más variable, con el propósito de fijar en ellas caracteres de importancia para el obtentor, y que se mantienen tras la reproducción.
- **Diplosporía:** Fenómeno que se produce cuando el saco embrionario se origina a partir de la célula madre de la megáspora misma, ya sea por mitosis o luego de una falla en la meiosis.
- **Diseminación:** Se refiere al movimiento de un patógeno o fuente de inóculo de una planta a otra planta, de un campo a otro de un país a otro, diseminándose por viento, agua, insectos que actúan como vectores, animales mayores, semillas infectadas.
- **Drupa:** Fruto carnoso e indehiscente con una (o más) semilla(s) incluida(s) en solo carozo duro.
- **Esclerocio:** Masa compacta de hifas, por lo general con una cubierta oscura y capaz de sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables.
- **Esporangio:** Estructura que contiene esporas asexuales.
- **Esporulación:** Es una forma de reproducción asexual que tiene como medios de reproducción tanto esporas como endosporas.
- **Etileno:** Es una fitohormona responsable de los procesos de estrés en las plantas, así como la maduración de los frutos, además de la senescencia de hojas y flores y de la abscisión del fruto.
- **Eubatus:** Subgénero del género *Rubus*

de la familia Rosaceae que agrupa a las moras o blackberries.

- **Filiforme:** Delgado y largo.
- **Fisiología:** Conjunto de propiedades y funciones de los órganos y tejidos del cuerpo de los seres vivos
- **Floricañas:** Tallos secundarios o terciarios productivos.
- **Fotosíntesis:** Proceso químico por el cual, mediante la acción de la luz sobre la clorofila, los organismos autótrofos sintetizan glúcidos y liberan oxígeno a partir de dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O).
- **Fruto cuajado:** Después de la fecundación, una intensa multiplicación celular se comienza a dar, se observa el desarrollo del ovario y este es visible, se considera al fruto cuajado.
- **Gametos:** Células sexuales haploides de los organismos pluricelulares originadas por la meiosis a partir de las células germinales
- **Glabro:** Desprovisto de pelos.
- **Glicólisis:** Conjunto de reacciones químicas del interior de la célula que degradan algunos azúcares, obteniendo energía en el proceso.
- **Hospedero:** Planta invadida por un parásito y de la cual éste obtiene sus nutrientes.
- **Idaeobatus:** subgénero del género *Rubus* de la familia Rosaceae que agrupa a las frambuesas o raspberries.
- **Incubación:** Temperatura y tiempo para alcanzar un estado maduro a partir de un huevo.
- **Infección:** Proceso mediante el cual los patógenos entra en contacto con las células o tejidos del huésped las infecciones dan origen como resultados a los síntomas (malformaciones, zonas necróticas, clorosis).
- **Inóculo:** Patógeno o partes de él que ocasiona enfermedad.
- **Inocuo:** Proviene de la palabra inocuidad, que refiere a la existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano a fin de que no provoquen daños a la salud del consumidor.
- **Instar:** La etapa en la historia de vida de un insecto entre dos mudas. Un insecto recién nacido que aún no se muda se dice que es un estadio primera ninfa o larva. El adulto (imago) es el estadio final.
- **Latencia:** Estado en el cual una semilla viable no germina aunque se la coloque en condiciones de humedad, temperatura y concentración de oxígeno idóneas para hacerlo.
- **Latencia endógena:** Se presenta en aquellas familias de plantas, cuyas semillas, de manera característica en el embrión, no se han desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el crecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo.
- **Latencia exógena:** Retraso en la germinación de semillas debido a factores externos ya sean físicos o químicos en las cubiertas seminales.
- **Madurez organoléptica:** Madurez determinada por la percepción de los sentidos del ser humano.
- **Marchitez:** Pérdida de rigidez y caída de los órganos de la planta que por lo general se debe a la falta de agua en su estructura.
- **Meiosis:** Es una de las formas de la reproducción celular. Este proceso se

realiza en las glándulas sexuales para la producción de gametos. Es un proceso de división celular en el cual una célula diploide (2n) experimenta dos divisiones sucesivas, con la capacidad de generar cuatro células haploides (n).

- **Megáspora:** Espora de tamaño grande producida por el esporofito femenino.
- **Metamorfosis:** Cambios morfológicos y crecimiento, desde la eclosión del huevo hasta el estado adulto.
- **Micelio:** Hifa o masas de hifas que constituyen el cuerpo de un hongo.
- **Mosaico:** Síntoma de ciertas enfermedades virales que se caracterizan por la mezcla de zonas de color verde con otras de color amarillento; generalmente se presentan en las hojas.
- **Necrosis:** Transformación que sufre la materia viviente y que termina con la muerte de los tejidos; en el caso particular de los vegetales el término se aplica también cuando se observa un enardecimiento y muerte del tejido vegetal.
- **Ninfa:** Forma joven de un insecto, de metamorfosis incompleta, que se caracteriza por su semejanza con el adulto al que va a dar origen, tener su mismo hábitat y régimen alimentario, y el que difiere por ser de menor tamaño, carecer de alas y madurez sexual.
- **No climatérico:** Los frutos no climatéricos carecen de la capacidad de continuar su maduración luego de ser separados de la planta, por lo cual se debe asegurar que hayan alcanzado un estado apropiado para su consumo al momento de la cosecha.
- **Ovoposición:** Acto de depositar los huevos.
- **Parásito:** Es el organismo que vive a expensas de otro, invade uno o más tejidos vivos para procurarse su alimento.
- **Parasito facultativo:** Organismo que puede infectar a otro organismo vivo y crecer sobre materia orgánica, muerta, según las circunstancias
- **Patógeno:** Es todo organismo que causa daño a otro, hongos, virus, bacterias, entre otros
- **Patogenicidad:** Capacidad relativa que tiene un patógeno para producir enfermedad.
- **Pedicelos:** Son pequeños tallos de la inflorescencia que sostienen las flores y los frutos.
- **Perígina:** Llámase a la flor con el cáliz, corola y estambres insertados en el margen del receptáculo ± cóncavo que rodea al ovario.
- **Perecibilidad:** Tiene un corto periodo de vida, por ende no puede ser almacenable por largos periodos de tiempo y tiene que ser rápidamente vendido.
- **Plaga:** Colonia de organismos animales o vegetales que ataca y destruye los cultivos y las plantas.
- **Plaguicida sistémico:** Son sustancias químicas absorbidas por la planta que ingresan al sistema vascular; todo insecto, masticador o chupador, lo ingiere al alimentarse de la sabia y muere.
- **Polífago:** Insecto que se alimenta de una variedad de plantas y animales.
- **Poliploides:** Variación o cambio en el número cromosómico que involucran dotaciones de juegos completos de cromosomas.
- **Primocañas:** Tallos primarios vigorosos que podados dan lugar a ramas secundarias.
- **Protista:** Es el que contiene a todos aquellos organismos eucariontes que no pueden clasificarse dentro de alguno de

los otros tres reinos eucariotas: Fungi, Animalia o Plantae. Es un grupo altamente parafilético que también se define como eucariotas unicelulares

- **Pudrición:** Ablandamiento, decoloración acompañado a veces por desintegración de los tejidos de una planta por una infección fúngica o bacteriana.
- **Pupa:** Estado intermedio entre larva y adulto, se caracteriza por su escasa movilidad.
- **Resistencia:** Capacidad que tiene un organismo para no contraer una enfermedad en forma total o parcial.
- **Saprophyto:** Organismo que obtiene sus nutrientes a partir de materia orgánica muerta.
- **Signo:** Expresión visible del patógeno
- **Síntoma:** Es la manifestación en la planta de la enfermedad.
- **Sistema en chiquero:** Es un sistema de tutorado formado por una estructura de madera fina de 2 m de altura y 2 m de ancho. Está compuesto de 4 postes que sostiene igual cantidad de vigas. Cada cuadro debe estar separado por 4 m y siembran en cada uno 2 plantas. La densidad a obtener es de 1250 plantas por hectárea.
- **Sistema en espaldera:** Sistema de plantación formado por postea de 2,40 m de largo y alambre galvanizado, haciendo que del tronco principal de la planta salgan dos ramas principales que se alinean en el sentido del surco, atándose al alambre más cercano al suelo.
- **Senescencia:** Cambios relacionales al paso del tiempo provocando envejecimiento.
- **Sinérgidas:** Células del saco embrionario de las plantas angiospermas, que se ubican en la parte superior del mismo.
- **Spur:** Plantas que tienen un vigor más débil, entrenudos más cortos, mayor cantidad de centros de producción, lo cual implica una mayor compactación. Emiten menos o muy pocas ramas y brotes laterales, lo que permite una mejor distribución de la luz en el interior de la copa y alrededor de cada rama. La entrada en fructificación es rápida.
- **Sólidos Solubles:** Cantidad de sólidos disueltos en la pulpa de la fruta, expresada en grados Brix (porcentaje de masa), estos equivalen al contenido de azúcar en disolución.
- **Tetraploide:** Característica de la mora de Castilla que duplica el número de cromosomas homólogos de $2n = 14$ a $2n = 28$.
- **Tolerancia:** Capacidad que tiene una planta para soportar los efectos de una enfermedad sin que muera, sufra daños serios o se pierda la cosecha.
- **Torus:** Receptáculo que une las drupeolas de los frutos de mora y frambuesa, permaneciendo adherida al fruto en el primer caso y desprendida de éste en el segundo caso al momento de la cosecha.
- **Translocación:** Transferencia de nutrientes o virus por toda la planta.
- **Turgencia:** Ocurre cuando una célula se hincha debido a la presión ejercida por los fluidos y por el contenido celular sobre las paredes de la célula.
- **Tutorado:** Es guiar verticalmente a través de un amarre el tallo principal de plantas con ayuda de una estaca o rafia agrícola, utilizando una vuelta floja o una abrazadera plástica, también llamada anillo para tutorado.
- **Zarzas:** Plantas de origen silvestre que incluyen moras, zarzamoras, frambuesas y moras rastreras.

• ABREVIATURAS

- **ABA:** Ácido Abscísico.
- **AIA:** ácido indol acético.
- **AIB:** ácido indolbutírico.
- **AG:** ácido giberélico.
- **ATP:** adenosin trifosfato
- **CE:** Conductividad Eléctrica
- **CICO:** Centro de Investigación del Consumidor.
- **CORPEI:** Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones.
- **EMBRAPA:** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria
- **GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado.
- **INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- **INEN:** Servicio Ecuatoriano de Normalización.
- **INIAP:** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- **MAGAP:** Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- **MIC:** Manejo Integrado del Cultivo
- **NTC:** Norma Técnica Colombiana.
- **NTE:** Norma Técnica Ecuatoriana.
- **ONG:** Organización No Gubernamental.
- **PROEXANT:** Corporación para la Promoción de las Exportaciones no Tradicionales
- **PROFIAGRO:** Programa Fitosanitario para el Agro.
- **RAM:** Random amplified microsateelillites (microsatélites amplificados al azar).
- **SICA:** Servicio de Información Agropecuaria.
- **SIGAGRO:** Sistema de Información Agropecuario.
- **SINAGAP:** Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
- **SNI:** Sistema Nacional de Información.
- **USDA:** United State Department of Agriculture. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
- **UPA:** Unidad de Producción Agropecuaria.

UNIDADES DE MEDIDA

- **atm:** atmósfera
- **cb:** centibar
- **cm:** centímetro
- **ds:** decisiemens
- **g:** gramo
- **ha:** hectárea
- **kg:** kilogramos
- **l:** litro
- **m:** metro
- **m²:** metros cuadrados
- **meq:** miliequivalente
- **mg:** miligramo
- **mm:** milímetro
- **ms:** milisiemens
- **msnm:** metros sobre el nivel del mar
- **ppm:** partes por millón
- **t:** toneladas métricas
- **USD:** dólares Estadounidenses
- **µl:** microlitro
- **µg:** microgramo
- **%:** porcentaje
- **°C:** grados centígrados



La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) se cultiva en las zonas altas de América tropical y particularmente en la sierra del Ecuador, por ser una fruta de gran demanda y rentabilidad, gracias a la alta calidad de su jugo, versatilidad de usos en fresco y productos procesados, además de poder nutracéutico como fuente de antioxidantes, vitaminas y minerales.

El desarrollo de este frutal en producción y productividad, necesario para satisfacer la demanda creciente de la población, muchas veces se ve limitado por la falta o poca aplicación de la tecnología en los diferentes eslabones de la cadena de producción y poscosecha, debido a débiles procesos de investigación, adaptación, innovación tecnológica, organización social y transferencia de tecnología.

El propósito de este libro sobre el cultivo de mora es contribuir a través de los diferentes capítulos, que abordan la parte agronómica, socioeconómica y de poscosecha, a conocer los limitantes actuales, difundir y promover las diferentes tecnologías generadas o adaptadas a nuestra realidad por parte de el INIAP, universidades y centros de investigación nacional e internacional, con el fin que sirvan de base técnica para la capacitación a los productores y de punto de partida para los investigadores en búsqueda de una mejora constante y ampliación de nuevos conocimientos en este rubro.

Estamos seguros que con políticas adecuadas para apoyar y motivar al sector agropecuario e industrial, a la investigación para la generación de nuevas tecnologías que lleguen finalmente y se apliquen en los campos de los productores, la mora y otros rubros de interés ecuatorianos estarán a corto y mediano plazo en la mesa de los consumidores nacionales e internacionales con alta calidad y valor agregado.



Av. Eloy Alfaro N30-350 y Amazonas
Teléfono: + (593 2) 256 7645
www.iniap.gob.ec
Quito - Ecuador

ISBN 978-9942-22-040-0



9 789942 220400

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina