

El cultivo de la mora en el Ecuador

Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Fruticultura



EL CULTIVO DE LA MORA EN ECUADOR

2016



PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

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

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

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

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

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



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

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

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

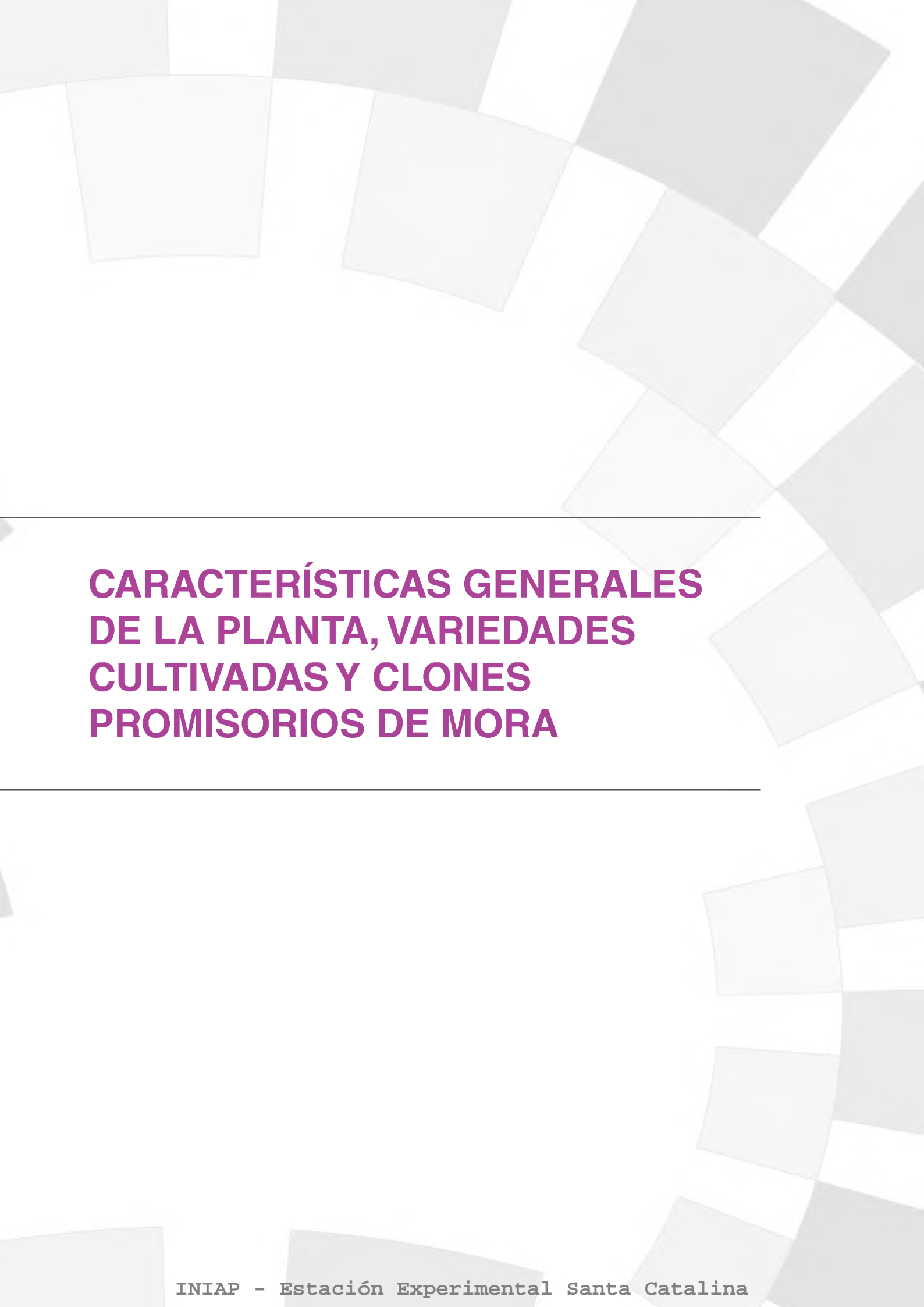
En el país se reportan alrededor de 5 000 ha de mora, que involucran de manera directa a cerca de 15 000 pequeños y medianos productores de la sierra, los cuales obtienen rendimientos promedio de 5 t ha⁻¹ año⁻¹ producto de un nivel tecnológico bajo, que debe ser mejorado a través de programas integrales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

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

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

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

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



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 -Mayor diámetro que longitud -Sépalos cerrados		
A2	-Flor elongada cerrada -Mayor longitud que diámetro -Sépalos cerrados		
B1	-Inicio de floración -Flor con puntas blancas cerradas -Sépalos erectos cubriendo los pétalos, ligeramente separados -Flor completamente abierta		45
B2	-Sépalos abiertos horizontales -Pétalos abiertos, separados, horizontales -Estambres y pistilos visibles, erectos -Anteras y pistilos de color amarillo verdoso		
C1	-Caída de los primeros pétalos; -Inicio de polinización -Anteras de color café, pistilos de color amarillo verdosos -Sépalos ligeramente inclinados hacia abajo		4
C2	-Pétalos completamente caídos: polinización -Pistilos ligeramente rojizos y estambres de color café oscuro -Sépalos con curvatura hacia su envés, de color verde		
D1	-Fruto fecundado -Pistilos rojos, al interior se ven drupas formándose de color verde -Sépalos presentes curvados -Presencia de estambres		77
E	-Fruto en desarrollo -Drupas de color rojo claro -Sépalos presentes con curvatura pronunciada hacia el envés		
F	-Fruto maduro, alcanza una longitud de 25 mm y un diámetro de 20 mm -Fruto de color morado negruzco		
TOTAL			126

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

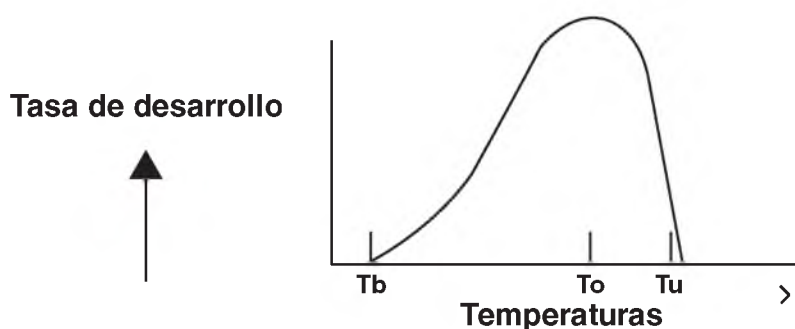
En la Tabla 3.7 se muestra que bajo las condiciones subtropicales de Tumbaco-Ecuador, (2 348 m de altitud; 800 mm de precipitación, 17 °C temperatura promedio anual, 75 % de humedad relativa), el grupo de mora de Castilla tuvo un ciclo fenológico de 102,40 días, partiendo desde el brote vegetativo inicial (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.