



GOBIERNO NACIONAL DE LA  
REPÚBLICA DEL ECUADOR



**Estación Experimental Portoviejo**  
**Estación Experimental del Litoral Sur**  
**“Dr. Enrique Ampuero Pareja”**  
**Programa Nacional De Forestería**

**Ricardo Limongi Andrade**

**Moral fino**

***Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud**  
**Especie de uso múltiple**  
**del bosque seco del Ecuador**

**2012**



GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Econ. Rafael Correa Delgado  
**Presidente Constitucional**

Scolg. Javier Ponce  
**Ministro de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca**

Dr. Julio César Delgado Arce  
**Director General del INIAP**

**Revisión técnica:** James Quiróz, M. Sc.  
Ricardo Moreira, M. Sc.  
Carlos Cortéz, M. Sc.  
Roberto Cely, M. Sc.  
Walter Reyes, Ph. D.  
Miguel Rivadeneira M. Sc.

**Fotografías, cuadros y figuras:** Ricardo Limongi, M. Sc.  
ricardo.limongi@iniap.gob.ec

**Publicación:** INIAP Boletín Técnico No 151  
**Tiraje:** 1000 ejemplares  
**Diseño y diagramación:** Nidia Jaramillo, R. Limongi.  
**Impresión:** Grafiservi

### Citación:

Limongi, R. 2012. Moral fino (*Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud). Especie de uso múltiple del Bosque seco del Ecuador. Estación Experimental Portoviejo. Estación Experimental Litoral Sur. Programa Nacional de Forestería. Boletín Técnico No 151 INIAP-MAGAP-SENESCYT. Editorial Grafiservi. Guayaquil, Ecuador. 20p.

© Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2012

Boletín técnico financiado por el proyecto INIAP-SENESCYT (PIC 2006-2-329) "Preservación de tres especies maderables nativas, amenazadas en la eco región bosque seco del litoral ecuatoriano" y el "Plan de Fortalecimiento Institucional - Forestería" del Gobierno Nacional.

Las ideas y criterios expresados en este documento son de responsabilidad exclusiva del autor y no necesariamente representan la opinión del INIAP, ni de otras organizaciones o personas mencionadas en esta publicación.

## ANTECEDENTES

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, dio mayor impulso a la investigación en el campo forestal y agroforestal del país a través de la creación formal del Programa de Forestería. El objetivo de este Programa de investigación es “Promover el desarrollo rural sostenible, mediante la generación de tecnologías forestales y agroforestales que contribuyan a la seguridad alimentaria, la reversión de la degradación de la tierra, la conservación de los recursos naturales, así como a la generación de divisas”. Desde esta plataforma, el Gobierno Nacional por intermedio de la SENESCYT y el Plan de Fortalecimiento Institucional - Forestería apoyaron financieramente el proyecto **“Preservación de tres especies maderables nativas, amenazadas en la eco región bosque seco del litoral ecuatoriano”** que se ejecutó desde septiembre del 2007 alrededor de las especies forestales *Centrolobium ochroxylum* (amarillo de Guayaquil), *Myroxylon* spp (bálsamo) y *Maclura tinctoria* (moral fino).

La propuesta se respaldó debido a la acelerada deforestación de la zona de vida bosque seco del país y la consiguiente pérdida de la diversidad de especies nativas, sobre todo de aquellas con valor maderable y de uso múltiple; En 1977 Gentry señalaba al bosque seco ecuatoriano como el ecosistema más amenazado del país, y en 1992 Dobson y Gentry estimaban que menos de un 1% de la cubierta forestal original de la región podría considerársela intacta; además de la casi nula información científica generada alrededor de estas especies nativas que posibilite su mejoramiento genético, uso y conservación.

El presente documento se enfoca en moral fino *M. tinctoria* (L) D. Don ex Steud y recoge las experiencias generadas durante el 2007 al 2011 por el Programa de Forestería de las Estaciones Experimentales Portoviejo y Litoral Sur en lo referente al rescate del germoplasma a nivel del bosque seco y otras áreas de intervención en el país, el comportamiento y manejo de la semilla desde su recolección hasta el desarrollo de individuos juveniles en viveros; el establecimiento, manejo y evaluación morfológica de las accesiones en campo en los diferentes ambientes del bosque seco, multiplicación asexual a partir de brotes axilares y la capacidad de repuesta de cada material genético. Un capítulo importante también fueron los análisis moleculares utilizando marcadores RAPDs y AFLPs, y finalmente la construcción de bases de datos electrónicas con metodologías y resultados relevantes en estos cinco años. Esta publicación será útil para productores forestales y agroforestales, decisores políticos, extensionistas, profesionales, estudiantes y todos aquellos interesados en conocer más del comportamiento de moral fino en el litoral ecuatoriano.

**Saúl Mestanza Solano**  
Subdirector General del INIAP

Guayaquil, abril 2012



## Moral fino (*M. tinctoria* (L) D. Don ex Steud) especie de uso múltiple del bosque seco de Ecuador.

### Botánica y ecología: Taxonomía (Gentry, 1996)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Hamamelidae
Orden:	Urticales
Superorden:	Rosanae
Familia:	Moraceae
Género:	<i>Maclura</i>
Especie:	<i>M. tinctoria</i> (L) D. Don ex Steud

La Familia Moraceae incluye árboles, arbustos, raramente lianas del neotrópico (Gentry, 1996). Está conformada por 46 géneros, (Little y Dixon, 1969 reportan 73 géneros) y 1675 especies a nivel mundial; de estos, 23 géneros y 377 especies se han identificado en América Tropical (Gentry, 1996). En el Ecuador se encuentran 22 géneros y 185 especies; trece de ellas tienen la categoría de endémicas (Neill, 2005). Las principales características se mencionan en la Figura 1.

**Figura 1. Principales características de la Familia Moraceae y del Género Maclura (Gentry, 1996, Palacios, 2011).**

Hojas simples y alternas	Lenticelas en tallo y ramas	Savia blanca, aunque en algunas especies es amarilla o levemente anaranjada	Estípula involucrel (recubre y protege el meristemo apical)	Espinas en las ramitas.
		 		

En el género *Maclura* se encuentran árboles de copa grande, muy comunes del bosque seco (Gentry, 1996) y del bosque húmedo secundario (Little y Dixon, 1969). Por su parte, *M. tinctoria* ha recibido múltiples denominaciones botánicas (Cuadro 1), probablemente su amplia distribución y cierto grado de variación ha contribuido a ello. En referencia a los sinónimos, el Missouri Botanical Garden señala que *Chlorophora tinctoria* (L.) Gaudich. ex Benth es un nombre legítimo y aceptado para *M. tinctoria* (Trópicos, 2010); así mismo, el USDA, ARS, GRIN (2010) atribuye a esta especie dos taxones subordinados: *M. tinctoria* subsp. *mora* y *M. tinctoria* subsp. *tinctoria*.

**Cuadro 1. Sinónimos botánicos de *M. tinctoria* (L.) D. Don ex Steud (Trópicos, 2010). (año de publicación).**

Broussonetia tinctoria (L.) Kunth	(1817)	Maclura plumerii (Spreng.) D. Don ex Steud	(1841)
Broussonetia plumerii Spreng	(1826)	Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud	(1841)
Broussonetia zanthoxylon (L.) Mart	(1841)	Maclura sempervirens Ten.	(1845)
Chlorophora tinctoria var. ovata (Bureau) Chodat	(1903)	Maclura zanthoxylon (L.) Endl	(1848)
Chlorophora tinctoria var. zanthoxylon (L.) Chodat	(1903)	Maclura chlorocarpa Liebm	(1851)
Chlorophora mollis Fernald	(1904)	Maclura sieberi Blume	(1852/1856)
Chlorophora tinctoria fo. glabrescens Huber	(1909)	Maclura velutina Blume	(1852/1856)
Chlorophora tinctoria var. acuminatissima Huber	(1909)	Maclura polyneura Miq	(1853)
Chlorophora reticulata Herzog	(1915)	Maclura subintegerrima Miq	(1853)
Chlorophora tinctoria fo. miqueliana Hassl	(1919)	Maclura affinis Miq	(1853)
Chlorophora tinctoria fo. polyneura (Miq.) Hassl	(1919)	Maclura tinctoria subvar. lobata Bureau	(1873)
Chlorophora tinctoria var. tataiiba Hassl	(1919)	Maclura tinctoria subvar. quercina Bureau	(1873)
Chlorophora tinctoria subsp. mora (Griseb.) Hassl	(1919)	Maclura tinctoria subvar. sinuata Bureau	(1873)
Chlorophora tinctoria subsp. zanthoxylon (L.) Hassl	(1919)	Maclura tinctoria var. affinis (Miq.) Bureau	(1873)
Chlorophora tinctoria var. affinis (Miq.) Hassl	(1919)	Maclura tinctoria var. chlorocarpa (Liebm.) Bureau	(1873)
Chlorophora tinctoria var. zanthoxylon (L.) Hassl	(1919)	Maclura tinctoria var. ovata Bureau	(1873)
Chlorophora tinctoria var. mora (Griseb.) Lillo	(1925)	Maclura tinctoria var. polyneura (Miq.) Bureau	(1873)
Chlorophora tinctoria (L.) Gaudich	(1826)	Maclura tinctoria var. subcuneata Bureau	(1873)
Chlorophora tinctoria (L.) Gaudich. ex Benth	(1880)	Maclura tinctoria var. subintegerrima (Miq.) Bureau	(1873)
Fusticus tataiba Raf	1936/1838	Maclura tinctoria var. zanthoxylon (L.) Bureau	(1873)
Fusticus tinctorius (L.) Raf	(1936/1838)	Maclura mora Griseb	(1879)
Fusticus vera Raf	(1936/1838)	Maclura trilobata Rojas Acosta	(1914)
Fusticus zanthoxylon (L.) Raf	(1936/1838)	Morus tinctoria L	(1753)
loxydon mora (Griseb.) Kuntze	(1898)	Morus zanthoxylon L.	(1759)

## Nombres comunes

Entre otros, los nombres vernáculos más utilizados para *M. tinctoria* son: yellow wood (USA); lora de clavo, mora lisa, palo amarillo (México); palo amarillo (El Salvador); macano (Panamá); fustete amarillo, mora, mora amarilla, palo de mora (Guatemala); mora, fustete (República Dominicana); mora del país, fustete (Cuba); morillo (Costa Rica); palu Dushi (Antillas Holandesas); fustic-tree (Jamaica, Trinidad y Tobago); palo de mora (Venezuela); avinje, dinde, palo moro (Colombia); moral fino, sota (Ecuador); insira caspi, limulana (Perú); tatajuba, amoreira, amarelinho, tatajuba, taiuva, amoreira-branca (Brasil); tatayivá-saiyú (Argentina) (Cordero *et al.*, 2003; Magnanini y Magnanini, 2002; Richter y Dallwitz, 2000; Gentry, 1996; Little y Dixon, 1969; Acosta-Solís, 1960).

## Distribución y hábitat

El moral fino ocupa un amplio rango ambiental; está distribuido en el bosque tropical y subtropical húmedo y seco de América Central y Sudamérica (Trópicos, 2010; USDA, ARS, GRIN, 2010; Cordero *et al.*, 2003, Little y Dixon, 1969). En Ecuador, las mayores probabilidades de ocurrencia (áreas de color verde intenso en Figura 2) se presentan en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes hasta el litoral (desde la costa oeste de Esmeraldas hasta el sur de Loja); y en menor escala (áreas de color verde claro en Figura 2) en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, desde Napo hasta Zamora Chinchipe; tales condiciones de hábitat y los recursos utilizados determinan los diferentes nichos agroecológicos en que está distribuida la especie, por lo que geográficamente es posible encontrarla en más de 15 provincias del país (Bioversity International, Global Biodiversity Information Facility, GBIF).



Durante las misiones de recolección de germoplasma realizadas por el Programa de Forestería del INIAP a partir de septiembre del 2007 (Figura 3), la especie fue encontrada en las provincias de Manabí, cantón Pichincha, parroquia San Sebastián, sitio Cabecera de Solano a 228 msnm; cantón Quiroga, sitio la Pavita; cantón Jama (Reserva Pata de Pájaro a 470 msnm y parroquia 10 de Agosto; cantón Sucre, parroquia San Isidro, sitio Piquigua; cantón Portoviejo, parroquia San Plácido; cantón Montecristi, parte baja del cerro “El Guayabal” y zona alta del cerro de Jaboncillo; en la provincia de Los Ríos, sitios La Esperanza, Patricia Pilar y Cañalito (entre 69 a 154 msnm); en la provincia de Cotopaxi, cantón La Maná, sitio La Libertad (a 190 msnm) y la provincia de Loja, sitios Guinuma y Palo Montón, entre 1421 a 1524 msnm (INIAP, 2008).

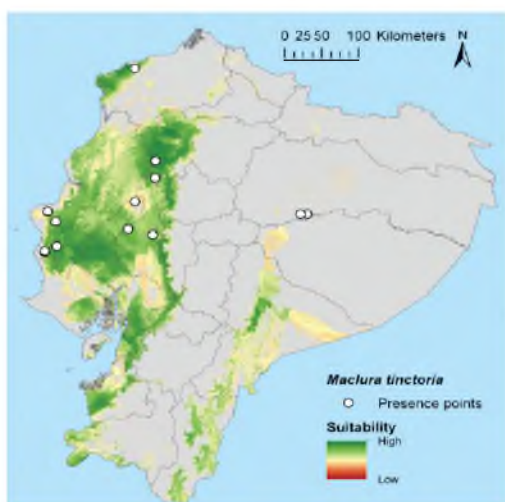


Figura 2. Distribución de *M. tinctoria* en Ecuador. Mapa proporcionado por M. Zonneveld de Bioversity en el 2010 con base a los puntos de presencia del Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

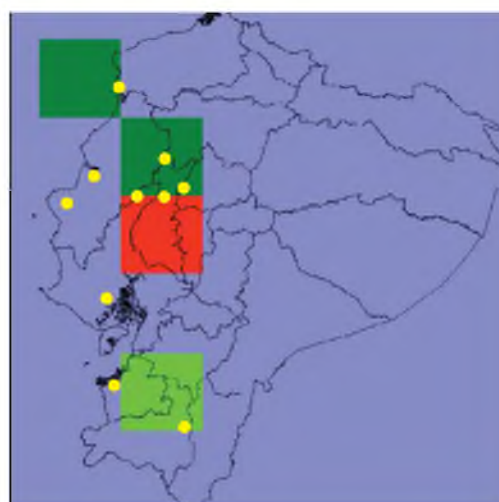


Figura 3. Distribución de *M. tinctoria* en Ecuador. Datos base georeferenciados durante las expediciones realizadas desde el 2007 (Limongi, 2008).

### Características morfológicas y reproductivas de la especie

Los árboles encontrados y evaluados en las diferentes regiones del país fueron muy pocos, lo cual puede deberse a la gran importancia económica que tiene la especie que lo hacen muy vulnerable a la tala indiscriminada y no permite su regeneración natural como elemento clave de su sostenibilidad. Los rangos de DAP (diámetro del fuste, a 1,30 m) son de 19 a 79 cm, predominando las clases diamétricas de 31 a 43 cm y de 43,1 a 55 cm (Figura 4); la altura total va desde los 8 a 32 m, con dos clases de alturas de mayor frecuencia de 13,3 a 17,7 y de 17,8 a 22,2 m (Figura 5); predominan individuos con fuste recto a ligeramente torcidos, con bifurcaciones bajas y forma de la copa con abundante follaje que varía de frondosa, irregular, abierta; generalmente sanos, aunque ciertos árboles presentaron daños de insectos plagas que originan un exudado rojizo propicio para la aparición de enfermedades (INIAP, 2008).



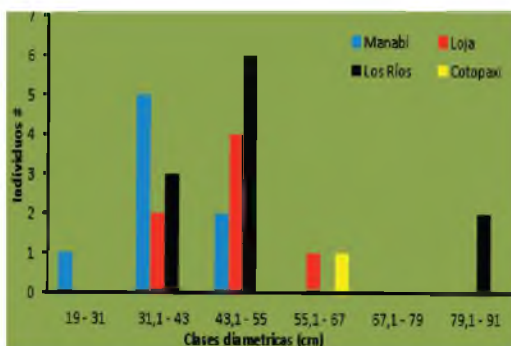


Figura 4. Diámetro del fuste a 1,30 m en árboles maduros de moral fino (n=27) recolectados en Ecuador. INIAP, 2008.

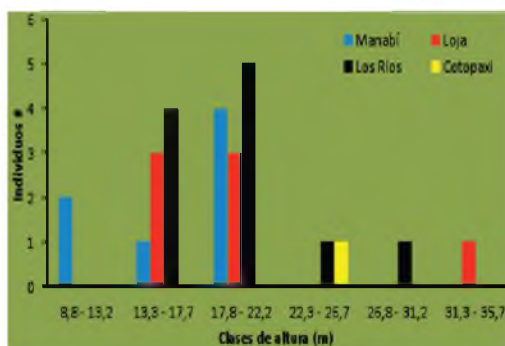


Figura 5. Altura total de árboles maduros de moral fino (n=27) recolectados en Ecuador. INIAP, 2008.

Las hojas son simples, alternas, con peciolo de 5 a 10 mm de largo, lámina obovada (más angosta en la base) a elíptica, el ápice es puntiagudo, la base obtusa, el haz verde oscuro y el envés verde claro, ambas superficies glabras (Salazar 2001), los bordes generalmente aserrados aunque se encontró una accesión atípica con los bordes irregulares (Figura 6). Las ramas y el tallo presentan espinas en individuos juveniles o en brotes presentes en árboles adultos. La savia es blanca amarilla que da un tinte kaki al secarse.

El fuste de color pardo a gris, con lenticelas amarillas que se desprenden en piezas irregulares; el grosor de la corteza varía de acuerdo a la edad del árbol, su albura es blanca y el duramen amarillo Figura 7.



Figura 6. Tipos de hojas observadas en moral fino. INIAP, 2011.

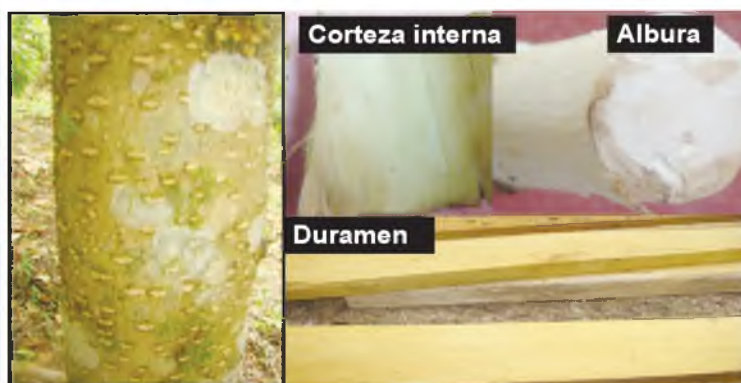


Figura 7. Característica externa del fuste mostrando las lenticelas, color de la corteza interna, albura y duramen en tiras de moral fino. INIAP, 2011.

La especie presenta sus estructuras reproductivas femeninas y masculinas en árboles diferentes (dioica) y se ubican en la axila de cada hoja. La inflorescencia femenina es globosa, con pequeñas flores sésiles apiñadas; la flor femenina botánicamente es un capitulo solitario de color verde; tiene de 5 a 10 mm de diámetro, cáliz pequeño con el ovario corto y estigma curvo. El periodo de antesis es corto (de 3 a 5 días), inicialmente el botón floral se encuentra protegido por una estipula cónica que se desprende a medida que se desarrolla la flor, los estilos se alargan en 1 a 2 centímetros que posteriormente se secan cuando están fecundados (Figura 8).



La inflorescencia masculina botánicamente es un amento, (estructura tubular) de color amarillo de aproximadamente 6 a 10 cm de largo; de cuatro a cinco sépalos de 1 mm de largo con cuatro a cinco estambres de 3 mm de longitud (Figura 9). Se han observado la presencia de abejas, avispas, chalacos con granos de polen en sus patas, moscas y mosquillas durante la floración y fructificación, los cuales evidentemente están asociados con la fecundación al ser visitantes continuos de árboles masculinos y posteriormente de individuos femeninos; así como otros insectos consumidores de polen y/o néctar (Figura 10), y posiblemente por el viento (Salazar, 2001).



Figura 8. Secuencia de la aparición de botones florales femeninos hasta su fertilización de moral fino en accesión de Manabí a los 3 años y presente en el banco genético de moral fino en la E.E. Portoviejo; donde es visible la estipula involucral (a), desarrollo del multiovarios (b), crecimiento de estilo (c), estigma receptivos (d) y visión general de una planta femenina (e). INIAP, 2011.



Figura 9. Secuencia de la formación de estructuras reproductivas masculinas en moral fino en accesión de Manabí a los 3 años y presente en el banco genético de moral fino en la E.E. Portoviejo; donde es visible la estipula involucral (a), posición de la flor (b), filamento y anteras (c), anteras abiertas (d) y vista general de árbol masculino (e). INIAP, 2011.



Figura 10. Visitantes florales en frutos de moral fino (a), algunos con granos de polen en sus patas (b: círculo amarillo) y gallinas consumiendo frutos y/o semillas actuando como dispersores a otras áreas de la finca.





El fruto botánicamente es una baya compuesta de una pulpa carnosa, comestible, de forma redondeada, cada uno se encuentra cubierto por el perianto y las brácteas ascendentes, de color verde cuando está tierno a verde amarillo en maduración, el estilo mide de 0,5 a 1 cm de longitud y se encuentra adherido al fruto aun después de desprenderse del árbol. Generalmente un mismo árbol presenta frutos de diferentes tamaños, de los cuales los pequeños pesan en promedio 2,5 g y miden de 1,5 a 1,7 cm de diámetro; los frutos medianos pesan 3,6 g y miden de 1,7 a 1,9 cm de diámetro y los frutos grandes pesan 6,6 g y miden de 2,1 a 2,4 cm. En el interior del fruto se encuentran alrededor de 50 semillas, de las cuales un 40 a 60% es viable. Las semillas tienen forma oblongo- elíptica, color marrón, miden de 2 a 3 mm de longitud, son redondeadas en la base, con una muesca que forma el hilum, el cual contiene dos orificios (Figura 11). Los frutos generalmente se desprenden de los árboles cuando están pintones a maduros; La dispersión primaria es anemocoria (viento), no alcanza mayores distancias y más bien se circunscribe alrededor del árbol madre. Son muy apetecidos por aves de corral que contribuyen en pequeña escala con el traslado de las semillas a otros sitios. La dispersión a grandes distancias está apoyada por murciélagos frugívoros y aves silvestres (Pizo, 2004; Herrera et al., 2002; Fleming y Heithaus, 1981).

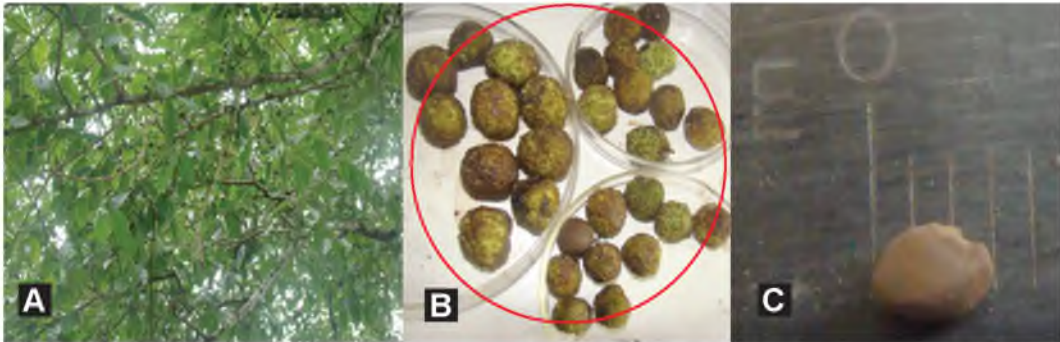


Figura 11. Fructificación de moral fino que caen bajo la copa del árbol (a), tamaños y forma de los frutos (b), y características externas de la semilla (c). iNiAP, 2011.

En cuanto a las fases fenológicas relacionadas con la producción de frutos (Cuadro 2), los registros para el litoral ecuatoriano varían de zona a zona, donde la floración va de diciembre a febrero, el desarrollo del fruto entre febrero y marzo y la fructificación se produce entre los meses de febrero y abril en las provincias de Los Ríos, Cotopaxi y Manabí (color rojo en el cuadro 2), y entre mayo a junio en el bosque seco de Loja (color negro en el cuadro).

Cuadro 2. Comportamiento fenológico de moral fino en bosque seco del Ecuador.

FENOFASE/MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
FLORACIÓN		■	■									■
DESARROLLO DE FRUTO		■	■									
FRUCTIFICACIÓN		■	■	■	■	■						



## Usos y beneficios

La madera tiene una densidad específica que varía de 1,15 cuando esta verde a 0,68 g/cm<sup>3</sup> cuando está seca; posee textura mediana a gruesa, grano algo recto o entrelazado (Little y Dixon, 1969). Tiene baja contracción al secado en horno (radial 3,4%; tangencial 5,4%; volumétrica 7,8%) (Chudnoff, 1984). La tasa de secado al aire es de aproximadamente 47 días (Keenan y Tejada, 1984).

La madera es de excelente calidad, muy durable y fácil de trabajar; se ha recurrido a ella con diferentes propósitos, por ejemplo, en la construcción naval, vías férreas, carrocerías, aserrío en general y construcciones rurales ( Figura 12). La madera y las hojas contienen maclurina, sustancia soluble en los álcalis; de allí se obtenían tintes verdes, castaños, amarillos y oliváceos para las telas del ejército (Acosta 1960). La corteza contiene taninos, valiosos en la curtiembre de pieles; se la utiliza también como medicina por sus propiedades cicatrizantes, diuréticas, laxantes y antiinflamatorias (Cordero *et al.* 2003, Sánchez, Aguirre y Kvist, 2005).

El follaje tiene valor nutricional y constituye una alternativa para complementar la dieta de caprinos y ovinos (García *et al.* 2008; García *et al.*, 2009).



Figura 12. Madera en tiras sin pulir, canchón rustico, carrocerías 100% moral, combinada con amarillo de Guayaquil y combinada con lata. INIAP, 2011.

## Manejo silvicultural

### Obtención de la semilla

Los frutos deben cosecharse maduros cuando se desprenden naturalmente del árbol e inmediatamente deben ser desmenuzados y lavados en un recipiente; luego, pulpa y semilla se llevan a secar bajo sombra, pero es necesario removerlos constantemente para evitar que la masa quede adherida a la semilla. El proceso toma unos tres días hasta que la pulpa esté completamente suave y se separe fácilmente de la semilla. Una vez obtenida, la semilla se deja al ambiente por 72 horas hasta que seque por completo, se siembra inmediatamente o se guarda en refrigeración en un recipiente hermético (Figura 13).

En programas de forestación y/o reforestación es importante contar con una base genética amplia, que puede ser obtenida de germoplasma procedente de 20 árboles semilleros y separados mínimo 200 m de distancia.





Figura 13. Secuencia de la obtención de la semilla de moral fino, Frutos (a), desmenuzados (b), masa húmeda (c), secado dentro de un saco plástico (d), separación de la pulpa (e) y obtención de la semilla (f). INIAP, 2011.

Cien semillas pesan en promedio 0,29 g por lo que en un kilogramo habría alrededor de 344 828 semillas, de las cuales 206 897 serían viables si el vaneamiento es del 40%. No se aconseja almacenar la semilla bajo condiciones inadecuadas (al aire libre, en fundas) que induzcan cambios de temperatura y humedad. Se recomienda sembrarla lo más pronto posible o almacenarla hasta los 30 días, sin embargo, hay reportes de expertos locales que indican buena viabilidad hasta 3 meses de almacenamiento. No se necesita tratamiento pre-germinativo.

### Manejo de semilleros

El semillero debe ser construido bajo sombra o con una cubierta que proteja de la radiación solar a las plantitas. Antes de la siembra desinfecte el suelo contra Damping off, y remojar la semilla por 12 horas y posteriormente mezclarlas con arena de río con la finalidad de distribuirla homogéneamente sobre el semillero, realizar riegos ligeros, diarios y mantener el semillero libre de la competencia de malezas. La germinación es epigea y se inicia alrededor de los 15 días. Los mejores resultados para el trasplante a fundas se obtienen cuando las plantitas presentan de 2 a 4 cm de altura. Por otro lado, durante su permanencia en fundas es necesario eliminar las ramitas inferiores a fin de ir configurando la estructura del arbolito (Figura 14).



Figura 14. Secuencia del proceso de germinación de las plántulas de moral fino hasta quedar lista para el repique a fundas. Semilleros (a), germinación (b), cotiledones y primera hojita (c), plantitas lista al trasplante (d) y secuencia de la etapa de germinación hasta 15 días de edad (e y f). EEP, INIAP, 2011.

## Multiplicación asexual

La multiplicación vegetativa es un mecanismo válido para mantener genotipos superiores, suplir la falta de semillas y proporcionar uniformidad a las plantaciones. En moral fino los mejores resultados se han dado utilizando brotes axilares provenientes de plantas podadas. Es importante señalar que una accesión de Manabí presenta niveles de brotación y enraizamiento muy superiores al resto. (INIAP, 2009). Se reporta también el uso de esquejes de 7 cm y 21 días de edad obtenidos de árboles de aproximadamente 20 años (Villacís 2003).

En el 2009, el Programa de Forestería en la E.E. Portoviejo, realizó pruebas de enraizamiento masivo mediante el uso de brotes axilares, hormona de enraizamiento comercial (raizal, hormonagro, raíces) que contienen ANA: Acido Naftaleno acético y/o AIB: Acido Indolbutírico, solución nutritiva de Nitrato de Ca + Nitrato de K + Fosfato monopotásico + Sulfato de Mg + Fe quelatizado; el uso de bandejas plásticas y turba como sustrato. Las bandejas fueron ahoyadas en la cubierta, dentro de ellas se colocó alrededor de 75 g de turba desinfectada que se humedeció con 25 a 30 ml de solución nutritiva; la mezcla se dejó en reposo por un día antes de ser utilizada y los brotes fueron impregnados con la hormona al momento de la siembra.

La sobrevivencia de los brotes fue del 97% a los 37 días desde el establecimiento y 23 días posteriores al repique todos continuaron vivos, el promedio de raíces por brote fue de 17 (rango de 7 a 35), la longitud de la raíz mayor en promedio fue de 4,92 cm (rango de 1,7 a 10), la longitud del brote tuvo una media de 8,6 cm (rango de 1,5 a 12,6 cm) y el diámetro del tallo en promedio fue de 0,14 cm (rango de 0,1 a 0,2 cm) (Figura 15). El uso de cámara de enraizamiento con cubierta de plástico es otra opción probada en la E.E. Litoral Sur que permite utilizar las bandejas descubiertas o sembrar en el piso de la cámara (Figura 16).

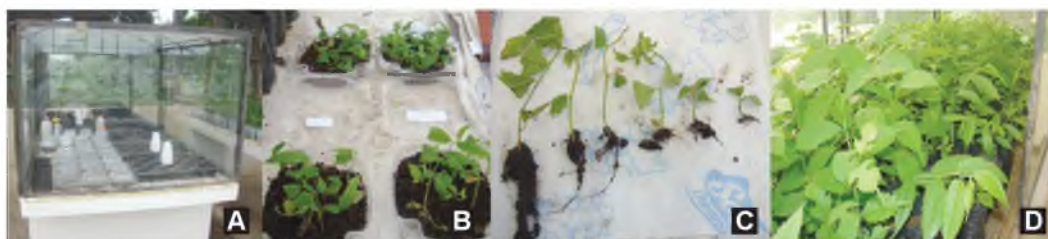


Figura 15. Proceso de enraizamiento en cámara de vidrio cubierta con malla de sarán (a), brotes sembrados (b), evaluados a los 37 días (c) y plantas clonales de moral fino a los 60 días a partir del trasplante (d). Estación Experimental Portoviejo. INIAP, 2011.



Figura 16. Proceso de enraizamiento en cámara germinadora de plástico (a), brotes sembrados en bandejas abiertas (b), sustrato sobre la cámara (c) y brotes evaluados a los 40 días a partir del establecimiento (d). Estación Experimental del Litoral Sur. INIAP, 2011.

## Manejo y crecimiento en campo definitivo

Moral fino prefiere suelo bien drenado y rico en materia orgánica (Acosta, 1960). Se lo ha encontrado en una gama de suelos desde los poco profundos, calcáreos, cercanos a esteros, dentro de quebradas; está presente también en áreas de topografía planas y laderas un poco pronunciadas (Limongi, 2008).

Para la siembra en campo definitivo se requiere de un hoyo de 40 cm de ancho y profundidad; previo al establecimiento se aconseja colocar al fondo del hoyo, cáscara de cacao previamente descompuesta y seca en mezcla de hojarasca fina de guaba u otro sustrato orgánico disponible en la zona, más 30 g de fertilizante completo 15-15-15. Sobre la mezcla se ubica una capa de tierra, se procede a la siembra del arbolito y apisonarse para eliminar los espacios de aire que dificulten el prendimiento.

La especie no tolera periodos largos de inundaciones, ni que se mantenga una lámina de agua permanente (Figura 17), por lo que en suelos con propiedades físicas como limitantes, por ejemplo, compactación y encharcamiento, hay que tomar las medidas necesarias para hacer drenajes en forma oportuna y evitar la muerte de plantas adultas por marchitez; así mismo, la especie no tolera las quemas, principalmente en los primeros dos años de desarrollo de la planta.



Figura 17. Planta de moral fino de 3 años de edad con síntomas de marchitez por exceso de agua. Estación Experimental Portoviejo. INIAP, 2012.

## Podas de formación

La especie produce un follaje exuberante y mucha brotación a lo largo del tallo e incluso la copa, lo cual exige se realicen periódicamente la eliminación de ramas y brotes tiernos, así como los excesos de ramas de la copa. Es importante entonces proporcionar podas de formación temprana y oportuna en el tercio inferior del árbol que permita estructurar un fuste recto y libre de ramas (Figura 18).



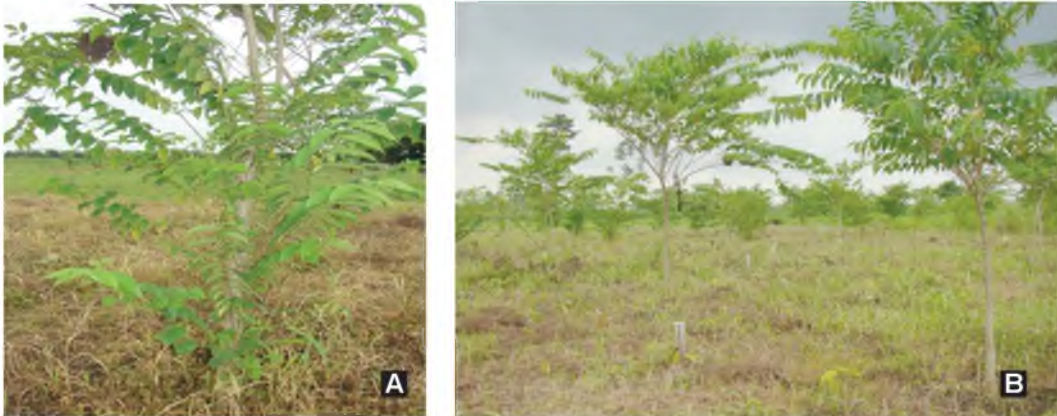


Figura 18. Planta de moral fino con exceso de brotes (a) y poda de formación con estructura de un eje (b). INIAP, 2011.

### Problemas Fitosanitarios

Entre los principales problemas patológicos se ha observado la presencia de algunas manchas foliares, pero que no representan importancia económica debido al abundante follaje que produce la planta; también se observan pudriciones de los frutos que van cayendo en el suelo. El problema más serio es el provocado por perforadores del tallo que originan un exudado acuoso que desmejoran la calidad de la madera e incluso pueden provocar la muerte del individuo, si no tiene la capacidad de rebrotar y formar nuevos ejes, en algunas zonas se observan a caracoles que suben por el tallo para consumir hojas y brotes tiernos (Figura 19).

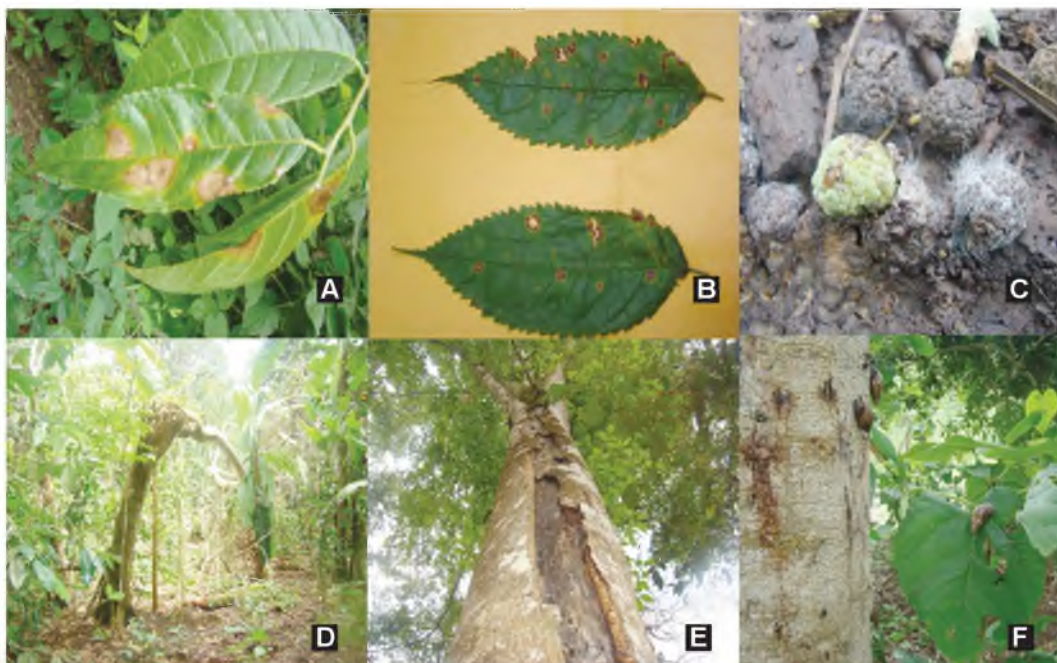


Figura 19. Manchas foliares (a y b), frutos en descomposición (c), Daño por insertos perforadores del tallo (d y e) y caracoles en árbol adulto (f). EEP. INIAP, 2011.

## Desarrollo de Moral Fino

Moral fino es considerada una especie “clímax” exigente en luz. Su ritmo de crecimiento inicial a nivel de bosque seco, se refleja en el comportamiento de la especie en las variables altura total y diámetro del tallo a 0,10 m durante el primer año de establecimiento de un estudio realizado en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, donde se evaluaron diez especies forestales (3 x 3 m de distancia) y moral fino presentó el mayor crecimiento en altura total de planta, con incremento de 15,48 cm de altura en el primer trimestre e incrementos de  $\pm 30$  cm de altura a partir del segundo al cuarto trimestre (Figura 20). En relación al desarrollo en diámetro del tallo muestra a la especie como de crecimiento inicial intermedio, donde el desarrollo de otras especies como cedro y caoba la superan (Figura 21).

En cuanto al comportamiento entre procedencias establecidas en los bancos de las Estaciones Experimentales del Litoral Sur y Portoviejo, a los 30 días desde el establecimiento, se observaron las mayores respuestas en el crecimiento en altura (superando los 50 cm) para las procedencias de San Sebastián y Junín de Manabí, y de La Esperanza de Los Ríos (Figura 22). En relación al diámetro del tallo, a nivel de EELS las procedencias tienen un desarrollo más o menos homogéneo y en el rango de 0,4 a 0,5 cm medido a 10 cm; mientras que en la EEP se destaca la accesión de Junín con 0,44 cm medido a 5 cm (Figura 23).

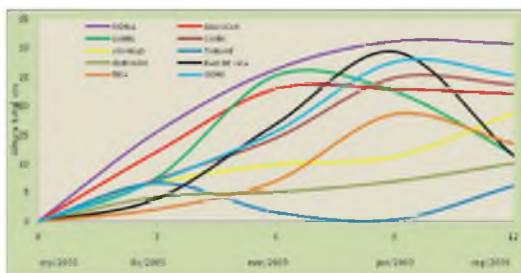


Figura 20. Incremento medio en altura total de moral fino y otras especies forestales a nivel de bosque seco. INIAP, EEP. 2009.

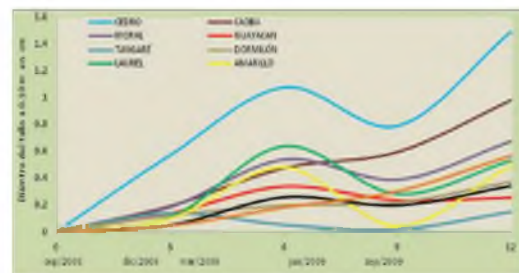


Figura 21. Incremento en diámetro del tallo medido a 0,10 m en cm. de moral fino y otras especies forestales a nivel de bosque seco. INIAP, EEP. 2009.

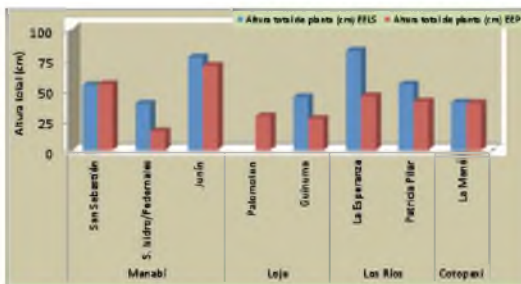


Figura 22. comportamiento de procedencias de moral fino en altura total (cm) a los 30 días del establecimiento. INIAP, EELS - EEP. 2010.

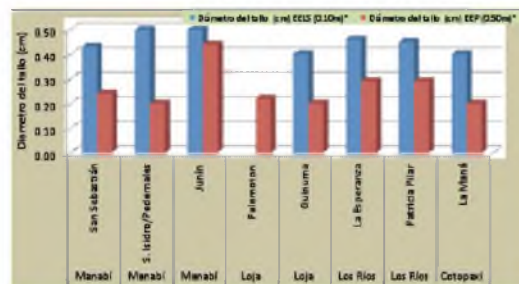


Figura 23. comportamiento de procedencias de moral fino en diámetro del tallo a los 30 días del establecimiento. INIAP, EELS - EEP. 2010.



## Variabilidad genética de moral fino

Los marcadores moleculares constituyen una tecnología muy útil para generar información sobre la diversidad genética de las especies. Frente a los marcadores morfológicos tienen la ventaja de ser fenotípicamente neutros (no afectados por el medio ambiente), se puede evaluar un número indeterminado de ellos, analizando parte o toda la planta desde sus primeros estados de desarrollo (Phillips-Mora et al., 1995).

Las técnicas de marcaje molecular utilizadas en moral fino fueron: RAPD's (Polimorfismos de ADN amplificados al azar) y AFLPS (Fragmentos polimórficos de ADN amplificados). Con los marcadores RAPDs se evaluaron 21 accesiones procedentes de las provincias de Loja, Manabí, Los Ríos y Cotopaxi establecidos en los bancos genéticos de las EELS y EEP (INIAP, 2008). La extracción de ADN genómico se efectuó con el kit comercial PureLink Plant Total DNA Purification (INVITROGEN Catálogo N° K 1830-11); la calidad del ADN se validó, al principio, con 12 iniciadores o primers RAPDs Operon Technologies, de los cuales OPAC-01, OPA-19, OPR-07, OPAA-09; OPW-12 y OPAA-13 fueron los más consistentes en la amplificación (Morillo *et al.*, 2010; Yépez, 2011). Se calcularon distancias genéticas mediante el coeficiente de similitud Sorensen-Dice con el fin de determinar la estructura genética, un Análisis de Coordenadas Principales (PCO) y un análisis de agrupamiento usando el método no ponderado UPGMA (Unweighted-Pair group method arithmetic average) para la obtención de un fenograma que grafica las relaciones entre genotipos y visualizado en TREEVIEW 1.6.6.

El análisis genético registró 44 polimorfismos indicando variación en un lugar determinado del ADN de los individuos. La accesión con más polimorfismos fue la procedencia de Manabí, San Sebastián, individuo 5, con 12 bandas polimórficas, mientras que la accesión con menos polimorfismos fue de Manabí, San Sebastián, individuo 4, con dos bandas polimórficas (Figura 24). El análisis de coordenadas principales en dos y tres dimensiones muestran el 35,58 y 46,21% de la variancia total en su orden (Morillo *et al.*, 2010; Yépez, 2011).

El análisis de conglomerado forma 4 grupos; el primer grupo se encuentra la accesión de Loja, Palomontón, población 4, individuo 5 que se separa de las demás accesiones a una distancia de 0,38 y no tiene similaridad genética con el resto de accesiones; el segundo grupo está formado por cinco procedencias (dos de Manabí: Pichincha-San Sebastián y Junín; y tres de Loja (Palomontón)); El grupo tres es el más numeroso con 11 procedencias: cinco de Manabí (cuatro de Pichincha-San Sebastián y una de San Isidro-Pedernales) y seis de la provincia de Los Ríos (cinco de La Esperanza y una de Patricia Pilar); En este grupo, una accesión de Manabí y otra de Los Ríos comparten la misma información genética y se constituyen en duplicados. El grupo cuatro lo integran dos accesiones de Manabí, cantón Pichincha; una de Los Ríos, cantón Patricia Pilar y una de Cotopaxi, cantón La Maná.

En el mediano a corto plazo, las características morfológicas ayudarán a comprender las diferencias o similitud genética de las diferentes procedencias, su contribución a los programas de mejoramiento de especies diocas y la recuperación de la especie a nivel de los diferentes ecosistemas del litoral ecuatoriano en los nichos donde presentan marcadas preferencias.



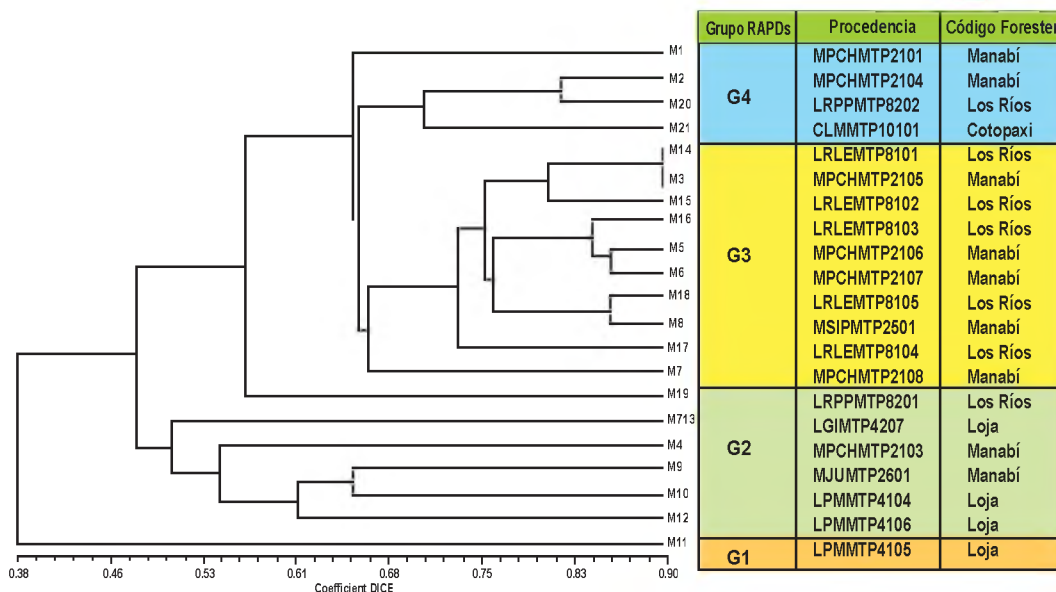


Figura 24. Dendrograma UPGMA para accesiones de moral fino presente en los bancos genéticos de las Estaciones Experimental Portoviejo y Litoral Sur del INIAP. Proyecto "Preservación de tres especies maderables amenazadas en la ecoregión Bosque seco del Litoral Ecuatoriano". EEP. EELS. INIAP 2010.

### Moral fino en el paisaje agrícola y forestal

La especie se ha observado en Ecuador en bosques secos, en áreas intervenidas, en sistemas agroforestales mixtos con café y cacao donde forma el dosel superior, a orillas de esteros, o en forma dispersa, acompañada de especies maderables como *Triplaris cumingiana* (fernán sánchez), *Cordia alliodora* (laurel), *Schizolobium parahyba* (pachaco), *Ochroma pyramidale* (balsa) y de especies frutales como mango, naranjo, guaba, entre otras (Figura 25, Limongi, 2008).

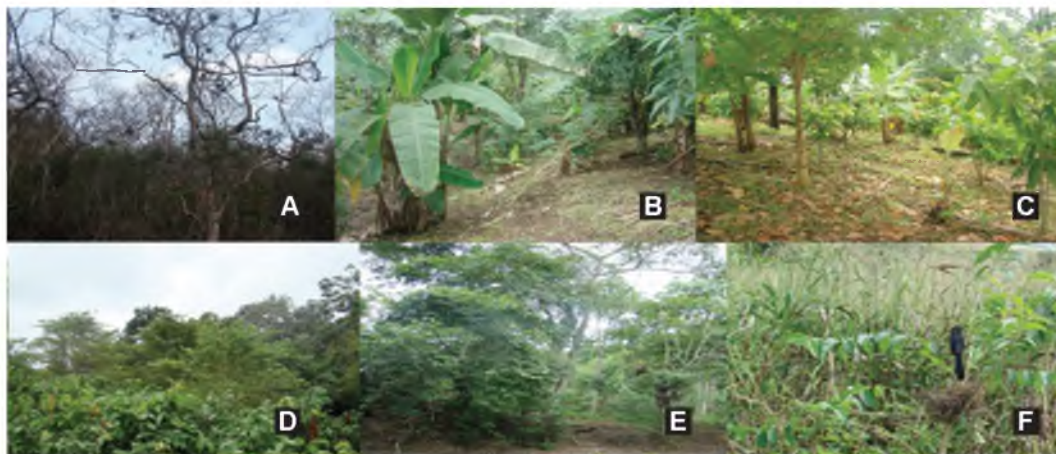


Figura 25. Secuencia de diferentes usos de la tierra, con presencia de moral fino en bosque seco (a), policultivo de musáceas, yuca, frutales y café (b), plátano, frutales y cacao (c), con cacao (d), cercana a ríos (e) y en pasturas (f).

Se ha reintroducido con éxito en fincas ganaderas colombianas a nivel de cerca viva para dividir potreros por su capacidad de rebrote y producción de espinas la hacen apta para este arreglo, o como árbol maderable que proporciona sombra al ganado. Otra alternativa es sembrarse en bancos de forrajes para corte y acarreo, asociado a especies como matorrón (*Gliricidia sepium*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (Calle *et al.*, 2007).

### Estado de conservación de moral fino

Poco se conoce del estado de conservación de la *M. tinctoria* en Ecuador. En los bosques secos y pie de monte está definida como una especie muy escasa, donde las poblaciones son muy reducidas. Ha sido registrada como especie de aprovechamiento condicionado (MAE, Acuerdo Ministerial N° 131) y en el contexto de la normativa para el manejo forestal del bosque seco (MAE, 2007) se permiten extracciones de árboles con un diámetro del fuste a partir de 30 cm en Bosque seco y de 40 cm en la zona de tratamiento especial bosque sub-húmedo de garúa.

Lo que se sabe es que la especie tiene una alta demanda en el mercado interno con una tasa de extracción muy alta y sin ningún plan de manejo para mantener su variabilidad genética o el paso generacional en su entorno natural. Para contribuir a mitigar la rápida y creciente pérdida de su base genética, se deben implementar mecanismos de conservación y uso sostenible.

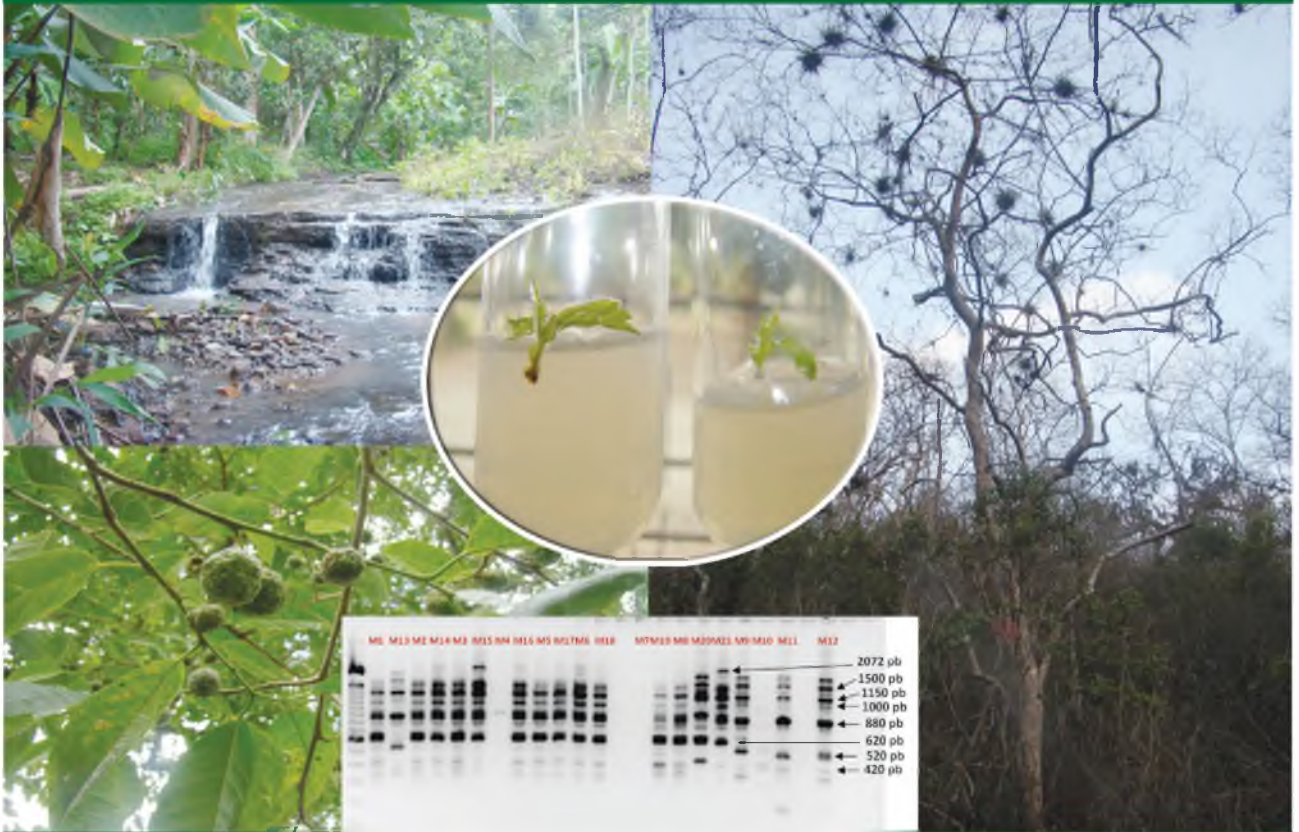
## LITERATURA CITADA

- Acosta-Solís, M. 1960. Maderas económicas del Ecuador y sus usos. Casa de la Cultura Ecuatoriana. Quito, EC. p 179-181; 234-277.
- Aguirre, Z.; Kvist, L. 2005. Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. *Lyonia* 8(2): 41-67.
- Calle, Z.; Galindo, V.; Cuartas, C.; Murgueito, E. 2007. Árboles útiles para las fincas ganaderas. Federación Colombiana de Ganaderos, Carta FEDEGAN N° 98: 98-100.
- Cordero, J.; Boshier, D.H.; Barrance, A.; Beer, J.; Boshier, D.H.; Chamberlain, J.; Cordero, J.; Detlefsen, G.; Finegan, B.; Galloway, G.; Gómez, M.; Gordon, J.; Hands, M.; Hellin, J.; Hughes, C.; Ibrahim, M.; Kass, D.; Leakey, R.; Mesén, F.; Montero, M.; Rivas, C.; Somarriva, E.; Stewart, J.; Pennington, T. 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Oxford Forestry Institute, Oxford (UK); CATIE, Turrialba (CR) p. 689-692.
- Chudnoff, M. 1984. Tropical Timbers of the World. USDA Forest Service. Ag. Handbook No. 607. En línea. Consultado en noviembre 7 del 2010. Disponible en [www2.fpl.fs.fed.us/techsheets/Chudnoff/TropAmerican/pdf\\_files/Chlorophoratinctoria.pdf](http://www2.fpl.fs.fed.us/techsheets/Chudnoff/TropAmerican/pdf_files/Chlorophoratinctoria.pdf)
- Dodson C., Gentry A. 1992. Extinción biológica en el Ecuador occidental. In Mena P.A., Suárez L., Ed. La Investigación para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Ecuador. Ecuador: EcoCiencia, 1993, p. 27-57.
- García, M.G.; Medina, L.J.; Cova, T.; Clavero, A.; Torres, D.; Perdomo, Santos, O. 2009. Evaluación integral de recursos forrajeros para rumiantes en el estado Trujillo, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 26: 555-582.
- García, D. E.; Medina, M.; Cova, L.; Soca, M.; Pizzani, P.; Baldizán, A.; Domínguez, C. 2008. Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 26 (3): 191-196.
- Gentry. A. 1996. A field guide to the families and genera of woody the plant of northwest South America (Colombia, Ecuador y Perú), with supplementary notes on herbaceous taxa. 895 p.

- INIAP. 2008. Informe Técnico Anual del Programa Nacional de Forestería. Estación Experimental Portoviejo. Estación Experimental Litoral Sur. 54 p.
- Keenan, F.; Tejada, M. 1984. Tropical timber for building materials in the Andean Group tries of South America. Ottawa, CA. IDRC. 151 p.
- INIAP. 2009. Informe Técnico Anual del Programa Nacional de Forestería. Estación Experimental Portoviejo. 19 p.
- Limongi, R. 2008. Catalogo de los bancos de germoplasmas de moral fino. EEP. EELS. INIAP. 15 p.
- Little, E. y Dixon, R. 1969. Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas. Esmeraldas, Ecuador. 536 p.
- Magnanini, A; Magnanini, C. 2002. Arvores gigantescas da terra e as maiores assinaladas no Brasil. Caderno nº. 20. Segunda edición. Série Ciência e Pesquisa, nº. 2. São Paulo, (Br). CNRBMA (Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica). 47 p.
- Morillo, E. Limongi, R. Miño, G. García, K. 2010. Caracterización molecular de las especies forestales: amarillo de Guayaquil, bálsamo y moral fino mediante marcadores moleculares arbitrarios. Actividad en servicio del Laboratorio Nacional de Biotecnología para el Programa Nacional de Forestería. Estación Experimental Litoral Sur y Estación Experimental Portoviejo. Informe Técnico-Científico. 35 p.
- Neill, D. 2005. I curso binacional de dendrología de bosques tropicales en la cordillera del Cóndor, Ecuador. Jardín botánico de Missouri, Centro Shuar Kuankus, Morona Santiago, Federación interprovincial de centros Shuar. 96 p.
- Palacios, W. 2011. Familias y géneros arbóreos del Ecuador. Ministerio del Ambiente de Ecuador. Quito, Ec. p.56-82.
- Phillips-Mora, W.; H., Rodríguez; P., Fritz. 1995. Marcadores de ADN: teoría, aplicaciones y protocolos de trabajo, con ejemplos de investigaciones en cacao (*Theobroma cacao*). Turrialba, Costa Rica, CATIE 183 p. Serie técnica. Informe técnico no. 252.
- Richter, H. G.; Dallwitz, M. J. 2000. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Versión 4th May 2000. En línea. Disponible en <http://biodiversity.uno.edu/delta/>.
- Salazar R.. 2001. Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. Volumen II. Serie Técnica, Manual técnico N°48. Proyecto de semillas forestales; Danida Forest Seed Center. CATIE, Turrialba, CR. p. 5-6.
- Sánchez, O.; Aguirre, L.P.; Kvist, L. 2006. Usos maderables y no maderables de los bosques secos de la Provincia de Loja. *Lyonia* 10(2):73-82.
- Trópicos. org. 2010. Maclura tinctoria. Missouri Botanical Garden. En línea. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/21300516>.
- USDA, ARS, GRIN (United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Germplasm Resources Information Network). 2010. Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud. En línea. Disponible en <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?400739>.
- Villacís, O. 2003. Propagación vegetativa de *Chlorophora tinctoria* (L.) Gaud con el uso de las hormonas ANA y AIB estimuladoras del enraizamiento. Tesis de Grado Ing. Forestal. Fac. Ciencias Ambientales. UTEQ (Universidad Técnica Estatal de Quevedo). Quevedo, Ecuador.
- Yépez, C. 2011. Caracterización de la diversidad genética de amarillo de Guayaquil (*Centrolobium ochroxylum* Rose ex Rudd), bálsamo (*Myroxylon peruiferum* L.f.) y moral fino (*Maclura tinctoria* L. Steud) mediante marcadores moleculares arbitrarios RAPDs, en la eco región bosque seco del litoral ecuatoriano. Proyecto: Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Quevedo, EC.87 p.



## PROGRAMA NACIONAL DE FORESTERÍA DEL INIAP



**Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias**

**Email:** [iniap@iniap-ecuador.gob.ec](mailto:iniap@iniap-ecuador.gob.ec)

**Web:** [www.iniap-ecuador.gob.ec](http://www.iniap-ecuador.gob.ec)

**Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja"**

Km 26.5 vía Duran – Tambo, Guayaquil, Ecuador

Casilla postal: 09-01-7069

**[litoralsur@iniap.gob.ec](mailto:litoralsur@iniap.gob.ec)**

**Estación Experimental Portoviejo**

Km 12 vía Portoviejo – Santa Ana, Portoviejo, Ecuador

Casilla: postal: 13-01-100

**[portoviejo@iniap.gob.ec](mailto:portoviejo@iniap.gob.ec)**

**LA MISIÓN DEL INIAP ES "Generar y proporcionar innovaciones tecnológicas apropiadas, productos, servicios y capacitación especializados para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores agropecuario, agroforestal y agroindustrial".**

