



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

Ginive Guiracocha Freire

Enrique Nieto Rodríguez

Bálsamo

Myroxylon spp

**Especie de uso múltiple
del bosque seco del Ecuador**

2012



GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Econ. Rafael Correa Delgado
Presidente Constitucional

Scigo. Javier Ponce
Ministro de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca

Dr. Julio César Delgado Arce
Director General del INIAP

Revisión técnica:	James Quiróz, M. Sc. Roberto Celi, M. Sc. Ricardo Moreira, 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 152
Tiraje:	1000 ejemplares
Diseño y diagramación:	Nidia Jaramillo, R. Limongi.
Impresión:	Grafiservi

Este boletín técnico debe citarse así:

Limongi, R., Guiracocha, G. 2012. Bálsamo *Myroxylon* spp Especie de uso múltiple del Bosque seco de Ecuador. Estación Experimental Portoviejo, Estación Experimental del Litoral Sur. Programa Nacional de Forestería. Boletín técnico No 152. 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 del Gobierno Nacional.

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

ANTECEDENTES

En noviembre del 2005, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, se planteó dar mayor impulso a sus actividades de investigación en el campo forestal y agroforestal del país a través de la creación formal del Programa Nacional de Forestería. El objetivo del 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". A partir del 2007, el Gobierno Nacional por intermedio de la SENESCYT y el Plan de Fortalecimiento Institucional - Forestería apoyó económicamente la ejecución del proyecto **"Preservación de tres especies maderables nativas, amenazadas en la eco región bosque seco del litoral ecuatoriano"**.

La propuesta se respalda en la acelerada deforestación y degradación del bosque seco del país y la consiguiente pérdida de la diversidad de especies endémicas y nativas, principalmente aquellas consideradas "valiosas" por el alto valor comercial de su madera. La continua pérdida de la base genética y la ausencia de información científica para estas especies, imposibilita el establecimiento de programas de mejoramiento genético que contribuyan a su uso, conservación y fomento en programas de forestación y reforestación del país.

El presente boletín técnico es específico a bálsamo (*Miroxylon spp*) y reúne la mayor parte de las experiencias generadas durante el 2007 al 2011 en el proyecto en las áreas de manejo de germoplasma, establecimiento y manejo de viveros y campo; en la caracterización fenotípica de los árboles madres y posteriormente de los individuos establecidos a nivel de bancos en las Estaciones Experimentales Portoviejo y Litoral Sur del INIAP. También en la caracterización molecular con marcadores RAPDs y AFLPs y las diferentes pruebas de multiplicación asexual con miras a su masificación a gran escala.

Finalmente se espera que el presente documento sea útil para productores forestales y agroforestales, las comunidades rurales del país, los decisores políticos, extensionistas, estudiantes y todos aquellos interesados en conocer e iniciar actividades productivas o de conservación alrededor de la especie.

Carlos Cortéz Bedón
Director Estación Experimental Litoral Sur
"Dr. Enrique Ampuero pareja"
Guayaquil, abril 2012

BALSAMO (*Miroxylon* spp)

Especie de uso múltiple del bosque seco del Ecuador

BOTÁNICA Y ECOLOGIA

Taxonomía

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Sub Familia	Papilionoideae
Género:	<i>Myroxylon</i>
Especie:	<i>M. spp</i>

La Familia Fabaceae, anteriormente clasificada como Leguminosae, es una de las familias arbóreas más importante del neotrópico; Incluye árboles de uso múltiple, con madera valiosa; así como arbustos, lianas y hierbas (Gentry 1996). La Subfamilia Papilionoideae está formada por 300 géneros con 6500 especies a nivel mundial y 60 géneros arbóreos con 650 especies en América Tropical (Neill 2005).

Cuadro 1. Principales características de la Familia Fabaceae y SubFamilia Papilionoideae (Little y Dixon, 1969, Gentry 1996, Neill, 2005, Palacios 2010).

CARACTERÍSTICAS DE LA FAMILIA FABACEAE	CARACTERÍSTICAS DE LA SUBFAMILIA PAPILIONOIDEAE
Hojas compuestas, alternas (raramente opuestas), (raramente simples), estípulas pareadas,	Hojas compuestas, alternas (pocas opuestas) pinnadas, imparipinnadas (algunos géneros trifoliolada y ciertas especies con hojas simples), estípulas y Foliolos (alternos u opuestos).
Flores bisexuales, cáliz de 5 lóbulos, corola de 5 pétalos desiguales (menos en Mimosoideae), de 10 estambres distintos o unidos en la base y un pistilo con ovario supero de 1 celda.	Flores zigomórfica, de forma mariposa, pétalos muy desiguales sobrepuestos en el capullo, estambres generalmente unidos de 10 ó 9, unidos en 1 o 2 grupos.
Fruto generalmente una legumbre, drupa indehiscente o sámara.	Fruto una legumbre, en varios géneros es modificada formando una drupa indehiscente o una sámara alada.
Semillas elípticas como frijoles, arriñonadas	Semillas elípticas similar a frijol, arriñonadas.

El Jardín Botánico de Missouri (Trópicos 2010) detalla 66 registros entre especies y ecotipos para este género, de los cuales siete tienen nomenclatura aceptada (*M. balsamum*, *M. balsamum* var. *balsamum*, *M. balsamum* var. *pereirae*, *M. nitidum*, *M. pereirae*, *M. peruiferum* y *M. toluiferum*). En Ecuador se ha registrado la presencia de *M. balsamum* y *M. peruiferum*.

Myroxylon peruiferum L.f. es el sinónimo botánico de *Myrospermum pedicellatum* Lam. (Trópicos 2010). En algunas publicaciones es reportado como sinónimo de *M. balsamum* (L.) Harms; sin embargo, como diferencias básicas se ha mencionado que la madera de *M. peruiferum* es menos rojiza y fuerte que en *M. balsamum* las hojas y flores son de mayor tamaño y la madera es más rojiza.

Nombres comunes

De acuerdo a su distribución geográfica la especie recibe nombres como quina colorada, quina-quina, incienso, bálsamo, incienso colorado, kina morada, palo trébol (Argentina); cabreúva-vermelha, pau de bálsamo (Brasil); chaquino, bálsamo (Ecuador); Incienso colorado (Paraguay); estoraque (Perú) Valverde 1998, Gentry 1996).

Distribución geográfica de bálsamo

Bálsamo se encuentra distribuido en forma natural en América del sur; su presencia se ha registrado en Bolivia, Brasil, Ecuador, Paraguay, Perú, Venezuela, Colombia, Guyana y el noroeste de Argentina (Trópicos 2010; Gentry 1996). En el Ecuador, durante la recolección de germoplasma realizada por el Programa de Forestería del INIAP (INIAP 2008), fue encontrado en las provincias de: Esmeraldas, sector de San Mateo a 45 msnm; Manabí, sector La Isla de Jama, La Unión de San Vicente a 226 msnm, Jardín Botánico de la UTM en Portoviejo a 42 msnm, El Chontal de Pedro Pablo Gómez desde 484 hasta 588 msnm, Cantagallo de Puerto Cayo a 45 msnm, comuna Agua Blanca de Machalilla en Puerto López, Mirador San Antonio de Jipijapa a 279 msnm, Choconcha de Jipijapa y Las Coronas de Charapotó desde 244 a 339 msnm; Guayas, sectores Las Minas (57 msnm), El Aguacate (Petrillo a 103 msnm) y Casas Viejas (Chongón desde 317 a 360 msnm); Santa Elena, cantones Santa Elena y La Libertad a 60 msnm; Los Ríos, finca La Represa de la UTEQ a 90 msnm; Loja, sectores Cofrana (Catacocha entre 1621 a 1631 msnm) y Colanga entre 1487 a 1617 msnm y Napo, comunidad de Campococha desde 380 a 557 msnm. (Figura 1) (Limongi 2008). El Jardín Botánico de Missouri reporta la presencia del género en las provincias de Sucumbios y El Oro (Trópicos 2010).



Figura 1. Puntos de recolección de bálsamo en Ecuador con base a datos georeferenciados en las expediciones realizada por el Programa de Forestería del INIAP a partir del 2007.

Principales características morfológicas, reproductivas y sanitarias de los árboles padres

Los árboles de bálsamo evaluados *in situ* por el INIAP desde el 2007 en las provincias de Guayas, Manabí, Santa Elena, Los Ríos, Loja y Napo que proveyeron de semilla para su conservación y uso futuro estaban presentes en clases diamétricas de 10 a 30 cm (53% de ellos) y el restante 47% lo conformaban árboles con DAP entre 30,1 a 61 cm (Figura 2). El 73% de los individuos tenían alturas totales menores a los 20 m (Figura 3); a nivel de provincias, en estas dos variables, los individuos no están representados en todas las clases de diámetro y de altura, por lo que la continuidad generacional de la especie no es muy segura, sumado a la baja densidad poblacional observada que amerita tomar medidas actuales para evitar su degradación genética o su desaparición del entorno ecológico. Predominaban árboles sanos (aunque se encontraron termitas asociadas a la especie y un individuo en Loja presentó problemas de enfermedades), con el fuste ligeramente torcido (pocos lo tenían recto o torcidos), con bifurcaciones desde 0,30 hasta 15 m. La mayoría de los individuos presentaron abundante frutos, semilla persistentes, exuberante follaje (que se separa del árbol al final de la época seca e inmediatamente aparecen las nuevas hojas) y con descortezamiento del tallo para fines medicinales (INIAP, 2008).

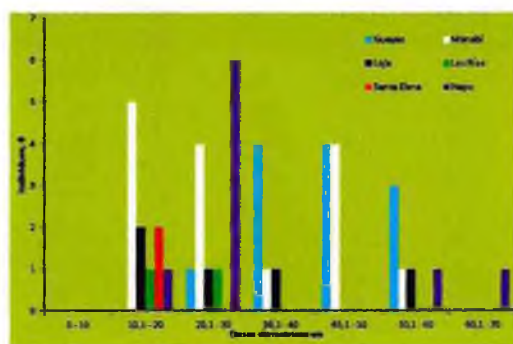


Figura 2. Clases diamétricas del fuste a 1,30 m en procedencias de bálsamo (n=39) recolectadas en Guayas, Manabí, Loja, Los Ríos, Santa Elena y Napo. INIAP. EELS - EEP. 2011.

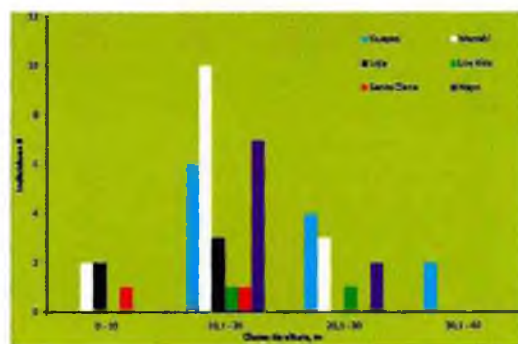


Figura 3. Clases de altura total (m) de procedencias de bálsamo (n=39) recolectadas en Guayas, Manabí, Loja, Los Ríos, Santa Elena y Napo. INIAP. EELS - EEP. 2011.

Las hojas del género *Myroxylon* son compuestas, alternas, pinnadas con estípulas intrapeciolar no persistentes; los folíolos son alternos con uno terminal que varían en número (de 9 a 14), brillantes, cerosos, glabros, con margen algo sinuoso, apice con acumen retuso que varía en algunas localidades y podría marcar algunas diferencias de adaptación de la especie en cada provincia (círculos rojos en la figura 6), base redondeada y el peciólulo de 1 a 2 mm de largo y a medida que va creciendo la ramita, estos van adquiriendo mayor tamaño (Figura 4).

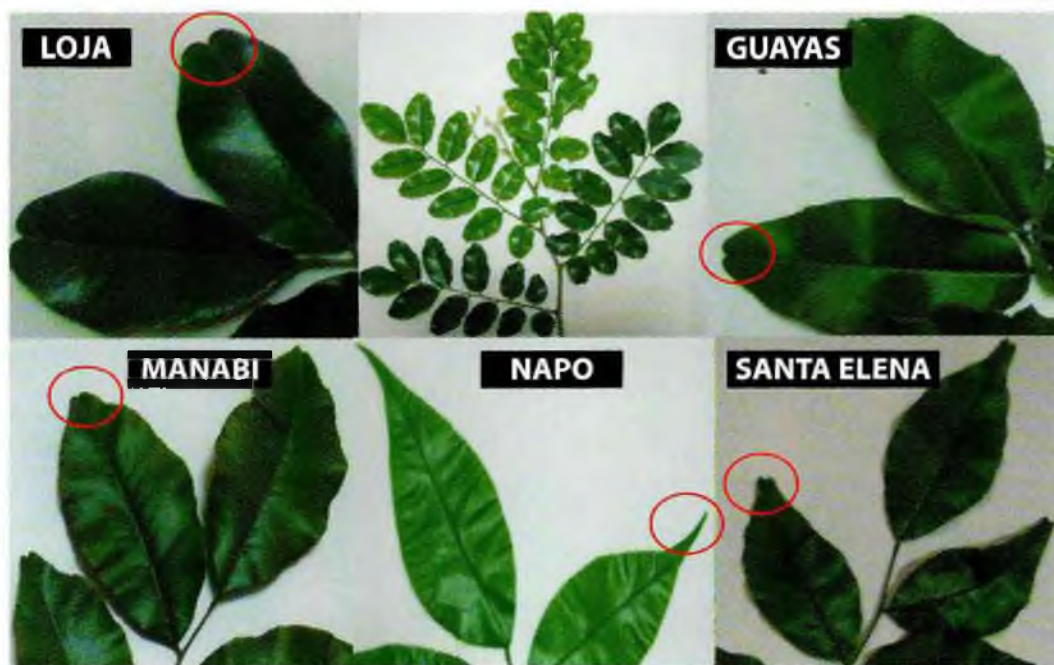


Figura 4. Características morfológicas de hojas de bálsamo presente en individuos recolectados en las provincias de Loja, Santa Elena, Manabi, Napo y Guayas.

Las estructura reproductiva de bálsamo está dispuesta en una inflorescencia que presenta abundantes botones florales que van madurando a medida que la inflorescencia se desarrolla, por lo que en una misma inflorescencia se encuentran botones florales, flores completamente abiertas, otras con los pétalos secos, frutos en desarrollo hasta frutos secos.

Las flores son blancas, simples, pequeñas, irregulares, bisexuales, el pedicelo de ± 1 cm de longitud; cáliz pequeño, en forma de campana de 3 a 5 mm de longitud y ancho, estrecho en la base y más amplio en su parte superior, cuya función es proteger a las estructuras reproductivas en desarrollo; La Corola tiene 5 pétalos blancos (dos forman el ala, dos la quilla y uno el estandarte) que se secan y caen rápidamente; El Androceo posee 10 estambres cortos que sobresalen del cáliz y quedan debajo de la parte femenina; El Gineceo practicamente fuera de la cavidad floral, con el pedunculo alargado donde una parte se convertira en el ala, el ovario supero, ambos inicialmente de color verde que se diferencian del estilo y estigma que son blancos y curvos. Esta disposición floral hace que se aborten muchas flores (fuera de las que la especie hace en forma natural) y la especie tenga algunas estrategias para fertilizar el ovario, por ejemplo, el cambio de posición de la estructura floral hacia abajo que podrían por acción de la gravedad o del viento hacer que los granos de polen lleguen al estigma; o por efecto de insectos polinizadores que visitan las flores y su compensación en néctar y polen. (Figura 5).





Figura 5. Esquema de la formación del botón floral hasta su fecundación en la inflorescencia de bálsamo inicio de floración (a), vista general de una inflorescencia (b), movimiento de toda la estructura hacia abajo (c) y frutos recién fecundados (d).

El fruto botánicamente es una sámara de color café claro cuando esta seco, indehisciente, con una ala curva a semi curva que se prolonga bajo la semilla, de 3,66 a 9 cm de longitud, pericarpio con protuberancias irregulares; generalmente desde su desarrollo a madurez fisiologica lleva aproximadamente 5 meses (Figura 6). Generalmente un árbol inicia su etapa reproductiva alrededor de los 12 a 15 años en los cuales produce pocos frutos hasta que llega a su etapa madura alrededor de los 25 años. Frutos recolectados en áreas de bosque seco del litoral ecuatoriano no muestran un patrón definido en peso, tamaño y forma (Cuadro 2), donde las accesiones procedentes de Loja ($0,85 \text{ g fruto}^{-1}$) superan al peso promedio general de $0,78 \text{ g fruto}^{-1}$ (INIAP 2009).

La semilla cuando esta en formación presenta una sustancia resinosa liquida y posteriormente cuando esta seca es densa, aceitosa y olor característico a bálsamo. Generalmente un fruto contiene una semilla, y en pocos casos, pueden tener dos semillas viables.



Figura 6. Características fenotípicas de frutos de bálsamo en diferentes procedencias del Ecuador. INIAP 2011.

Cuadro 2. Sitios de recolección y características de los frutos y/o semillas de bálsamo en diferentes regiones del Ecuador. INIAP, EEP, EELS. 2008.

Provincia	Sitios	Árboles fuentes de semilla	Evaluados #	Peso medio (g)	Tamaño visual	Fruto			
						Semilla		Ala	
						Largo cm	Ancho cm	Largo cm	Ancho cm
Guayas	Casas Viejas, Cerro Blanco	1	20	0,55	P	1,51	1,67	5,87	2,85
		3	140	0,90	M	1,84	1,98	5,55	2,06
	Petrillo	7	336	0,73	P-M	1,87	1,98	5,10	1,85
	Sub-total	11	496	0,73		1,74	1,87	5,51	2,25
Manabí	Pedro Pablo Gómez	2	100	0,58	P-M	1,89	2,03	4,75	1,97
	Ciudad de Jipijapa	1	10	1,00	M	1,79	2,35	4,40	2,41
	Cantagallo Jipijapa	1	10	0,98	M	1,65	2,26	4,38	2,38
	Charapoló, Las Coronas	4	178	0,95	P-M-G	1,79	2,16	6,52	2,25
	Jardín Botánico de Portoviejo	1	10	0,65	M	2,02	1,77	5,68	2,22
	Sub-total	9	308	0,83		1,83	2,11	5,15	2,25
Loja	Pindal, Chasquinal	1	50	0,79	P-M	1,83	1,66	3,93	1,56
	Catacocha, Guanchuro	4	180	0,80	P-M-G	1,90	1,74	4,72	1,59
	Gonzamaná, Camelo	2	92	0,90	P-G	2,89	1,76	4,98	1,93
	Catacocha, Jazmines	1	50	1,05	G	2,24	2,08	5,28	2,06
	Catacocha, Cofradía	1	50	0,71	M	1,78	1,48	3,66	1,48
	Sub-total	9	422	0,85		2,13	1,74	4,51	1,72
Santa Elena	Universidad de Santa Elena	1	50	0,51	P	2,00	1,60	4,00	1,60
	La Libertad	1	50	1,27	G	2,70	2,10	7,00	2,10
	Sub-total	2	100	0,89		2,35	1,85	5,50	1,85
	Total/Media general	31	1326	0,82		2,01	1,89	5,17	2,02

P= Pequeño, M= Mediano, G= Grande

Dinámica de la floración, fructificación y dispersión de semilla

La floración no tiene una misma tendencia en su inicio y frecuencia, duración en el país y parecería que depende de las condiciones agroecológicas de cada zona; por ejemplo, en la provincia del Guayas, zona de Petrillo se los ha observado en los meses de abril a junio; en Manabí, zona de Jipijapa en el mes de mayo, y en Jama, Pedernales y San Isidro en el mes de julio a agosto; en el bosque seco de altura de la provincia de Loja (Palta, Catacocha) y en la amazonia posiblemente tengan diferentes tendencias.

En relación a la recolección de frutos y/o semillas en la provincia de Manabí se realizó todo el año; en Guayas a partir de septiembre hasta diciembre; en las provincias de Los Ríos y Esmeraldas en los meses de enero y febrero; En Santa Elena entre febrero y marzo; en Loja de junio a agosto y de octubre a diciembre y finalmente en la amazonia en Napo entre abril a mayo; mayores detalles de las localidades se presentan en el cuadro 3. La dispersión primaria de frutos o semillas es realizada principalmente por el viento, muy cerca del árbol madre, la cual va cayendo poco a poco hasta que se acentúa la época seca y el árbol se ve en la necesidad de desprenderse completamente de los frutos y de las hojas.

Cuadro 3. Comportamiento fenológico de la floración y fructificación del Bálsamo recolectados en Ecuador.

PROVINCIA	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
FLORACIÓN												
GUAYAS												
MANABÍ												
FRUCTIFICACIÓN												
MANABÍ	PPG	LA UNIÓN Y CIUDAD DE JIPIJAPA				LAS CORONAS SAN VICENTE			PPG	CANTAGALLO		
GUAYAS	PETRILLO											
LOS RÍOS	QUEVEDO											
ESMERALDAS	SAN MATEO											
SANTA ELENA	LA LIBERTAD											
LOJA						PINDAL - CATACOCHA GONZAMANÁ					CATACOCHA JAZMINES	
NAPO				TENA								

Principales usos

La madera se caracteriza por ser dura y resistente a la intemperie. Varía de pesada a muy pesada: 0,85 a 0,90 kg/cm³; presenta duramen castaño, que se oscurece hacia castaño-rojizo; con un aroma característico a balsamo. La tasa de secado al aire es lenta (110 días) y la contracción al secado en horno (total) tiene más bien valores bajos (4,2%, radial; 6,5%, tangencial; 10,4%, volumétrica).

La madera es útil en la elaboración de duelas, vigas, puertas, ventanales, pisos, paneles decorativos, muebles y artesanías; así como en construcciones civiles y rurales. También se extrae resina, el aceite para catarras crónicos, laringitis, catarras pulmonares y bronquitis (FAO 1986) y en la industria de la perfumería. Otros usos medicinales caseros son proporcionados por el fruto como bebida de infusión en el tratamiento de la menstruación abundante y hemorrágica y como bebida en mezcla de aguardiente de caña, corteza de chuchuguazo (*Maitenus macrocarpa*, celestraceae) y frutos de bálsamo; y la corteza en afecciones respiratorias (Figura 7).

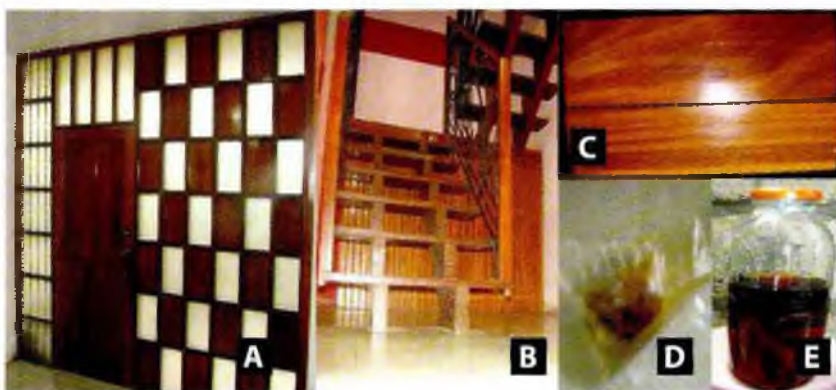


Figura 7. Puerta, paneles y cuadrantes de luz (a), escalera de tablones (b), duelas (c), extracto (d) bebida alcohólica a base de bálsamo (e). EEP, INIAP. 2011.

Manejo silvicultural de bálsamo

Recolección de germoplasma

Para el caso de bálsamo en Ecuador, la especie se encuentra relegada a ciertas áreas con baja riqueza y abundancia, producto del alto valor comercial de tiene su madera que la hacen muy vulnerable. Antes de proceder a la recolección de germoplasma con fines de producción de plantas para madera de aserío es importante tener una idea clara del tamaño de la población, por lo que usar individuos de diversos nichos agroecológicos de la región contribuiría a obtener la mayor parte de la variación genética.

Para el caso de conservación de la especie, es imprescindible recolectar entre 100 a 400 individuos que procedan de diferentes localidades que nos permitan obtener la mayor parte de la variabilidad genética. En programas de forestación, reforestación u otros usos de la tierra es importante contar con germoplasma que proceda de 20 a 25 árboles semilleros (plus, elites) y separados mínimo 200 metros.

Características de los árboles semilleros

Los árboles donantes de semilla deben desarrollarse en ambientes similares al escogido para el establecimiento de la especie y entre las principales características a tener en cuenta de los individuos son: fuste sin bifurcaciones y ramas a baja altura, diámetro del tallo >30 cm; árbol sano con copa amplia; en lo posible que forme parte de un grupo o rodal de la misma edad. Es preferible recolectar la semilla que aún está adherida al árbol con la finalidad de asegurarse que procede del árbol seleccionado. Si tenemos entre 0,51 a 1,27 g de peso promedio de una semilla (Cuadro 2) se esperaría tener de 787 a 1 961 semillas por kilogramo. La semilla se puede guardar hasta un año bajo condiciones de cuarto frío, con temperatura de ± 10 °C; bajo condiciones ambiente su viabilidad se reduce a través del tiempo, sin embargo, semillas con seis meses de cosechadas mantienen su poder germinativo superior al 85%.

Siembra en viveros

Las semillas cosechadas y sembradas inmediatamente alcanzan más del 95% de germinación y uno de los mejores sustratos utilizado es arena de río. Disponga los semilleros bajo sombra, bien nivelados y las semillas ubicadas en columnas de ± 5 cm y ± 3 cm de distancia entre ellas, procurando enterrarlas con el ala que quede visible sobre la superficie del semillero, durante este periodo realice riegos ligeros, evite encharcamientos que podrían inducir a la pudrición de la semilla y manténgalos libre de la competencias de maleza (Figura 8).



Figura 8. Recolección (a), siembra en semilleros y desarrollo de las plantitas (b) y repique a fundas (c). INIAP, EEP, EELS. 2011.

La germinación es hipogea, se inicia aproximadamente a los 15 días después de la siembra y se mantiene por alrededor de 15 días. Durante su etapa inicial de desarrollo, lo que primero aparece es la radícula que es pivotante con pocas raicillas secundarias; simultáneamente es visible el epicotilo con el primer par de hojitas que son compuestas y opuestas (Figura 9).



Figura 9. Semilla en proceso de germinación (a), inicio del crecimiento de la radícula (b) y plúmula (c), apertura del primer par de hojas (d) y con los folíolos abiertos (e), secuencia del crecimiento de la plantita por arriba y debajo del suelo (f). EEP, EELS, INIAP. 2011.

Repique y manejo de viveros

Esta labor consiste en pasar las plantas del semillero a fundas. Utilice fundas de 4 x 8" llenadas previamente con dos partes de tierra negra y una de arena. Es preferible realizar el repique a fundas una semana después de la germinación o cuando las plantas tengan el primer par de hojas completamente abiertas. El desarrollo inicial del bálsamo es lento y muy sensible a la luz por lo que hay que mantenerlas bajo sombra. En esta etapa es importante ir formando la estructura del arbolito al realizar la podas ligeras de ramas bajas, tratando de no debilitar la copa.

Siembra y manejo en campo

Establezca las plantas cuando tengan unos 50 a 60 cm de altura y diámetros del tallo > a 5 mm; esto generalmente ocurre en unos seis meses en vivero. Antes de la siembra, coloque las plantas en una tina con agua y déjelas que acumulen humedad para que no se estresen durante la labor de trasplante. Realice hoyos de 40 x 40 cm de ancho y profundidad, en áreas compactadas como los pastos se debe determinar el nivel de compactación para definir la profundidad del hoyo (Figura 10). La especie es una leguminosa, pero en estas etapas juveniles no se ha observado la presencia de nódulos nitrificante, por lo que es importante colocar al fondo del hoyo residuos orgánicos secos y desmenuzados en mezcla de 30 g de un fertilizante inorgánico de fórmula 15-15-15.



Figura 10. Plantas en tina con agua previo a la siembra (a), ahoyado amplio y profundo (b). EEP, EELS, INIAP. 2011.

Se recomienda mantener sombra lateral o parcial con ayuda de hierbas gigantes como las musáceas, si es posible establecerlas antes, o utilice especies forestales de rápido crecimiento por ejemplo balsa, melina u otras que deberán ser aprovechadas o retiradas cuando las especies comiencen a competir con el bálsamo por espacio para crecer. Durante el primer año, para un mejor aprovechamiento de los espacios internos y mientras crece la especie, se puede sembrar cultivos de ciclo corto como yuca, maíz, mani, caupí, distanciadas de 1 a 1.5 m del árbol y en sentido Este – Oeste que proteja a las plantitas de la radiación solar directa (Figura 11).



Figura 11. Establecimiento de plátano 5 meses antes de la siembra del bálsamo (a), siembra de yuca (b) y bálsamo de 1 año con sombra de plátano (c). INIAP, EEP, EELS. 2011.

Distancias de siembras

A nivel de bancos genéticos en las Estaciones Experimentales se han establecido a 6 x 6 m hasta 7,5 x 7,5 m en cuadro. Como bálsamo es una especie que domina el estrato superior del bosque áreas de regeneración natural, cafetales o pasturas, siembre a 50 m entre hileras x 20 m entre planta (10 árboles Ha⁻¹) con la finalidad de mantener otras especies forestales en el sistema. No es muy recomendable su establecimiento a nivel de linderos o huertos caseros donde el espacio es una limitante por el sombreado que produce la copa. A nivel de monocultivo es posible su establecimiento a 10x10 m y dejar una densidad final de 25 árboles ha⁻¹ (20x20 m) y mantenga durante los primeros años en mezcla con otras especies, para minimizar su intolerancia a la luz.

Manejo de malezas

Uno de los principales problemas durante el desarrollo de la especie son los bejucos o el crecimiento excesivo del pasto, por lo que es necesario tomar las medidas necesarias para reducir la competencia por agua, luz, espacio y nutrientes, manteniendo permanentemente un ruedo de 1 a 1,5 m de diámetro que garantice un normal desarrollo del árbol (Figura 12).

Condiciones de suelos y clima

Bálsamo es una especie que se adapta a diferentes condiciones del suelo que van desde las áreas planas, quebradas, pendientes, onduladas, etc. desde el nivel del mar hasta <500 msnm en las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas y Tena; en la provincia de Loja desde los 800 hasta cerca de los 2000 msnm, formando rodales mixtos, árbol de sombra en cafetales, ciruelos, pasturas o en huertos caseros (Limongi, 2008).

El bálsamo tiene por característica de ser de lento crecimiento y se han observado poco crecimiento bajo condiciones de campo abierto. (Figura 13)



Figura 12. Ruedo en bálsamo en sistemas silvopastoriles. INIAP, 2011.



Figura 13. Comportamiento del bálsamo a ambiente de alta luminosidad. INIAP, 2011.

Daños por insectos plagas y enfermedades

Durante la etapa de germinación se han encontrado a gusanos perforando el embrión, insectos trozadores de brotes tiernos; y en árboles adultos a insectos perforadores del tallo que provocan un exudado del tallo (Figura 14).



Figura 14. Daños causados por gusanos en la semilla (a, b), por insectos trozadores del tallo (c) y perforadores del tallo (d). INIAP, 2011.

Daños en la corteza

El descortezado de la especie es una actividad común en el medio rural para fines medicinales. Esta puede ser superficial o muy profunda que es visible el duramen y lo hace muy susceptible al ataque de insectos plagas y/o enfermedades y puede llegar hasta matar al árbol (Figura 15).

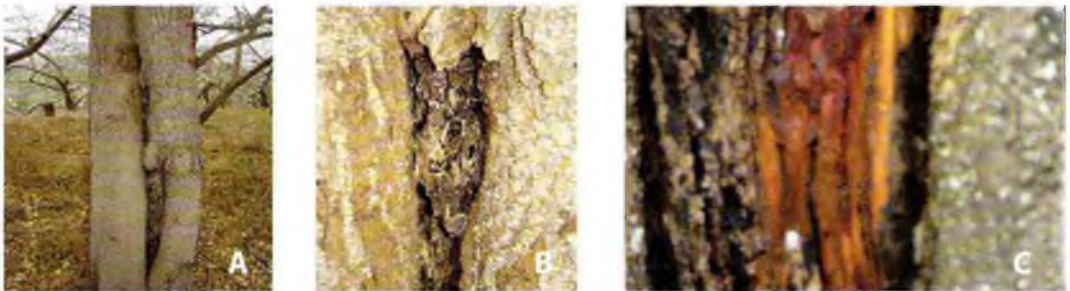


Figura 15. Daños causados por el descortezado en bálsamo con cicatriz cerrándose (a) y pudrición de la albura y duramen (b, c). INIAP, 2011.

Daños por quemas

Durante los primeros años de establecimiento la especie es muy susceptible al fuego, por lo que hay que tomar las precauciones del caso para minimizar el daño; generalmente las actividades de quema de residuos de cosecha o incendios forestales por acción directa o indirecta del hombre ocurren en el último trimestre del año. Es importante mantener a los árboles libres de bejucos, sin malezas secas cerca de la planta y realizar alrededor de la plantación caminos corta fuego. La intensidad del incendio y el tiempo en tomar medidas después de un evento son de vital importancia para la sobrevivencia de la planta (Figura 16).



Figura 16. Acciones preventivas hacia incendios forestales en área establecida con bálsamo con caminos corta fuego (a) limpieza alrededor del árbol en época seca (b) y planta muerta por efecto de la quema (c). INIAP, 2011.

Daños por fauna silvestre

El ataque de conejos silvestres y otros mamíferos menores como guantas, armadillos, etc. puede representar un problema serio en etapas juveniles del bálsamo e inclusive su muerte. El daño generalmente se presenta con el descortezado parcial o total del tallo, o en ocasiones cortan totalmente la planta. En estos casos, hay que mantener el área lo más limpio posible, proteger a las plantas con alguna barrera física. Hay que indicar que este daño solo se presentó en los bancos genéticos de la Estación Experimental del Litoral Sur en el año 2010 y el problema ya se encuentra superado (Figura 17).



Figura 17. Daños causados por conejos en la corteza de bálsamo (a), plantas en recuperación (b) y medidas físicas preventivas (c). INIAP, EELS, EEP, 2011.

Multiplicación asexual

La multiplicación asexual es una importante herramienta para la obtención de clones o plantas de alta calidad a partir de árboles "plus" o "elites" que mantienen las características geno y fenotípicas del árbol padre. Las pruebas de multiplicación vegetativa se realizaron en el vivero e invernadero de la Estación Experimental del Litoral Sur del INIAP con el objetivo de determinar la eficiencia de las hormonas ANA (Acido naftalenacético) y AIB (Acido indolbutírico) en dosis de 500, 1000, 1500 y 2000 mg kg⁻¹ para evaluar la capacidad de enraizamiento de esquejes de bálsamo.

Los esquejes fueron obtenidos 30 días después de la poda del brote terminal de plantas de bálsamo provenientes por semilla; inicialmente los esquejes se hidrataron en agua y posteriormente se desinfectaron por 15 minutos en una solución de Captan 80 PM (5 g L⁻¹ de agua), luego se les adhirió las hormonas en el corte y se sembraron en bandejas plásticas que contenían turba o arena de río previamente desinfectada y cubiertos con una lámina de plástico semi transparente que formaba un micro túnel (Figura 18, a-b-c). Se aplicaron riegos cada dos días en forma de lluvia fina; a partir del tercer día se levantó diariamente el plástico por las mañanas (alrededor de tres horas) para proporcionar ventilación al interior de la cámara.

A los 90 días después de la siembra se realizó la evaluación de los tratamientos en estudio (Figura 18, d-e), donde la mezcla de ANA + AIB en dosis de 1500 mg kg⁻¹ presentó el 41,67 % de esquejes vivos, la emisión de brotes es baja, el número de raíces y longitud de raíz mayor no presentan mayores diferencias; mientras que el mayor crecimiento del brote mayor con 3,8 cm se produjo con el tratamiento ANA + AIB en dosis de 1000 mg kg⁻¹ (Cuadro 4). Posiblemente el lento crecimiento de la especie y la presencia de metabolitos secundarios que provocan la oxidación de los esquejes sean los inconvenientes para tener porcentajes de enraizamiento y brotación bajos; por lo tanto, estos resultados son preliminares y no permiten hacer una recomendación de la tecnología hasta que se realicen otras pruebas que contribuyan en la multiplicación asexual por ejemplo, otros sustratos, otros promotores de enraizamiento y sustancias o métodos controladores de la oxidación.

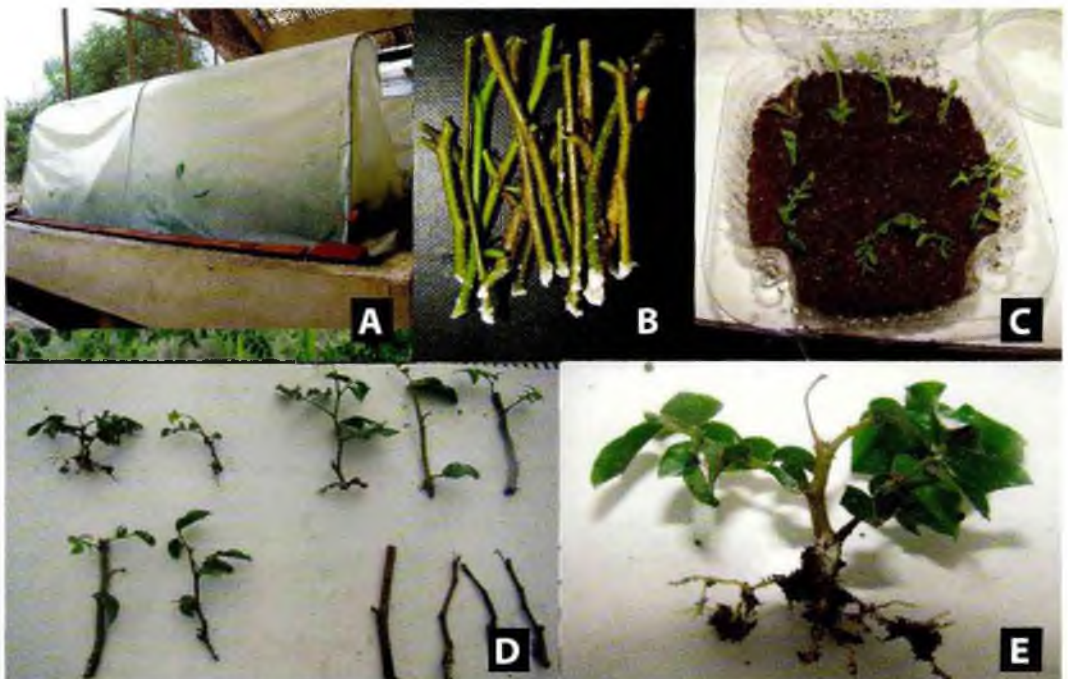


Figura 18. Micro túnel de propagación (a), esquejes con las hormonas (b), siembra en bandejas (c), resultado de la propagación (d) y esqueje prendido (e). INIAP. EELS, EEP, 2011

Cuadro 4. Repuestas de las variables sobrevivencia, brotación y enraizamiento a los 90 días desde el establecimiento de las pruebas de propagación vegetativa de bálsamo, mediante el uso de las hormonas ANA y AIB. EEP, EELS, INIAP, 2009.

Tratamientos	Sobrevivencia de esquejes (%)	Número de brotes (cm)	Longitud de brote mayor (cm)	Número de raíces mayor (cm)	Longitud de raíz mayor (cm)	Área Foliar (cm)
500 mg kg ⁻¹ de ANA + 500 mg kg ⁻¹ de AIB	17	1	1,5	7	1,7	0,6
1000 mg kg ⁻¹ de ANA + 1000 mg kg ⁻¹ de AIB	29	1	3,8	7	1,9	0,8
1500 mg kg ⁻¹ de ANA + 1500 mg kg ⁻¹ de AIB	42	1	0,9	7	1,9	0,8
2000 mg kg ⁻¹ de ANA + 2000 mg kg ⁻¹ de AIB	21	1	2,5	7	1,9	0,7

Bálsamo en el paisaje agrícola y forestal del litoral ecuatoriano

La especie se adapta a diferentes nichos agroecológicos desde los secos del litoral ecuatoriano, pie de monte hasta los húmedos de la amazonia y en estos hábitat generalmente se encuentra asociado a otras especies nativas (Limongi, 2008). En áreas agrícolas, se lo encuentra formando parte del dosel superior de sistemas agroforestales con ciruelo de la costa (*Spondia purpurea*); en sistemas cafetaleros de Pedro Pablo Gómez, Manabí y bosque seco de altura de Catacocha, Loja; en sistemas silvopastoriles de Manabí, lindero maderables, huertos caseros de Loja; como árbol urbano en Manabí y Santa Elena, formando parte de colecciones forestales en monocultivo en la Finca Experimental "La Represa" de la UTEQ y bancos genéticos en las E.E. Portoviejo y Litoral Sur del INIAP (Figura 19).

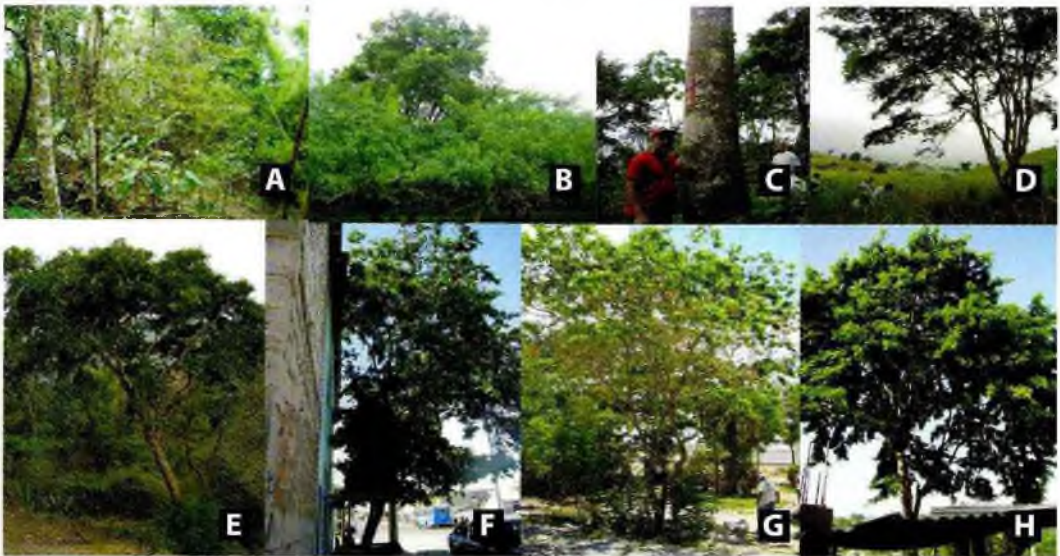


Figura 19. Bálsamo formando parte de diferentes nichos: En bosque seco de Machalilla, Manabí (a); sistemas agroforestales con ciruelos en bosque seco de Petrillo, Guayas (b); sistemas agroforestales cafetaleros en Pedro Pablo Gómez, Manabí (c); Sistemas silvopastoriles de Pedernales, Manabí (d); Huertos caseros de Guinuma, Loja (e); Ornato en la Universidad de Santa Elena (f); árbol urbano en calle de La Libertad, Santa Elena. y árbol de sombra en Jipijapa, Manabí. EEP, EELS, INIAP. 2011.

VARIABILIDAD GENETICA

Durante el 2009, el Programa de Forestería contrato los servicios técnicos del Laboratorio de Biotecnología de Santa Catalina y entregó 24 accesiones de bálsamo recolectadas en cinco provincias (Limongi, 2008, INIAP, 2009).

Inicialmente se utilizó las técnicas de marcaje molecular RAPD's (Polimorfismos de ADN amplificados al azar) que consiste en la amplificación de la PCR (The Polymerase Chain Reaction) del ADN utilizando iniciadores o primers sintéticos cortos de secuencia arbitraria. La extracción del 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 de Operon, de los cuales OPS 19, OPAA 01, OPS 08, OPR 07, OPA 19; OPN 17 y OPM 04 fueron los más consistentes en la amplificación. Se calcularon distancias genéticas mediante el coeficiente de similitud Sorensen-Dice y se representaron en un dendrograma para representar las relaciones entre genotipos y un análisis de coordenadas principales (Morillo *et al* 2010; INIAP 2009).

Los análisis genéticos registraron 49 polimorfismos lo que es un buen indicativo de la variabilidad en un lugar determinado del ADN dentro de los individuos. El análisis de agrupamiento y el análisis de coordenadas principales mostraron la conformación de cinco grupos genéticos; el grupo 1 está formado por una accesión de Manabí, sector Las Coronas; en el grupo 2 tenemos a una accesión de Guayas, sector Cerro Blanco y la procedencia de Esmeraldas; en el grupo 3 lo conformaban 10 accesiones: cinco de Manabí (Sector de Las Coronas, Pedro Pablo Gómez y San Isidro) y cinco de Guayas (sitios Cerro Blanco y Petrillo); el grupo 4 lo representan dos accesiones de Manabí (Las Coronas y San Isidro) y todas las procedencias de Loja (Sitios Cofrana, Colanga, Chasquinal, Guanchuro, Carmelo y Jazmines). El grupo 5 lo representan una procedencia de Manabí, sitio San Vicente y otra de la amazonia, provincia de Napo, cantón Tena, comunidad de Campococha y se separan del resto de accesiones. Las procedencias de Manabí y Loja con códigos MLCMPP2204 y LCTMP4801 son duplicados (Figura 20).

A partir de este estudio se escogieron seis procedencias y se analizaron con la técnica AFLPs (Fragmentos polimórficos de ADN amplificados) usando el kit comercial IRDye Fluorescent AFLP kit for large Plant Genome Analysis. Del screening realizado con 10 combinaciones AFLP se registraron 81 polimorfismos que proveen un alto grado de información y buena definición de bandas o fragmentos para las seis accesiones analizadas. El análisis de agrupamiento (DICE) forma cuatro grupos genéticos. En el grupo 1 y 2 tenemos a las procedencias de Tena y de Loja, sitio Jazmines (1929 msnm) en su orden: en el grupo 3, las procedencias de Manabí, sitio Las Coronas; el grupo 4 reúne a la accesión de Guayas, Petrillo ubicada a 103 msnm con la accesión de Loja, sitio Cofrana a 1631 msnm (Figura 20. Limongi, 2008, INIAP 2009).

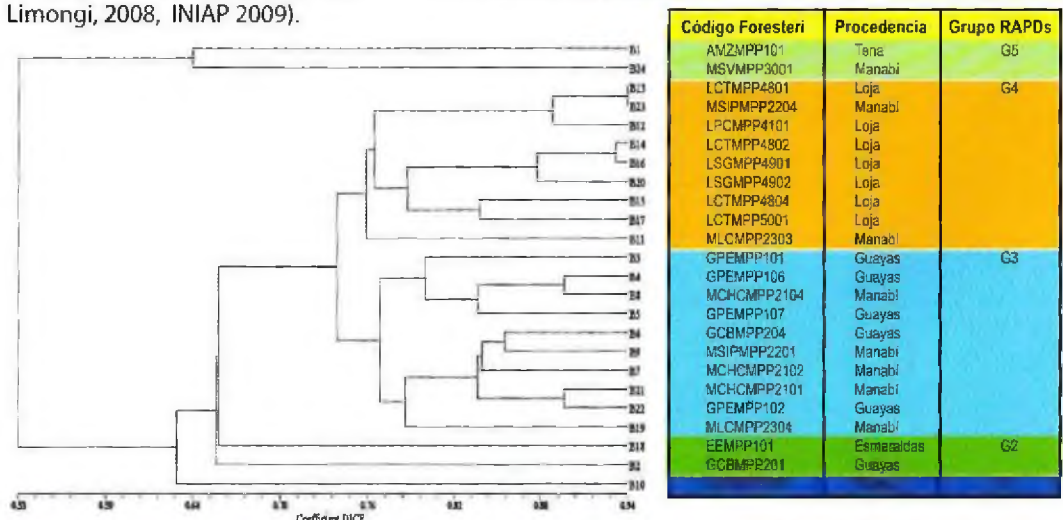


Figura 20. Dendrograma para accesiones de balsamo presente en los bancos genéticos de las Estaciones Experimental Portoviejo y Litoral Sur del INIAP. Programa Nacional de Forestería, EEP, EELS. INIAP, 2009.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

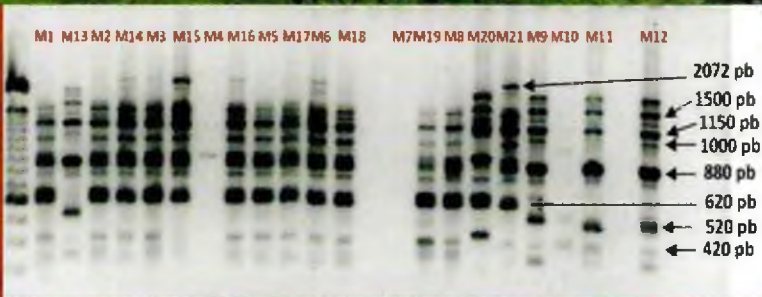
Bálsamo tiene el estatus de “no amenazada a nivel de la región en la cual es nativa” (Sudamérica IUCN, 2010.); pero no se conoce cuál es su estado real de conservación en el Ecuador donde son pocos los estudios de estructura y diversidad genética de las especies forestales. Sin embargo, las expediciones del INIAP para recuperar a la especie, determinaron que la misma se encuentra bajo condiciones muy críticas al presentar poblaciones muy dispersa, compuestas por pocos individuos (en la mayoría de los casos, no más de tres), protegida en varios sistemas de uso de la tierra privados (donde los productores se benefician económicamente de otros rubros y probablemente sostienen a la especie) o en áreas protegidas. En este último contexto, aun cuando se esperaría que las reservas y áreas protegidas constituyan verdaderos centros de conservación, desde hace 20 años, en referencia a muestras encontradas en el Parque Nacional Machalilla, reportan a la especie como próxima a la extinción local, mientras que en términos de abundancia ha sido descrita como no frecuente en la Cordillera Chongón y Colonche (Valverde 1998).

La especie ha sido registrada como de aprovechamiento condicionado (MAE, Acuerdo Ministerial N° 131) y en el ámbito de la Normativa para el Manejo Forestal del Bosque Seco (MAE, 2007) se prohíbe su uso como leña al tiempo que se autoriza el aprovechamiento de individuos con un diámetro de corta de 30 cm; si tomáramos en cuenta esta consideración, el 46% de los árboles de bálsamos identificados están en esta categoría y su exclusión total de la especie en la provincia del Guayas (Figura 2). En base a nuestra experiencia de manejo con la especie desde el 2007 creemos que se debe reconsiderar su estatus y ubicarla como especie en peligro de extinción y condicionada su extracción a veda con diámetros del fuste superiores a los 50 cm y al menos se hayan comprobado el establecimiento de 100 individuos provenientes del árbol a extraer.

LITERATURA CITADA

- FAO. 1986. Some medicinal forest plants of Africa y Latin America. Forest Resources Development Branch, Forest Resources Division. FAO Forestry Department. FAO Forestry paper 67. pp 147-149.
- Gentry. A. 1996. A field guide to the families and genera of woody the planta 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.
- INIAP. 2009. Informe Técnico Anual del Programa Nacional de Forestería. Estación Experimental Portoviejo. 19 p.
- IUCN. 2010. Red List of Threatened Species. Versión 2010. 4. Disponible en www.iucnredlist.org.
- Limongi, R. 2008. Catálogo del banco de germoplasma de bálsamo. Programa Nacional de Forestería. Estación Experimental Portoviejo, Estación Experimental Litoral Sur. INIAP. 8 p.
- Little, E. y Dixon, R. 1983. Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas. Esmeraldas, Ecuador. 536 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. pp.56-82.
- Tropicos. org. 2010. *Miroxylon periferum*. Missouri Botanical Garden. Disponible en <http://www/tropicos.org/Name/21300516>.
- Valverde, F. 1998. Plantas útiles del Litoral ecuatoriano. Ministerio de Ambiente, ECORAE, Ecociencia. Guayaquil, EC. 85 p.

PROGRAMA NACIONAL DE FORESTERÍA DEL INIAP



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Email: iniap@iniap-ecuador.gob.ec

Web: 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

Estación Experimental Portoviejo

Km 12 vía Portoviejo – Santa Ana, Portoviejo, Ecuador

Casilla: postal: 13-01-100

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”.

