

- Kiviste A.; Álvarez G.J.G.; Rojo A. A. y Ruiz G. A. D. 2002. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Monografías INIA: Forestal No.4. Madrid, España. 190 p.
- López C., Chanfón S., Segura G. 2005. La riqueza de los bosques mexicanos: más allá de la madera. Experiencia de comunidades rurales 1ra Edición. México D.F. pp. 200.
- Murphy, P. G., A. E. Lugo. 1995. Dry Forests of Central America and the Caribbean. In: Bullock, S.H., Mooney, H.A., Medina, E. (Eds.), Seasonally Dry Tropical Forest. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 399-422.
- Ortiz-Pulido, R., and V. Rico-Gray. 2006. Seed dispersal of *Bursera fagaroides* (Burseraceae): the effect of linking environmental factors. *The Southwestern Naturalist*. 51: 11-21.
- Pennington D.T. y Sarukhán J. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las especies. Tercera edición. Fondo de Cultura Económica. México. 523 p.
- Peters, C., Purata, S., Chibnik, M., Brosi, B., López, A., Ambrosio, M. 2003. The life and times of *Bursera glabrifolia* (H.B.K.) Engle. In Mexico: A parable for ethnobotany. *Econ. Bot.* 57:431-441.
- Purata, S., Chibnik, M., Brosi, B., López, A., 2004. Figuras de madera de *Bursera glabrifolia* H.B.K. (Engl.) en Oaxaca, México. In: Alexiades, M.N., Shanley, P. (Eds.), Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables, vol. 3. CIFOR, América Latina, Indonesia.
- Rzedowski J. 2004. Copales y Cuajotes en: García Mendoza, M, J. Ordóñez y M. Briones (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza. World Wildlife Fundation. México pp. 193-198.
- Rzedowski J., R. Medina Lemos, y G. Calderón de Rzedowski. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como la diversidad y del endemismo regionales de las especies Mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Bot. Mex.* 70: 85-111.

106

INTRODUCCIÓN

El potencial de producción de fruto o semilla de los individuos de cualquier especie arbórea está determinado por factores intrínsecos y extrínsecos. Los primeros comprenden los rasgos ecológicos y fisiológicos propios de la especie, es decir sus requerimientos y respuesta a los factores limitantes, su edad, desarrollo ontogenético, sexo (en especies dioicas) y genotipo (CONABIO, 2005; Salwasser *et al.*, 1992). Los últimos comprenden los factores físicos de sitio (altitud sobre el nivel del mar, pendiente, posición topográfica, así como las características físicas y químicas de suelo) y meteorológicos (principalmente régimen y cantidad de precipitación anual, temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento) (Patiño-Valera *et al.*, 1983) y los factores biológicos externos (composición y estructura de la asociación vegetal, distribución espacial y de edades de individuos de la población natural en estudio, dispersores, depredadores y agentes patógenos) (Ramos-Ordoñez *et al.*, 2008; Silvertown y Dodd, 1999).

No obstante, independientemente de la condición de los factores extrínsecos (físicos de sitio y meteorológicos y biológicos), el potencial de producción de fruto para un árbol, un grupo de árboles o una o varias poblaciones de ellos durante una estación de crecimiento específica (al cual con fines de facilitar la lectura de aquí en adelante se denomina potencial intrínseco de cosecha de fruto o PIC), estará dado por la cantidad de estructuras reproductoras formadas (flores y frutos) (Vardi *et al.*, 2008). Estas a su vez dependen primariamente del tamaño del individuo (diámetros de tallo y copa, área basal, altura del árbol, fuste y copa), del tamaño del tejido fotosintético y tejido xilemático activo, y de la disponibilidad de tejido de soporte y formación de las estructuras reproductoras (Vardi *et al.*, 2008; Rees *et al.*, 2002). Las características morfológicas descriptivas del tamaño del individuo constituyen factores intrínsecos relativamente fáciles de medir y con frecuencia mantienen relaciones de proporcionalidad o alométricas con coeficientes elevados de correlación ($r > 0.7$), tanto

110

CONCLUSIONES

Las poblaciones de linaloe, en los estados de Guerrero, Puebla y Oaxaca son reducidas y más aún, se encuentran en un proceso de reducción de sus áreas de distribución natural, estando en peligro real de desaparecer.

Aunque existe un número considerable de árboles de linaloe, éstos en su mayoría ya son árboles adultos, aunque debido a la ramificación muchos de ellos presentan diámetros normales entre 5 y 10 cm.

La regeneración natural de linaloe es muy escasa, prácticamente no existe el renuevo, lo cual implica poner en riesgo la permanencia de sus poblaciones. Esta condición también incluye a San Juan de los Cués, no obstante estar ubicada dentro del área de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán.

Para la obtención de volumen de madera en tallos de linaloe, el modelo que mejor se ajustó fue el de Schumacher, aunque los indicadores estadísticos muestran algunas limitaciones ($R^2=0.65$), atribuibles al alto grado de ramificación y sinuoso de los tallos.

103

- Rzedowski, J., Medina Lemus, R., Calderón de Rzedowski, G., 2004. Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la Cuenca Superior del Río Papaloapan (México). *Acta Bot. Mex.* 66: 23-151.
- Toledo Manzur, C. A. 1982. El género *Bursera* (Burseraceae) en Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F. 182 p.
- Trejo, I., and R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national analysis in Mexico. *Biological Conservation*. 94: 133-142.

107

BIBLIOGRAFÍA

- Andrés-Hernández, A., y D. Espinoza-Organista. 2002. Morfología de plántulas de *Bursera Jacq ex L.* (Burseraceae) y sus implicaciones filogenéticas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 70: 5-12.
- Bye, R., 1995. Ethnobotany of the Mexican dry tropical forests. In: Bullock, S.H., Mooney, H.A., Medina, E. (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 423-438.
- Castedo F. y J. G. Álvarez. 2000. Construcción de una tarifa de cubicación con clasificación de productos para *Pinus radiata* D. Don en Galicia basada en una función de perfil del tronco. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 9 (2):253-268.
- Challenger, A., 1998. La zona ecológica tropical subhúmeda (selva subhúmeda). In: *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Presente y Futuro*, CONABIO, IBUNAM, ASM, SC, Mexico, pp. 375-433
- Comisión Nacional Forestal. 2008. Sistema de Información Forestal. Inventario Nacional Forestal. Tipos de vegetación Forestal y de Suelos. En www.conafor.gob.mx
- Comisión Nacional Forestal. 2009. Fichas técnicas de especies útiles para reforestación y restauración. http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/fichas_tecnicas.htm. Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2009.
- Corral R. J. J., L. B. Vargas, A. M. Barrio, V. J. Bretado, O. A. Aguirre C. y A. U. Diéguez. 2007. Uso del diámetro del tocón para estimar el diámetro normal y el volumen de pináceas en Durango, México. VIII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Morelia, Michoacán, México.
- Cruz-Cruz, E., M. Gómez-Cárdenas, V. Mariles-Flores, F. Solares-Arenas, D. Ayerde-Lozada, V. Serrano-Altamirano, D. Vargas-Álvarez, A. Borja de la Rosa, J.F. Castellanos-Bolaños, S. Orozco-Cirilo y M. E. Fuentes López. 2009. Presencia de linaloe en comunidades vegetales de la selva baja caducifolia. Desplegable informativo núm. 7. INIFAP-CIRPAS-CE Valles Centrales de Oaxaca.
- Diéguez A.U., Barrio A. M.; Castedo D. F. y Balboa M. M. 2003. Estimación del diámetro normal y del volumen del tronco a partir de las dimensiones del tocón para seis especies forestales comerciales de Galicia. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* 12 (2): 131-139.
- Espinosa O. D., J. J. Morrone, J. Llorente y O. Flores, 2005. Introducción al análisis de patrones en Biogeografía histórica. Las prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. D.F.
- Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Review* 52: 107-145.
- Hernández-Apolinar M., T. Valverde, S. Purata. 2006. Demography of *Bursera glabrifolia*, a tropical tree used for folk woodcrafting in Southern Mexico: An evaluation of its management plan. *Forest Ecology and Management* 223, 139-151
- Hersch Martínez, P., Glass, R., Fierro Alvarez, A., 2004. El linaloe [*Bursera aloexylon* (Schiede) Engl.]: Una madera aromática entre la tradición y la presión económica. In: Alexiades, M.N., Shanley, P. (Eds.), *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*, Vol. 3. 439-462 pp. CIFOR. América Latina, Indonesia.
- Huang S. 2002. Validating and localizing growth and yield models: procedures, problems and prospects. *Proceedings of IUFRO Workshop on Reality, models and parameter estimation: the forestry scenario*. Sesimbra.
- Juárez-Caballero, L. F. 2008. Análisis de la distribución de *Bursera linaloe* (Llave) Rzedowski, Calderón & Medina (Burseraceae) en el sureste del estado de Puebla como base para su manejo. Tesis Maestría. Fac. de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. México. D.F. 77 p.
- Kalacska, M., Sanchez-Azofeifa, G.A., Calvo-Alvarado, J.C., Quesada, M., Rivard, B., Janzen, D.H., 2004. Species composition, similarity and Diversity in three successional stages of a seasonally dry tropical forest. *For. Ecol. Mgmt.* 200:227-247.

104

105

OBSERVACIONES PRELIMINARES DE LA FLORACIÓN, FRUCTIFICACIÓN Y DISPERSIÓN DE LA SEMILLA DE LINALOE

Gómez-Cárdenas, M.¹, E. Cruz-Cruz¹, V. Mariles-Flores¹, F. Solares-Arenas², V. Serrano-Altamirano¹, D. Ayerde-Lozada³, M. E. Fuentes-López⁴, J. F. Castellanos-Bolaños¹, S. Orozco-Cirilo¹, D. Vargas-Álvarez⁵, A. Borja de la Rosa⁶.

RESUMEN

A partir de observaciones directas efectuadas durante las estaciones de crecimiento 2008 y 2009, en dos poblaciones naturales de linaloe de la parte media de la Cuenca del Papaloapan (CP; región de La Cañada en el estado de Oaxaca), se determinó el inicio, duración y término de las etapas de floración, fructificación y dispersión de semilla para la especie en esta región. Observaciones adicionales en las poblaciones naturales de la especie en la parte media-alta de la Cuenca del Balsas (CB; el sur de Morelos y Puebla y el noreste del estado de Guerrero), permitieron comparar similitudes y diferencias básicas en tipo de inflorescencia, fechas de inicio de las tres etapas fenológicas y producción de fruto entre las poblaciones naturales de ambas cuencas. Los resultados aun cuando se consideran preliminares y requieren de observaciones por varias estaciones de crecimiento más, determinaron que existen diferencias significativas al nivel de cuenca en las fechas de inicio de la floración, la fructificación y la dispersión de semillas, así como en la producción potencial y real de fruto. La forma de la flor y el fruto parecen mostrar diferencias no significativas a ese nivel de análisis, pero sí entre individuos y posiblemente entre microambientes (árboles de sitios protegidos producen frutos "verdes" mientras que árboles de sitios más expuestos a los rayos del sol producen frutos "rojos"). El tamaño de las inflorescencias y el número de frutos por inflorescencia es notablemente mayor (10-18 cm de largo y 12-35 frutos por inflorescencia) en las poblaciones de la CB en comparación con lo observado en las poblaciones de La cañada (6-12 cm de largo y 1 a 9 frutos por inflorescencia). Se observaron cuatro especies de aves frugívoras, dispersoras de semilla en la CP: Chiquitón, Zenaida, calandria y desconocida. En la CB el periodo de observación fue muy corto, pero fue suficiente para confirmar la presencia de las dos primeras especies (sin embargo, no se verificó la depredación.

¹Investigador Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca INIFAP

²Investigador Campo Experimental Zacatepec Morelos INIFAP

³Investigador Campo Experimental Guerrero INIFAP

⁴Investigador Campo Experimental San Martinito Puebla INIFAP

⁵Profesor investigador Universidad Autónoma de Guerrero,

⁶Profesor investigador Universidad Autónoma Chapingo

108

109

del fruto) en toda la cuenca y de chachalaca en las poblaciones del sur de Puebla dentro de la misma cuenca. De manera preliminar puede hipotetizarse que al menos chiquitón y Zenaida constituyen dos dispersores comunes en las poblaciones estudiadas de ambas cuencas. Es posible que haya diferencias en el total de dispersores, sin embargo faltan más observaciones para determinarlo. Queda pendiente también la descripción y cuantificación del proceso de dispersión con el detalle suficiente que permita conocer la importancia y riesgos que ofrece y enfrenta la dispersión de semilla y los agentes dispersores.

Palabras clave: *Bursera linaloe*, Cosecha de frutos, Floración, Dispersión, Frugívoro.

Objetivos específicos

Registrar el inicio, duración y término de la floración, fructificación y dispersión de semillas en las poblaciones naturales de linaloe de la región de La cañada en Oaxaca.

Desarrollar un método sencillo para estimaciones rápidas de la producción de frutos en hembras de linaloe de las poblaciones naturales de la especie en la región de La cañada en Oaxaca.

Comparar la variación de la producción de frutos a nivel de individuos, posición vertical azimuthal y radial de la copa dentro de individuos, así como entre individuos diferentes en diámetro de copa, diámetro del tallo o área basal y entre dos estaciones de crecimiento.

Registrar las principales especies de aves dispersoras de la semilla de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios de trabajo

Los muestreos se hicieron en árboles seleccionados preferentemente dentro de dos parcelas cuadrangulares de 500 X 500 ubicadas respectivamente en dos rodales abundantes en linaloe de la región de La Cañada, estado de Oaxaca. El primero de los rodales se ubicó a 2 km al oeste de la población de San Juan de los Cués (Figura 1), mientras que el segundo a 2 km al norte de Dominguillo. Una visita al menos fue también efectuada en los mismos meses a parcelas de dimensiones similares establecidas en rodales naturales de la especie en la Cuenca del Balsas, ubicados más específicamente en terrenos de Xalitla, a 45 km al sur de Iguala, en la parte central del estado de Guerrero y en un predio particular del Municipio de Chiautla, localizado aproximadamente a 15 km al SE de esta localidad, en la parte más septentrional del estado de Puebla.

114

pendiente del terreno fue $< 5\%$ bajo el área de proyección de la copa. Siete hembras se ubicaron en posición cenital, dos en exposición sur y tres en exposición oeste en San Juan de los Cués, mientras que en el rodal de Dominguillo tres individuos hembra estuvieron en posición cenital y dos en exposición Este. Esto permitió tener ambos grupos más homogéneos en cuanto a la exposición ocupada en los dos rodales.

El suelo es arenoso, con bajo contenido de materia orgánica y con drenaje rápido, con profundidad de 15-30 cm y generalmente cubierto con gravilla de material metamórfico color café amarillo claro.

Registro fenológico

A partir de diciembre de 2008 y hasta mayo de 2009, con una periodicidad mensual se registraron datos de la caída total de fruto y follaje, formación y periodo de latencia de yemas, así como las fechas de hinchamiento, caída de brácteas protectoras (catafilos) y apertura de las mismas. Durante mayo a junio de 2009 y con una periodicidad de 12-16 días, se anotaron las fechas de inicio y término de la floración, y el proceso de desarrollo floral en los individuos selectos de los rodales de San Juan de los Cués y Dominguillo, en el estado de Oaxaca. Las fechas similares para la formación, desarrollo y madurez del fruto se efectuaron con una frecuencia similar en el periodo de junio a noviembre.

Observaciones adicionales, de frecuencia más o menos mensual, efectuadas en poblaciones naturales de la Cuenca del Balsas permitieron determinar diferencias básicas en fechas de floración y fructificación con respecto a las poblaciones naturales de La Cañada. La ocurrencia de la anthesis fue registrada solamente para las poblaciones visitadas de esta última región.

Observaciones adicionales en los dos rodales de la Cañada, efectuadas durante las visitas destinadas al registro fenológico en fenofases del

118

con el PIC como con los últimos tres factores, por lo que las mediciones de los primeros, particularmente el diámetro del tallo y copa, pueden utilizarse para predecir tanto al PIC como a los últimos factores intrínsecos. Debido a que el PIC depende proporcionalmente de alguna medida de tamaño del árbol (por ejemplo el diámetro del tallo o el área basal), es conveniente expresar el PIC en relación a ésta, lo cual convierte los valores absolutos del PIC en un índice de cosecha potencial (ICPRT) relativo al tamaño, es decir a los valores de la variable morfológica medida. El conocimiento de éste índice es útil puesto que al conocer la cantidad acumulada por unidad de superficie de la variable descriptiva de tamaño y con alta correlación con el PIC, se pueden escalar los valores individuales de ICPRT a valores por rodal, comunidad vegetal o unidad geográfica cualquiera. Es importante considerar que la competencia por espacio de crecimiento en los árboles cuya cosecha de fruto se cuantifica, afecta en forma positiva y proporcional al PIC y por tanto al ICPRT, por lo cual las estimaciones de PIC o ICPRT deben hacerse en árboles cuyas copas se encuentren libres de competencia y debe considerarse válido solamente para aquellos árboles que cumplan la condición de baja a nula competencia de copas.

El ICPRT varía entre poblaciones (variación espacial o geográfica) y estaciones de crecimiento o años (variación temporal) (Kelly y Sork, 2002). En el linaloe la producción potencial máxima de fruto por estación de crecimiento (ICPRT_i) depende muy estrechamente de la producción de yemas florales formadas al final de la estación precedente, al grado que cada fruto procede de una flor exitosa formada un año anterior (Lundholm y Larson, 2003). Los valores máximos (ICPRT_{máx}) ocurren en las condiciones ambientales óptimas para la especie, mientras que sus valores mínimos (ICPRT_{mín}) se presentan en las condiciones menos favorables (Ortiz-Pulido y Rico-Gray, 2000). Además de ser útil como referencia para compararlo con índices similares de otras poblaciones y estaciones, el ICPRT_{máx} puede constituir la referencia adecuada para medir la contribución a la variación en la cosecha real de fruto, debida a los factores intrínsecos

111

El rodal de San Juan de Los Cués se estableció sobre un lomerío de ondulaciones suaves, ubicado entre $18^{\circ} 02' 55''$ y $18^{\circ} 03' 1''$ de LN, de $97^{\circ} 04' 50''$ a $97^{\circ} 05' 6''$ de LW, de 873 a 925 msnm, en exposición SW y pendiente dominante menor de 10%. Las coordenadas del rodal de Dominguillo fueron $17^{\circ} 34' 55''$ a $17^{\circ} 35' 1''$ de LN, de $97^{\circ} 05' 01''$ a $97^{\circ} 05' 17''$ de LW. Se encuentra a una altitud de 700 -750 m en una exposición predominantemente cenital y tiene una pendiente media de 5%. La ubicación de ambas parcelas queda comprendida dentro del Área Natural Protegida (ANP) de Tehuacán-Cuicatlán. El rodal de San Juan de los Cués constituye uno de los pocos parches más o menos bien conservado, de selva baja caducifolia con elementos de matorral crasicale y rosetófilo que se entrelazan dentro de una matriz de asociaciones deterioradas y secundarias de vegetación semiárida (selva baja caducifolia, matorral crasicale, matorral espinoso, matorral rosetófilo, matorral subtropical) y de terrenos cubiertos por cultivares de limón, mango, chicozapote, melón, sandía, ciruela, chile y maíz entre otros. De las especies arbóreas propias de la selva baja caducifolia destacan varias del género *Bursera*, así como *Cyrtocarpa procera*, *Amphyterigium adstringens*, *Ceiba aesculifolia* subsp. *parvifolia*, *Ipomoea woodwartia*, *Cercidium praecox*. Es notoria la extracción ocasional de leña, de corteza de cuachalalate y de frutos de cactáceas y de chupandía. También se pastorea ganado caprino en baja intensidad. El rodal de Dominguillo forma parte de una matriz de paisaje similar a la anterior pero su estado de conservación es de mayor deterioro y muestra evidencias más claras de uso en pastoreo frecuente y extracción de leña y frutos de la vegetación natural.

La parcela en Xalitla se estableció sobre una ladera de exposición al este, en un cerro pequeño, sobre terreno accidentado, ubicado de $17^{\circ}59'50''$ a $18^{\circ}0'3''$ LN, de $99^{\circ}32'48''$ a $99^{\circ}33'12''$ LW, en una altitud de 605 a 767 msnm, donde prevalecen exposiciones E, N y S por orden de frecuencia y pendientes medias de 25%. La parcela está cubierta por una asociación vegetal muy deteriorada constituida de elementos

115

restantes como la densidad de arbolado o el genotipo, así como a los factores ambientales o extrínsecos (Obeso, 2002).

Esta información cobra mayor relevancia cuando la especie en estudio se encuentra bajo estatus de amenaza (NOM 2000) y tiene un enorme valor biológico, cultural y económico como el linaloe, una especie endémica de la selva baja caducifolia en el sur de México (Mariles-Flores *et al.*, 2009), famosa por el uso de su madera en la elaboración de las “cajitas de Olinalá” y por su “aceite esencial de linaloe”, obtenido a partir de la madera o del fruto (Cruz-Cruz *et al.*, 2009).

Es común observar, para las especies arbóreas de bosques caducifolios de temporadas secas largas, que la cantidad formada de flores femeninas en especies dioicas y de flores en general en especies monoicas, determina el máximo potencial de producción de frutos o $ICPRT_i$ de una estación cualquiera (Obeso, 2002). Esto tiene varias implicaciones; el número de flores al inicio de la estación (NFL) equivale al $ICRT_i$ para la estación; el $ICPRT_i$ alcanza porcentajes cercanos o iguales al 100% del $ICPRT_{máx}$ si las condiciones de desarrollo de la yema floral, la flor y el fruto son óptimas; el NFL y en consecuencia el $ICPRT_i$ está predeterminado en las yemas florales desarrolladas el año previo y por lo tanto, su número fue determinado bajo la influencia de las condiciones extrínsecas de la estación anterior (Lundholm y Larson, 2003). Debido a ello, teóricamente en algunas especies es posible predecir el NFL e $ICPRT_i$ de un año n , si se conocen las condiciones prevalecientes en el año anterior o año $n-1$, o bien si se conoce el número de yemas florales formadas al final de la estación de crecimiento del año $n-1$ (Ortiz-Pulido y Rico-Gray, 2000). El linaloe es un árbol dioico, lo cual significa que las flores funcionales, tanto masculinas como femeninas se encuentran en individuos distintos (Rzedowski *et al.*, 2004). El carácter dioico del linaloe garantiza que las nuevas generaciones, representadas por las semillas producidas y las plantas establecidas a partir de éstas, constituyan en sí, una nueva combinación de genes procedente de individuos sexual y genéticamente diferentes (machos y hembras

propios de la selva baja caducifolia (predominantemente especies del género *Bursera*, además de las especies mencionadas para los rodales de Oaxaca) y de elementos de matorral crasicaule. El terreno es de uso colectivo y se encuentra en proceso de ocupación por la mancha urbana, además de soportar el pastoreo permanente e intenso de ganado caprino y vacuno, así como de la extracción también intensa de leña y de frutos de la vegetación natural. Es común observar tiraderos de basura dentro de la parcela establecida y numerosos individuos de linaloe y de otras especies muestran daños mecánicos (cortes de tallos y ramas, descortezado, marcas) causados por el ganado y la población humana.

La parcela de Chiautla, se estableció sobre laderas escarpadas de orientación predominante E y W a la orilla del río Atoyac, un afluente del Balsas. Se ubicó de $18^{\circ} 9'31.71''$ a $18^{\circ} 9'54.51''$ de LN y de $98^{\circ} 4'3.42''$ a $98^{\circ} 34'26.68''$ de LW. Su altitud es de 794 a 939 msnm, con una pendiente promedio de 35%. La vegetación corresponde a la selva baja caducifolia con elementos ocasionales de vegetación crasicaule, donde las especies arbóreas mencionadas para los rodales de Oaxaca y Guerrero son también comunes, pero representadas por individuos de mayor estatura y corpulencia. La diversidad de cactáceas y la presencia de elementos espinosos es menor a la observada para Oaxaca. Sin embargo, hay ocurrencia en mayor frecuencia de *Lysiloma* sp., parotilla (*Acacia* sp.), *Jacaratia* sp., *Tabebuia rosea* (Bertol) y *Crescentia alata* Kunth, especies arbóreas indicadoras de una mayor humedad ambiental o de menos limitaciones ecológicas que favorecen su establecimiento y el crecimiento del arbolado en general. Estas asociaciones albergan sitios de anidamiento, crecimiento y reproducción de la chachalaca, la iguana verde (*Iguana iguana* L), y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* (Zimmerman 1780)) entre otras especies de fauna de importancia biológica reconocida y se utilizan comúnmente para el pastoreo extensivo de ganado vacuno y equino. Algunas se han constituido en unidades de manejo ambiental o UMAs con fines de protección y manejo sustentable de las especies animales mencionadas. Los efectos

sometidos a diferentes fuerzas de presión selectiva (Zobel y Talbert, 1988). La reproducción sexual incrementa entonces la variación genética, y por lo tanto la diversidad fenotípica que se expresa en la extensa variación morfológica observada entre los individuos. Ejemplo de ello es la variación en tamaño y forma de la planta, tamaño de la hoja, forma de la copa, ramificación, las variaciones también se presentan en la madera, en los contenidos y tipos de aceites. (Cruz-Cruz *et al.*, 2009).

La cantidad de flores y frutos producidos a nivel de individuo o rodal, son factores clave en la determinación de su capacidad reproductiva (Piovesan, 2005), así como en la búsqueda de los limitantes que durante la etapa reproductiva restringen la regeneración natural, la ocupación de hábitats y la evolución misma de la especie (Rzedowski, 1978; Gómez-Cárdenas *et al.*, 1994). También es de importancia la producción de flores al constituir la fuente de polen y néctar para numerosas especies de insectos y la fuente de alimento para distintas aves frugívoras que han co-evolucionado con las plantas y dependen de ellas para su subsistencia y en recompensa ayudan en su dispersión al llevarlas lejos del árbol materno donde fueron ingeridas (Zangerl *et al.*, 1991; Clark, 1998; Fuentes y Schupp, 1998). No obstante, estas relaciones árbol-dispersor son desconocidas para el linaloe en su área de distribución y menos aún se ha estimado la cantidad de fruto consumida por especie, la duración de la actividad de consumo, competencia entre dispersores, entre otros aspectos.

OBJETIVOS

El objetivo general fue describir en forma preliminar la producción anual, las fechas de inicio, duración y término de la floración, fructificación y dispersión de semillas en las poblaciones naturales de linaloe de la región de La cañada en Oaxaca y comparar las fechas fenológicas registradas con fechas de fenofases similares de las poblaciones naturales de Guerrero y Puebla.

negativos de la presencia de ganado son evidentes en la diversidad y condición de sanidad del renuevo, los cuales sin embargo no fueron tan drásticos en la parcela debido a una reducción reciente de la densidad de los hatos usando el predio.

Características de árboles muestreados

En el rodal de San Juan de los Cués se seleccionaron 12 individuos masculinos y cinco individuos femeninos. En el rodal de Domingullo se seleccionaron cuatro masculinos y cinco femeninos. El sexo de los individuos masculinos fue determinado con base en la floración de 2009, mientras que las hembras se identificaron con base en la floración del mismo año y con base en la producción de fruto en 2008. Los árboles de cada sexo fueron marcados con pintura vinílica de color distintivo por sexo (morado o rojo para hembras y azul para machos). Para ambos tipos de árboles en los dos rodales, el diámetro basal fue de 18-25 cm correspondiente a un área basal de 254.5-490.9 cm^2 , la altura de 6-7 m y el diámetro de copa de 4-6 m. Se seleccionaron árboles con copa relativamente densa, con sus ramas más o menos uniformemente distribuidas, con apariencia sana, con el menor número de ramas viejas o secas, sin formaciones de tumores, sin presencia de muérdago, con abundancia de primordios vegetativos y florales. Se asumió que la abundancia de primordios vegetativos asegura la tolerancia a factores limitantes de la formación de estructuras reproductoras y garantiza un suministro suficiente de fotosintatos para el desarrollo del fruto.

Los árboles hembra elegidos estuvieron rodeados al menos de dos árboles macho cercanos. Tuvieron libre de vegetación más del 50% del área de proyección de la copa para permitir la eventual cuantificación de valvas en el piso y, especialmente estuvieron libres de lechuguilla. Se ubicaron sobre pendiente suave para evitar la subestimación del número de valvas, las cuales en pendientes pronunciadas pueden ser removidas por las corrientes laminares y encañaladas formadas durante las lluvias. En todos los casos la

12 elegidos para seguimiento fenológico en la parcela de San Juan de los Cués y en 23 individuos localizados en los alrededores de la parcela y en rodales cercanos dentro del territorio del mismo municipio. Los criterios de selección de los 23 nuevos árboles hembra incluidos para el muestreo de valvas, fueron similares a los utilizados en la selección de las hembras utilizadas en las observaciones fenológicas. El intervalo de diámetro basal de los árboles muestreados fue muy similar al utilizado para la observación fenológica (17-27 cm correspondiente a un área basal de 227.0-572.6 cm²).

Se trazaron cuatro líneas en dirección del tallo central hacia la orilla de la copa y se ubicaron preferentemente en los cuatro puntos cardinales (en los seis árboles en los cuales previamente se había contado la fructificación en ramas, estas líneas estuvieron debajo de las ramas muestreadas). En cada línea, partiendo desde el tallo, se colocaron marcas cada 40 cm, las cuales constituyeron el límite de bandas circulares concéntricas en cuyo centro se delimitó un cuadrante de 20 X 20 cm (Figura 1). El número de bandas concéntricas y el número de cuadrantes fue variable en cada una de las cuatro líneas y dependió del radio de la copa en la zona de trazado de las líneas.

En cada cuadrante se contaron las valvas de la estación (valvas nuevas o VN) y las de estaciones anteriores (valvas viejas o VV). El número de frutos en el piso contabilizado en cada cuadrante (NFP) fue determinado como el producto de la mitad de VN (debido a que se producen 2 valvas por fruto) por 25, el cual es el número de veces que cabe un cuadrante en un m², y fue expresado en frutos m⁻².

Las variables derivadas fueron:

$$NFP_{ebh} = 0.5 VN;$$

Donde NFP= número de frutos en el piso en el cuadrante de la exposición e-ésima de la banda b-ésima; e = ésima exposición (e= N, S, E, W); b= b-ésima banda concéntrica (b = 40, 80, ..., r); r es el máximo múltiplo de 40 que sea igual o menor al radio (en cm) de la copa en una exposición determinada.

mayo. De hecho fue en la última semana de mayo que las inflorescencias alcanzaron su máximo desarrollo e iniciaron la antesis.

Características fenológicas de la floración

Las observaciones directas mostraron que cada yema floral antes de abrir cuenta ya con los primordios de las inflorescencias y flores, sin embargo, el conteo de ambas es más fácil una vez que estas se han desarrollado totalmente, debido a que la mayoría de las yemas son mixtas, es decir, resguardan partes vegetativas (hojas y nuevas ramas) y florales simultáneamente.

Las flores se producen en inflorescencias tipo racimo de 6-8 cm (Figura 2), que para las poblaciones naturales ubicadas en la Cuenca del Balsas, se presentan en números de hasta 35, mientras que para la población natural de La Cañada en Oaxaca, se han observado en números menores de 12 (Gómez-Cárdenas *et al.*, 2009).



Figura 2. Detalles de las inflorescencias masculina (a) y femenina (b).

Las características de las flores observadas en todas las poblaciones naturales visitadas fueron similares a las descritas por Rzedowski *et al.* (*op. cit.*). Ambos tipos de flores son tetrámeras, es decir, sus partes florales se presentan en múltiplos de cuatro. En este sentido, los

fruto, permitieron obtener datos preliminares relativos al inicio, duración, agente consumidor, tiempo y frecuencia de visita del agente consumidor involucrado en la depredación, y posiblemente la dispersión del fruto de linaloe.

Cuantificación de la floración y de frutos en rama

Para el conteo de flores en árboles seleccionados de los dos sexos y frutos en árboles hembra, se identificaron 12 ramas gruesas derivadas del tallo central por árbol, las cuales estuvieron distribuidas en el dosel en las posiciones verticales alta, media y baja y estuvieron dirigidas al norte, sur, este y oeste, a partir del centro de la copa. Cada rama gruesa fue clasificada en las secciones basal, media y distal y, en la base de cada una de estas secciones se registró el diámetro y se colocaron aros de plástico blanco para facilitar su identificación en mediciones posteriores. También se registró el orden de ramificación correspondiente siguiendo el esquema hidrográfico de clasificación de corrientes de Horton y Strahler (Herrera, 1995). En cada sección de la rama gruesa se escogieron y marcaron con arillos de plástico blanco dos ramas delgadas (denominadas ramillas de aquí en adelante) representativas de tres categorías diamétricas (de 0.5 a 1 cm, 1 a 2 cm, y 2 a 3 cm) medidas en su base.

En la última semana de mayo se registró el diámetro en la parte basal de cada ramilla y se contaron las yemas vegetativas y mixtas, inflorescencias, flores y frutos. Con este conteo se calculó el número de yemas totales (Y_s), yemas vegetales (Y_{v_s}), yemas mixtas (vegetativas y reproductivas simultáneamente; Y_{x_s}) en cada sección de rama gruesa y en total por rama gruesa (Y_r, Y_{v_r}, Y_{x_r} respectivamente). También se obtuvieron las inflorescencias por rama gruesa (I_r), y su promedio por sección (I_s) y yema mixta (I_x). Igualmente se obtuvo el número de flores por rama gruesa (NFL_r), y promedio por sección (NFL_s), yema mixta (NFL_{y_x}), e inflorescencia (NFL_f). A mediados de julio se contó el número de frutos por rama gruesa (NFR_r) y promedio por sección (NFR_s), yema mixta (NFR_{y_x}) e

$DFP_{ebh} = 25 NFP_{ebh};$
donde DFP_{ebh} = densidad por m² de frutos en el piso en el cuadrante de la exposición e-ésima de la banda b-ésima en un árbol hembra h;

$DFP_{bh} = \sum DFP_{eh} / 4;$
donde DFP_{bh} = densidad por m² de frutos en el piso en promedio para los cuadrantes de la banda b-ésima;

$DFP_{eh} = \sum DFP_{bh} / nc_{eh};$
donde DFP_{eh} = densidad por m² de frutos en el piso en promedio para los cuadrantes de la exposición e-ésima; nc_{eh} = número de bandas concéntricas en la e-ésima exposición del árbol hembra h-ésimo;

$FP_h = \sum DFP_{ebh} / eb$
donde FP_h = número total de frutos por m⁻² obtenido del conteo de VN; eb = número de cuadrantes totales del árbol

$FPH_h = FP_h AC;$
donde FPH_h = número total de frutos del árbol h contados a partir de VN; AC = área de proyección de la copa.

Cuantificación de frutos a nivel de rodal

Los 29 pares de datos formados por los valores de FPH_h y de diámetro basal (DB) o área basal (AB) fueron utilizados para correr regresiones (n=29) y determinar la ecuación con mejor ajuste (menor cuadrado medio del error, mayor r², menor complejidad matemática y mejor ajuste visual) como la representativa de la relación alométrica existente entre DB o AB y FPH_h.

Se asumió que una r² > 0.7 de la relación alométrica sería suficientemente alta para escalar los valores individuales de producción de fruto a la producción a nivel de rodal, para lo cual por separado se hizo un inventario de DB y AB de todas las hembras productivas en

inflorescencia (NFR_f). De las variables anteriores se obtuvieron el número de flores por exposición (NFL_e) por posición vertical en la copa (NFL_v) y por árbol macho (NFL_m) o hembra (NFL_h) e igualmente el número de frutos por exposición (NFR_e) por posición vertical en la copa (NFR_v) y por árbol hembra (NFR_h).

Cuantificación de frutos por árbol

Para las cuantificaciones de producción de fruto por árbol se siguieron dos procedimientos; la sumatoria de frutos registrados o estimados en ramas gruesas y la determinación indirecta por conteo de valvas en el piso en el área proyectada por la copa.

a) Sumatoria de frutos registrados o estimados en ramas gruesas.

Con el uso de los pares de valores de diámetro basal y número de frutos obtenido en las ramillas, así como el diámetro basal y totales de número de frutos en cada sección (NFR_s) y en cada una de las ramas gruesas (NFR_r), se corrieron distintos modelos de regresión y se determinó al mejor de ellos como la relación alométrica entre ambos grupos de variables (diámetro basal de rama o ramilla y número de frutos).

De esta manera, el número de frutos para cualquier rama gruesa no muestreada se estimó mediante la sustitución de valores del diámetro basal de la misma en la ecuación alométrica, equivalente a la proyección de la línea correspondiente a la regresión, entre los pares de valores de diámetro basal y el número total de frutos obtenidos para cada rama y ramillas muestreadas.

Una vez obtenido el número de frutos para todas las ramas del árbol, los valores se sumaron y constituyeron el número estimado de frutos por árbol.

120

68 sitios circulares de 500 m² en la parcela de San Juan de los Cués (para mayores detalles del procedimiento utilizado ver Gómez-Cárdenas *et al.*, 2009).

Dado que efectivamente la r² encontrada fue mayor de 0.7 la ecuación se utilizó para determinar la producción de fruto a nivel de toda la parcela. Igualmente se utilizó para determinar la similitud de la variación entre la producción estimada por árbol mediante el conteo de frutos en ramas (NFR_r) y la estimada por conteo de valvas (FPH_h).

Asumiendo que las flores producidas al inicio de la temporada reproductiva constituyen el potencial máximo de fructificación de la estación corriente pero pre-establecido en la estación de crecimiento previa y que el conteo de estas constituye un valor de referencia para conocer la proporción de frutos que no se forman o abortan antes de alcanzar la madurez, se decidió correr regresiones entre DB y NFL_h con la finalidad de permitir la exploración posterior de los cambios estacionales de la relación alométrica entre ambas variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fenológicas de las yemas

En 2009 las yemas iniciaron su formación desde muy temprano, a partir de la segunda mitad de julio en el 10% de los árboles y la frecuencia de árboles en inicio incrementó gradualmente (Figura 1). A partir de la primera y segunda mitad de septiembre se observó que las yemas en todos los árboles ya mostraban algún grado de formación. El avance del desarrollo no se determinó debido a que no es visible externamente y se requiere efectuar cortes y observaciones con microscopio, solamente se registró el cambio sucesivo de coloración verde y consistencia herbácea de la yema (desde el inicio hasta principios de octubre; 60-75 días) hasta la aparición (primera mitad de octubre a primera mitad de noviembre; 15-30 días) y endurecimiento de catafilos (primera mitad de noviembre; 10-15 días), así como la permanencia en estado de latencia de las yemas (a partir de la segunda

124

b) Conteo de valvas al final de la estación.

Debido a que la madurez de los frutos del árbol inicia en forma repentina, es difícil de prever su fecha de ocurrencia y ésta es gradual y heterogénea a través de la copa, y considerando además que los frutos son devorados por los dispersores rápidamente conforme maduran, es difícil lograr conteos fiables si estos no se hacen en etapas inmaduras, sin embargo, esta condicionante obliga al conteo de frutos que no necesariamente alcanzarán la madurez. Por estas razones se consideró que para calibrar las cuantificaciones de frutos hechas mediante el uso de la relación alométrica entre el diámetro basal de ramas o de secciones de éstas y de ramillas y el número de frutos cuantificados para las mismas, se debía disponer de una cuantificación más válida. Se asumió que el conteo en el piso bajo el área de proyección de la copa, de valvas (brácteas envolventes de la semilla, generalmente en un par por fruto) existentes al final de la estación, particularmente en sitios donde el aire o la erosión hídrica y la actividad animal natural no las remuevan del sitio de caída, refleja el total de frutos producidos por el árbol. La ocurrencia de la no remoción de valvas se consideró válida debido a que observaciones preliminares de la depredación de fruto por aves dispersoras mostraron que éstas toman solamente el fruto para consumo y liberan las valvas antes de ingerirlo, permitiendo su depósito en el piso bajo el dosel. Las observaciones también mostraron que las valvas permanecen en el piso sin degradarse significativamente durante el invierno, y pueden entonces cuantificarse antes que inicie su incorporación a la materia orgánica del suelo mediante el reciclaje natural. Aún cuando parte de las valvas no se degrada antes de la llegada de nuevas valvas al piso, las valvas de las estaciones corriente o inmediata reciente se diferencian fácilmente de las valvas de estaciones previas por su nivel de deterioro o degradación notablemente más avanzado, contrastante con la apariencia más fresca o mejor conservada de las valvas relativamente nuevas.

En los meses de diciembre de 2008 y 2009 se cuantificaron las valvas bajo el área de proyección de copa de seis individuos hembra de los

121

mitad de noviembre en 2008 y 2009, y prolongada hasta la segunda mitad de marzo en 2009; 105-125 días para el invierno de 2009).

La activación de las yemas se hizo evidente por su crecimiento en diámetro (de 3-4 mm en promedio pasaron gradualmente a 4-6 mm), lo cual ocurrió de manera heterogénea de la segunda mitad de marzo hasta mediados de abril. La caída de catafilos marcó el final del crecimiento de la yema, por lo cual sucedió también en forma heterogénea.

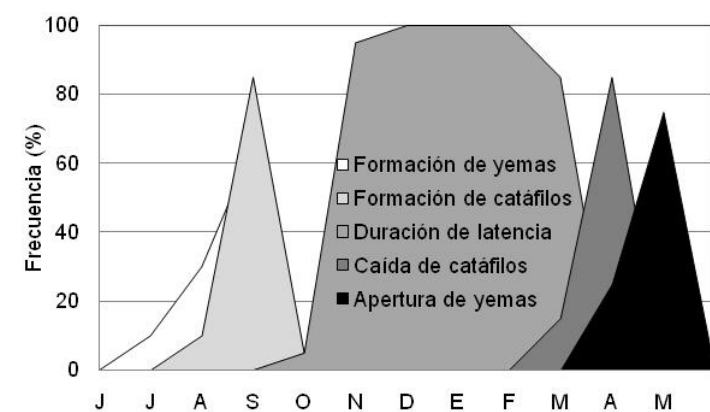


Figura 1. Frecuencia del inicio, duración y término de fenofases de la yema en linaloe durante el final de la estación de crecimiento de 2008 y principios de la estación de 2009.

Al finalizar la primera mitad de abril todas las yemas habían perdido los catafilos y habían iniciado la apertura exponiendo las brácteas de color verde blanquecino que protegen los primordios vegetativos y mixtos. La apertura de esta bráctea inició entre la última semana de abril y la primera de mayo y ocurrió en los 3-8 días siguientes a dos eventos cortos de llovizna separados dos días entre sí (no se midió la precipitación correspondiente pero fue muy probablemente menor de 2 mm en cada evento). El alargamiento de los brotes vegetativos y florales fue lento al principio, pero se tornó rápido una vez que se recibieron varias lluvias de intensidad moderada de la mitad al final de

125

El número medio ponderado de frutos por brote estacional fue de 3.03 (± 1.5) frutos para 2009, lo cual representa una eficiencia de 33.67 % aproximadamente si asumimos que cada brote estacional en las hembras de linaloe en San Juan De Los Cués típicamente formó tres inflorescencias con tres flores cada una, es decir que a pesar del potencial de producción de 9 frutos, finalmente solo se completa el desarrollo de 3.03 de estos en promedio.

Distribución de la fructificación en la copa de árboles hembra

La cantidad de frutos producidos en la copa siguió un patrón radial en forma de campana (Figura 6), en el cual las zonas concéntricas inmediata y más alejada al tallo produjeron las cantidades más bajas, mientras que la zona concéntrica intermedia mostró la mayor cantidad de frutos producidos con base en los conteos en ramas y de valvas nuevas (VN) en el piso.

sépalos son cuatro, verdes, pubescentes, cubiertos con pelos simples, hialinos, envuelven cuatro pétalos de color blanco, los que a su vez, en las flores masculinas, resguardan ocho estambres que adquieren un color amarillo intenso proporcionado por el polen, el cual es de ese color. La flor está protegida por cuatro brácteas blanquecinas y pubescentes antes de abrir. Las flores femeninas tienen un gineceo en forma de botella, con el estilo de color verde y el estigma de color blanco y bifurcado.

El crecimiento de las inflorescencias y sus flores, la antesis y caída de las flores ocurrió en un periodo muy corto (Figura 3), de la última semana de mayo a la mitad de junio, con una duración promedio por inflorescencia de 10-12 días.

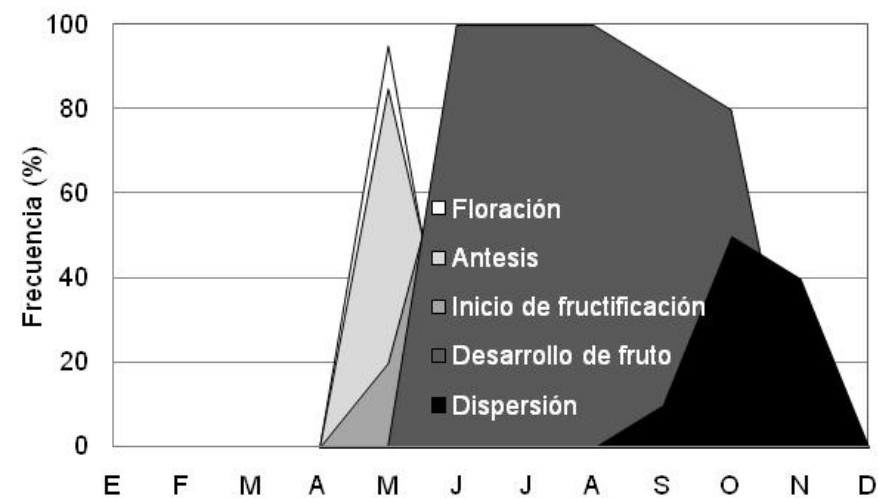


Figura 3. Frecuencia (%) para eventos de floración, antesis, desarrollo de fruto y dispersión de semilla en linaloe durante la estación de crecimiento 2009.

130

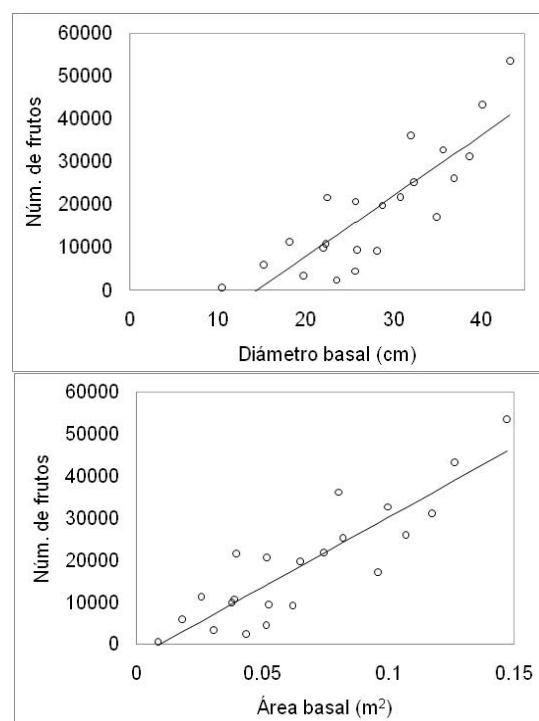


Figura 9. Relación entre el diámetro (arriba) y el área basal (abajo) del árbol y número de frutos. Para diámetro basal: $y = -20460 + 1414.95 \text{ db}$. $R^2 = 0.7195$. Para área basal: $y = -3136.077 + 333312 \text{ ab}$. $R^2 = 0.7722$

Una vez que se tuvieron los diámetros y las áreas basales de todas las hembras presentes en una muestra del inventario en San Juan de los Cués (Castellanos *et al.*, 2009) se pudo obtener la producción a nivel de rodal (Figura 10).

134

127

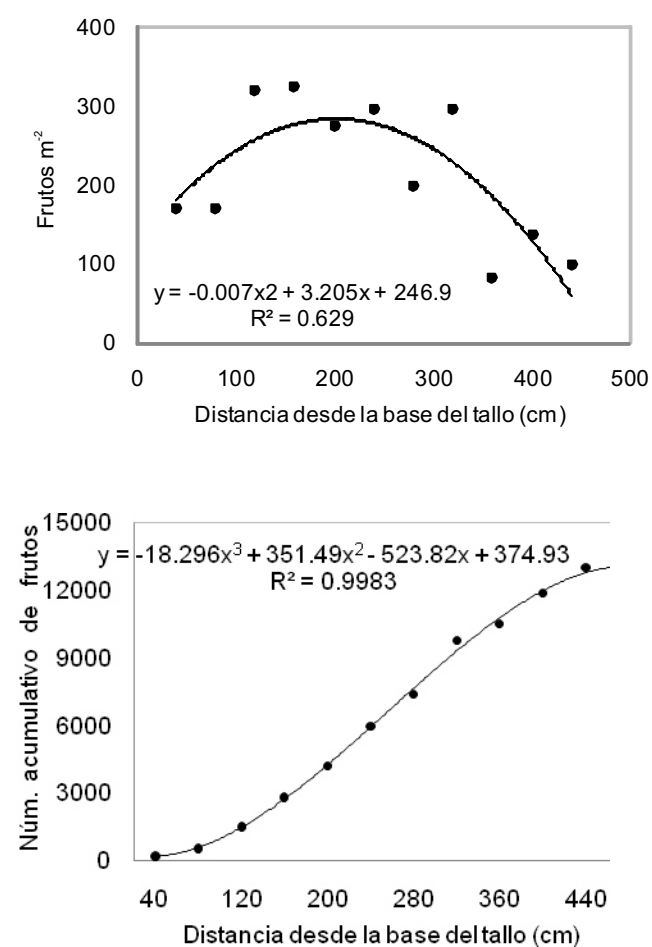


Figura 6. Variación de frutos (arriba) y su número acumulativo (abajo) con respecto a la distancia desde el tallo, obtenida a partir de muestreos de valvas en el suelo bajo la copa de hembras de linaloe. Los círculos negros representan el promedio de 12 muestras tomadas en tres árboles en los cuatro puntos cardinales.

131

Características principales del fruto y la fructificación

Los frutos en su mayoría fueron ovoides, de 9 a 11 mm de largo, estuvieron cubiertos por dos valvas (98%); 2% fueron trivalvados, en las cuales, la cara externa de una o de ambas valvas fue verde o rojiza en la madurez (Figura 4). Esta coloración de las valvas estuvo frecuentemente asociada a la exposición del fruto al sol (valvas colectadas en condiciones expuestas fueron típicamente rojizas). La semilla fue de 5 a 6 mm de diámetro, más ancha que larga, con la parte externa dura y de color negro, cubierta en la mitad o tres cuartas partes por un pseudoarilo rojizo o anaranjado (Rzedowski *et al.*, 2004). El color vistoso, el aroma y sabor agrídulce del arilo fueron agradables en una muestra de 100 frutos probados. El peso de la semilla subhúmeda (13% de humedad), libre de valvas y del arilo, tanto en la muestra mencionada como en otras 10 muestras similares fue de 0.6 g.



Figura 4. Detalles del fruto y de las infrutescencias en los brotes mixtos (vegetativos y reproductivos) de un árbol femenino.

Observaciones realizadas en campo permitieron registrar que los frutos se agrupan en racimos de hasta ocho por infrutescencia, aunque el número potencial de frutos, equivalentes al número de flores medio por inflorescencia, fue de 9. La reducción del número potencial al

número observados de frutos fue notoriamente variable entre ramas gruesas, sección, posición vertical en la copa, exposición e individuos muestreados (Figura 5).

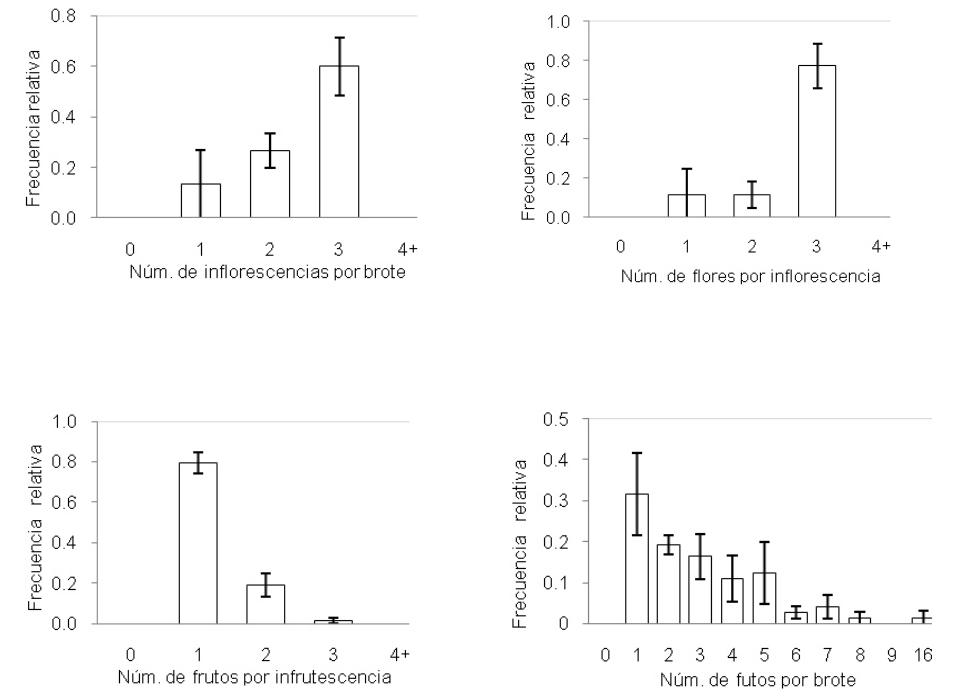


Figura 5. Frecuencia relativa de a) inflorescencias producidas por brote, b) flores por inflorescencia, c) frutos formados en cada infrutescencia y, d) frutos producidos en cada brote durante la estación reproductiva de 2009 en San Juan De Los Cués, Oax. Las barras corresponden al error estándar; n=1200 brotes.

La forma final del fruto se adquirió unas 3-4 semanas después que ocurrió la polinización, y el crecimiento del mismo se observó de junio a agosto (Figura 3). En este último mes se observaron los primeros frutos maduros y se desencadenó su consumo por diversas especies de aves.

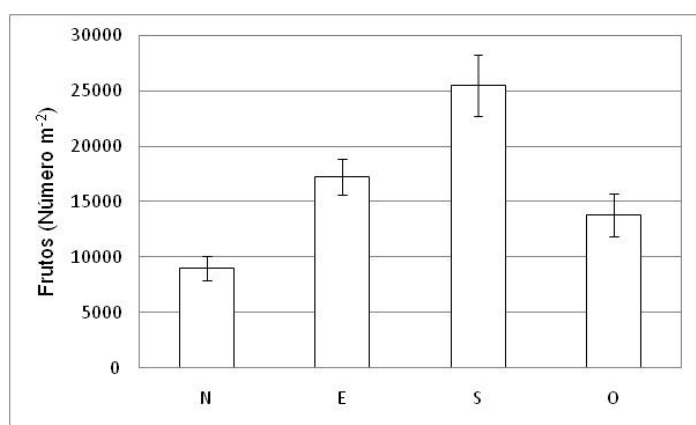


Figura 7. Número acumulado de frutos en los cuatro cuadrantes de la copa, determinado a partir de conteos de valvas en el suelo.

El total de frutos producidos en árboles promedio de 6.5 m de altura y 8.8 m de diámetro de copa aproximadamente fue de 13,007 en promedio ($\pm 4,340$) durante 2008, un año reconocido por los pobladores de San Juan de Los Cués, Oax. como no semillero para la especie. Esta cantidad equivale a 765 g de semilla libre de valvas y pseudoarilo y con una humedad de 17-20 %.

Si asumimos que se produjeron 13,007 frutos en 2008 y que cada brote estacional produjo 3.03 de ellos, entonces se puede estimar que los árboles muestreados tuvieron alrededor de 4,293 brotes reproductivos ese año.

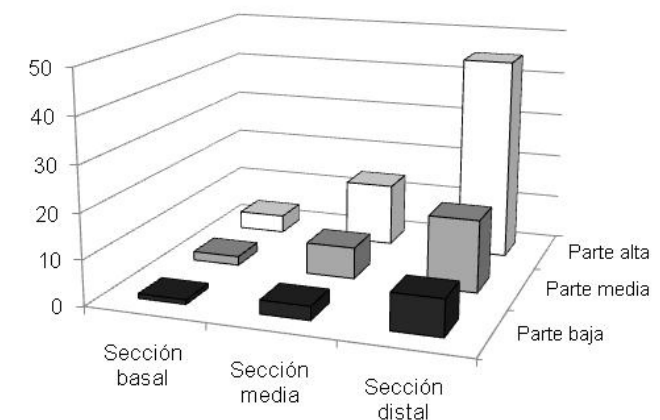


Figura 8. Distribución de la fructificación en las ramas gruesas de la copa.

Estimación de la producción de fruto

La relación alométrica existente entre el tamaño del tallo (medido por ejemplo como área basal o diámetro basal) y la producción de fruto (medido como número o biomasa de frutos) fue lo suficientemente alta ($r^2=0.76$) (Ramsey y Schafer, 2002) como para considerarse útil en la estimación de cosecha en una estación dada (Figura 9).

- Patiño Valera F, Garza P, Villagómez YA, Talvera IA, Talvera I, Camacho Morfín F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Subsecretaría Forestal Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divulgativo No. 63. 180 p.
- Piovesan, G. y J. M. Adams. 2005. The evolutionary ecology of masting: does the environmental prediction hypothesis also have a role in mesic temperate forests? *Ecological Research* 20: 739-743.
- Ramos-Ordoñez, M. F.; J. Marquez-Guzman y M. A. D. Arizmendi. 2008. Parthenocarpy and Seed Predation by Insects in *Bursera morelensis*. *Annals of Botany* 102: 713-722.
- Ramsey, F. L. y D. W. Schafer. 2002. *The statistical Sleuth A Course in Methods of Data Analysis*. 2nd ed. United States of America. DUXBURY THOMSON LEARNING. Page 174-205.
- Rees, M., D. Kelly y O. N. Bjørnstad. 2002. Snow, tussocks, chaos, and the evolution of mast seeding. *The American Naturalist* 160: 44-59.
- Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa. 570 p.
- Rzedowski, J., R. Medina-Lemus y G. Calderón. 2004. Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan (México). *Acta Botánica Mexicana* 66: 23-151.
- Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 2004. Copales y cuajotes. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM- Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-Word Wildlife Fund, México, pp. 193-198.
- Salwasser, H., MacCleery, D. W. y Snellgrove, T. 1992. A perspective on people, wood, wildlife, and environment in U.S. forest stewardship. USDA Forest Service. Presentado en la Comisión Forestal de América del Norte, en Cancun, México

138

luz/oscuridad, etc.) y que es posible para el genotipo (Baskin and Baskin, 2004).

Los mecanismos de dispersión, latencia y longevidad de la semilla incrementan la probabilidad de una especie de encontrar condiciones favorables para su establecimiento (Angevine and Chanot, 1979); la latencia es más crucial en anuales que en perennes, ya que este mecanismo es la liga entre generaciones (Wiesner, 1999). Después de la maduración de la semilla, la latencia se manifiesta cuando las condiciones son óptimas para la germinación y solo una porción de las semillas germina después de un evento de lluvia o de una estación (Guterman, 1992). El conocimiento de la ecología de la germinación y el crecimiento de la plántula es vital, principalmente para desarrollar estrategias en la conservación de la biodiversidad y restauración de los bosques tropicales (Khurana y Singh, 2001b)

El fruto de linaloe es ovoide pero algo comprimido de 9 a 11 mm de largo y la semilla es plano-convexo de 5 a 6 mm de diámetro, con frecuencia más ancho que largo, cubierta en la mitad o en los 2/3 inferiores por un pseudoarilo anaranjado y la porción expuesta de color negra (Rzedowski *et al.*, 2004).

Las semillas pueden ser ortodoxas y recalcitrantes. Las primeras mantienen su viabilidad con un contenido de humedad hasta en 5% e incluso menos; en cambio, las segundas si la humedad desciende menos de 30 a 65%, dependiendo de la especie, la semilla muere (Baskin and Baskin, 2001). De acuerdo con esta referencia, la semilla de linaloe es ortodoxa; esta propiedad permite almacenar la semilla por largo tiempo sin que pierda rápidamente su viabilidad. Sin embargo, es necesario considerar que el lugar de almacenamiento debe mantenerse a bajas temperaturas (4°C) y la semilla guardarse dentro de recipientes herméticamente cerrados para que la aisle del medio y evite el intercambio de gases y de humedad.

142

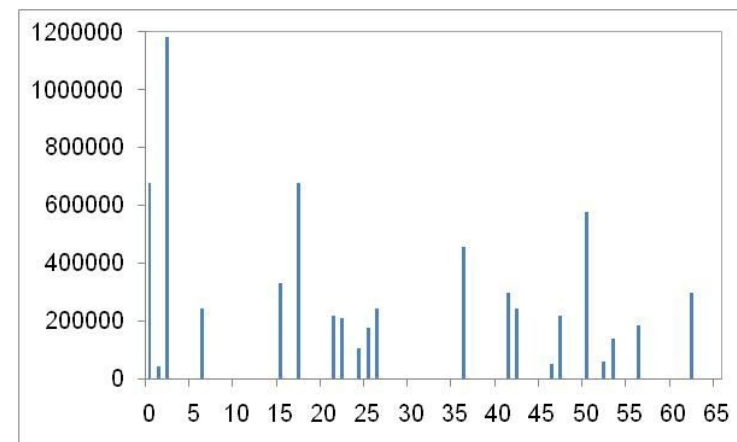


Figura 10. Número de frutos ha⁻¹ en 66 sitios de un área semillera potencial de San Juan de los Cués, Oaxaca.

La estimación a nivel de rodal mostró una producción muy irregular a través de los sitios de muestreo, siendo evidente la ausencia de producción en más de dos tercios de los sitios muestreados y muy baja en los sitios con presencia de árboles hembra productores. El promedio generalizado fue de 100,439.5 frutos ha⁻¹ (y el número máximo fue de 1'183,865 ha⁻¹). De esta manera si se asume que la semilla pesa 0.0609 g, en promedio entonces tenemos una producción de 6.1 kg semilla ha⁻¹, lo que equivale a 14.2 kg fruto ha⁻¹

La razón de lo anterior es la baja densidad de árboles hembra por ha, la cual expresada en área basal se encontró en promedio de 0.37 m² ha⁻¹ con un máximo de 3.74 m² ha⁻¹.

Dispersión del fruto

La dispersión del fruto inició desde la segunda mitad de agosto, cuando alcanzaron su madurez los primeros frutos. Un grupo de cuatro especies de aves incluída *Melanerpes hypopolius* Wagler (pájaro carpintero gris), *Zenaida* spp. (paloma de monte), *Callandria* sp. (calandria amarilla) y otras especies no identificadas fueron los

135

- Silvertown, J. y M. Dodd. 1999. The demographic cost of reproduction and its components in Balsam fir (*Abies balsamea*). *The American Naturalist* 29:321-332.
- Snow, D. 1971. Evolutionary aspects of fruit eating birds. *Ibis* 113: 194-202.
- Vardi, A; I. Levin y N. Carmi. 2008. Induction of seedlessness in citrus: From classical techniques to emerging biotechnological approaches. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 133: 117-126.
- Zangerl, A.R., M. R. Berenbaum and J. K. Nitao. 1991. Parthenocarpic fruits in wild parsnip: Decoy defense against a specialist herbivore. *Evol. Ecol.* 5, 136-145.
- Zobel, B. y J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa. 545 p.

139

visitantes de mayor frecuencia de visitas a las ramillas de linaloe para abrir las valvas y comer la semilla de los frutos (Gómez-Cárdenas *et al.*, *op. cit.*).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Castellanos Bolaños J. F., M. Gómez-Cárdenas, E. Cruz-Cruz, G. Bautista-Bautista y A. A. Sandoval-Hernández. 2009. Caracterización silvícola de poblaciones naturales de linaloe en Guerrero, Oaxaca y Puebla. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP. Informe de trabajo (Documento Interno). 18 p.
- Cruz-Cruz, E., M. Gómez-Cárdenas, V. Mariles-Flores, F. Solares-Arenas, D. Ayerde-Lozada, V. Serrano Altamirano, D. Vargas -Hernández, A. Borja de la Rosa, J. F. Castellanos-Bolaños, S. Orozco-Cirilo y M. E. Fuentes-López. 2009. Condiciones ecológicas y climáticas de adaptación de linaloe. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP. Desplegable Informativo Núm. 6.
- Clark, J. S. 1998. Why trees migrate so fast: confronting theory with dispersal biology and the paleorecord. *American Naturalist*. 152:204–24.
- CONABIO. 2005. Distribución de *Bursera aloexylon*. <http://www.conabio.gob.mx> (20/12/2006).
- Fuentes, M. and E. W. Schupp, 1998. Empty seeds reduce seeds predation by birds in *Juniperus osteosperma*. *Evolutionary Ecology* 12:823-827.
- Gómez-Cárdenas, M., J. F. Castellanos B., M. Ruiz M., L. Santiago P. y A. M. Fierros G. 1994. Potencial productivo de especies forestales en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Folleto Técnico No. 4. INIFAP. CIRPS. CE Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca. México. 24 p.
- Gómez-Cárdenas, M., E. Cruz-Cruz, J. F. Castellanos-Bolaños, F. Solares-Arenas, V. Mariles-Flores, D. Ayerde Lozada, M. Fuentes-López, D. Vargas-Álvarez, S. Orozco-Cirilo, V. Serrano-Altamirano, A. Borja-de la Rosa. 2009. Floración, fructificación y dispersión en *Bursera linanoe*. In Cruz-Cruz, F., M. Gómez-Cárdenas, V. Mariles-Flores, D. Vargas-Álvarez y F. Solares-Arenas. Fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de linaloe *Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón *et* Medina en México. INIFAP-Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Oaxaca, México. Libro técnico No. 15. 290 p.
- Herrera, I. 1995. Manual de hidrología. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala. 1ra. Ed. Talleres de Reproducciones FAUSAC. 223 p.
- Kelly, D. and V. L. Sork. 2002. Mast Seeding in Perennial Plants: Why, How, Where? *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 427-447.
- Lundholm, J. T. and D. W. Larson. 2003. Experimental separation of resource quantity from temporal variability: seedling responses to water pulses. *Oecologia* 141: 346-352.
- Mariles-Flores, V., E. Cruz-Cruz, V. Serrano Altamirano, F. Solares -Arenas, D. Ayerde-Lozada, D. Vargas-Hernández, A. Borja de la Rosa, M. E. Fuentes-López, M. Gómez-Cárdenas, J. F. Castellanos-Bolaños y S. Orozco-Cirilo. 2009. Distribución actual y potencial de linaloe en los estados de Guerrero, Morelos, Puebla y Oaxaca. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP. Desplegable Informativo Núm. 8.
- Obeso, J. R. 2002. The costs of reproduction in plantas. *New Phytologist* 155:321-348
- Ortiz-Pulido, R. and Rico-Gray, V. 2000. The effect of spatio-temporal variation in understanding the fruit crop size hypothesis. – *Oikos* 91: 523–527.

COLECTA DE FRUTO, SELECCIÓN Y GERMINACIÓN DE SEMILLA DE *Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina

Cruz-Cruz, E.¹, M. Gómez-Cárdenas¹, D. Vargas-Álvarez², F. Solares-Arenas³, V. Mariles-Flores¹, D. Ayerde-Lozada⁴, S. Orozco-Cirilo¹, M.E. Fuentes-López⁵, A. Borja de la Rosa⁶, J. F. Castellanos-Bolaños¹, V. Serrano-Altamirano¹

RESUMEN

Con la finalidad de generar información y recomendaciones sobre cosecha y germinación de semilla de linaloe se realizó el presente trabajo para definir los indicadores de cosecha de fruto y semilla, determinar la viabilidad y evaluar tratamientos pregerminativos. El trabajo incluyó la cosecha de fruto de 8 poblaciones de linaloe ubicados en la región de La Cañada en Oaxaca, Chimalacatlán, Mor. y Xalitla, Gro. para evaluar viabilidad de semilla. En laboratorio se aplicaron tratamientos de escarificación con ácido sulfúrico concentrado durante 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 45 min y un tratamiento adicional con agua caliente por 6 min. Se incluyeron experimentos de ácido sulfúrico 0, 5 y 30 min más la aplicación de ácido giberélico 1000 ppm sumergido por 24 y 36 hr. Los resultados mostraron que solo el 40% de frutos produce semilla viable, la germinación de la semilla sin tratamiento es menor al 10% y se alcanzan los mejores resultados con el tratamiento de ácido sulfúrico por 30 min. Se determinó que en semilla almacenada a 4°C por un año la germinación se incrementó al 40% y no se encuentran respuestas significativas a la aplicación de ácido sulfúrico y giberélico en dichas muestras. No se encontró diferencia entre las 24 y 36 hr de inmersión en AG₃.

¹ Investigador Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP

² Profesor Investigador Universidad Autónoma de Guerrero

³ Investigador Campo Experimental Zacatepec-Morelos. INIFAP

⁴ Investigador Campo Experimental Iguala-Guerrero. INIFAP

⁵ Investigador Campo Experimental San Martinito-Puebla. INIFAP

⁶ Profesor Investigador Universidad Autónoma Chapingo

INTRODUCCIÓN

En los programas de reforestación se requiere la disponibilidad de planta en la cantidad requerida para garantizar altos porcentajes de sobrevivencia en campo. En el caso de linaloe, en las áreas de distribución se ha observado variación morfológica de las plantas y en los tiempos de floración y fructificación. Estas diferencias están determinadas por la adaptación de la especie a su medio y a las condiciones ambientales que prevalecen.

El linaloe se multiplica por semilla y por estacas. El primer caso se recomienda para la conservación de la diversidad genética de la especie y la segunda para la multiplicación masiva de individuos (clonación) que presenten alguna característica de interés. La semilla presenta varias ventajas, porque es producto de la reproducción sexual y cada una es genéticamente única y produce una población de individuos que responden mejor a los cambios o distintos ambientes. Por el contrario, la reproducción asexual son clones que tienen la misma composición genética que la planta madre y son menos flexibles a los cambios ambientales (Copeland and McDonald, 2001).

En las especies nativas, la recolecta de semilla se dificulta porque no todos los años producen la misma cantidad y calidad (Dunne, 1999) y, en el caso de linaloe, la maduración ocurre de forma asincrónica (Young *et al.*, 1983). Por otro lado, los porcentajes de germinación son muy bajos y aparentemente está determinado por la baja proporción relativa de semilla viable y la latencia física, fisiológica o ambas, la latencia es muy común en especies nativas (Wiesner, 1999). Una semilla con latencia es aquella que no tiene la capacidad de germinar en un tiempo específico aún cuando se tiene la combinación de factores ambientales físicos normales (temperatura, luz/oscuridad, etc.) que en otras circunstancias sería favorable para su germinación; por el contrario, una semilla sin latencia es aquella que tiene la capacidad de germinar en las condiciones ambientales normales (temperatura,

determinar los indicadores de la presencia o ausencia del embrión se hicieron observaciones de frutos cortados en el estereoscopio. La semilla viable se consideró cuando el embrión se encontraba completamente formado o en proceso de formación. Los frutos sin semilla no mostraron ninguna evidencia de presencia o crecimiento del embrión. Para esta evaluación se incluyó la cosecha de 65 árboles con un total de 13000 frutos cortados.

Acondicionamiento de semilla y evaluación de germinación

Los estudios de germinación se hicieron de semilla colectada de más de 10 árboles por población. Los frutos se mantuvieron por separado por árbol en el momento de la cosecha. En el caso de Chimalacatlán, Mor., la semilla la proporcionaron los productores organizados y legalizados con el nombre de “Exploradores de la Biósfera,” producto de la cosecha de distintos árboles destinados al proceso de extracción de aceite.

En laboratorio se limpiaron las muestras de fruta cosechada removiendo las hojas, frutos pequeños y se seleccionaron aquellos bien desarrollados. Estas muestras se secaron bajo sombra para facilitar que las valvas se abrieran y liberaran las semillas. Posteriormente se separaron las valvas de las semillas con un ventilador y se tomaron muestras para determinar los indicadores de cosecha de la semilla. La semilla vana se separó por flotación en agua.

La evaluación física incluyó la estimación del peso de 100 semillas con dos muestras de 10 semillas por árbol de ocho poblaciones. Estas muestras se secaron en estufa a una temperatura de 105°C por 48 hrs. Además se evaluó el porcentaje de humedad e imbibición.

Las pruebas de germinación se hicieron en cajas petri utilizando papel germinador a una temperatura constante de 25°C. Los tratamientos resultaron de la combinación de los factores y niveles que se muestran en el Cuadro 2:

racimo hasta con 35 flores (Rzedowski *et al.*, 2004). El fruto es una cápsula de dos a tres valvas (no es muy común) (Figura 3).

La planta fructifica entre julio y septiembre con infrutescencias que varían en número entre uno y >5 frutos. Los indicadores de cosecha del fruto no son muy claros. En campo se encuentran árboles con frutos listos para cosechar de una coloración verde y también de una tonalidad rojiza. El tiempo entre la madurez fisiológica y madurez de cosecha es muy corto. Los frutos ya maduros abren las valvas y exponen la semilla que se observa con una tonalidad rojiza por el arilo que presenta (Figura 2). Esta coloración atrae a las aves frugívoras e incluso aún cuando las valvas no han caído las aves remueven el fruto. Por ello, es importante realizar visitas periódicas a los árboles para determinar el momento apropiado de cosecha. En ocasiones, las poblaciones de aves son tan altas que consumen la semilla rápidamente y la cantidad de semilla o fruto para cosecha es muy limitada o ya no se encuentra en nuestra próxima visita. En este sentido, diversas especies de aves se han registrado como consumidoras de frutos y semillas de *Bursera simaruba* (L) Sarg. en Yucatán (Scott y Martin, 1984; Greenberg *et al.*, 1995) y por primates en *Bursera inversa* (Stevenson *et al.*, 2004).

Se han realizado evaluaciones de germinación de semilla de *Bursera* en laboratorio. Los resultados mostraron que la germinación de la semilla de *Bursera penicillata* (D.C.) Engl. alcanzaron los porcentajes más elevados con la aplicación de benzylaminopurina (BA) a 150 ppm; la combinación de AG3 y BA a 100 ppm aceleró la germinación; la aplicación de AG3 a 100 ppm registró la mayor longitud y peso seco de raíces y con la aplicación de AG3 a 150 ppm se alcanzó el valor más alto en el peso seco de brotes (Nargaraja y Farooqi, 1989). Por otro lado, estudios realizados demuestran que las semillas de distintas procedencias presentan respuestas distintas en germinación y desarrollo de plántula, eficiencia en la nodulación y resistencia al estrés; esto se debe a la variabilidad genética de la especie (Khurana y Singh, 2001) y de los factores ambientales que prevalecen durante el desarrollo y la maduración de la semilla (VonAbrams and Hand, 1956; Baskin and Baskin, 1973; Gutterman, 1992). Además, la proporción de especies que producen semillas con latencia se incrementa hacia un gradiente más seco y una precipitación impredecible (Khurana y Singh, 2001a).

Trabajos adicionales sobre germinación de semilla de *Bursera* los realizaron Bonfil-Sanders *et al.* (2008). En su trabajo incluyeron seis especies de *Bursera*: *B. bicolor* (Willd. ex Schltdl.) Engl., *B. bipinnata* (DC.) Engl., *B. copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock, *B. fagaroides* (H.B.K.) Engl., *B. glabrifolia* (H.B.K.) Engl., y *B. grandifolia* (Schltdl.) Engl. Los tratamientos fueron la inmersión en ácido clorhídrico por 15 min., escarificación mecánica, aplicación de ácido sulfúrico concentrado por 20 min., inmersión por 12 hr en una solución de 6-benzylaminopurina (BA). La germinación se hizo bajo condiciones de temperaturas constantes y temperaturas fluctuantes. Los porcentajes de germinación se incrementaron con la aplicación de BA y los valores mayores se registraron con la temperatura fluctuante.

Por otra parte, Andrés y Espinoza (2002) realizaron un trabajo de investigación para encontrar nuevas evidencias taxonómicas de las especies de *Bursera* y colectaron semilla de diez especies en el sur de

Cada unidad experimental la conformó una caja petri con 50 semillas y cuatro repeticiones. El recuento de semillas germinadas se hizo diariamente por 40 días (Cruz-Cruz, 2005). Una semilla germinada normal se asumió cuando la radícula emergió de la testa con una longitud de al menos 2 mm (Meyer and Monsen, 1991; Copeland and McDonald, 2001) y en cada revisión se eliminaron de la caja. Al final de las evaluaciones se registraron las semillas vivas, muertas y vanas. Las procedencias incluidas se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 2. Factores y niveles estudiados en la evaluación de la germinación de la semilla de linaloe.

Factor	Nivel
Procedencias	9
Tratamiento ácido sulfúrico (min)	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45
Ácido Giberélico (ppm)	0, 100, 200, 500, 1000
Tiempo de inmersión en AG ₃ (hr)	24 y 36

Los datos se analizaron por métodos gráficos y ANOVA con el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la planta y producción de semilla viable

El linaloe es una especie dioica y en ocasiones polígamo-dioico (Rzedowski *et al.*, 2004), debido a que las flores masculinas y femeninas se desarrollan en diferentes individuos (Judd *et al.*, 2002). Esta característica permite la formación de semilla por polinización cruzada, la cual se logra por la intervención del viento, los insectos o ambos. De esta forma se mantiene la reproducción sexual de la especie y la recombinación genética. Dicha condición permite mantener una alta variación dentro y entre poblaciones y mayores posibilidades de la especie en tolerar los efectos causados por las condiciones ambientales adversas y los agentes de disturbio.

Puebla. Las semillas se sometieron a escarificación mecánica. Los resultados mostraron que las semillas del género *Bursera* son fotoblásticas y requieren de temperaturas elevadas (25-35 °C) para su germinación.

Con la finalidad de generar información sobre la reproducción sexual de linaloe se realizó el presente trabajo para evaluar la viabilidad y germinación de la semilla de distintas poblaciones naturales localizadas en Oaxaca, Puebla, Morelos y Guerrero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de poblaciones

Para la localización de las poblaciones naturales de linaloe se hicieron recorridos de campo por la región de la Cañada en Oaxaca, Sur de Puebla y Morelos y en la parte alta de la Cuenca del Río Balsas en Guerrero. De esta forma se recolectaron frutos y semillas de 9 poblaciones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localidades de colecta de fruto y semilla de linaloe incluidas en las evaluaciones de viabilidad y germinación.

Localidad	Ubicación geográfica	Altitud (msnm)	Pendiente (%)
Chimalacatlán, Mor.	18° 27' 46" N	912	5
	98° 05' 39" O		
Dominguillo, Cuicatlán, Oax.	17° 36' 54" N	1112	20
	96° 55' 22" O		
El chilar, Cuicatlán, Oax.	17° 43' 35" N	665	25
	96° 56' 43" O		
Papalutla, Gro.	18° 01' 06" N	665	30
	98° 54' 23" O		
Tepecorona, San Juan de los Cués, Oax.	18° 01' 30" N	803	30
	97° 04' 44" O		
Temazcalillo, San Juan de los Cués			
Xalitla, Gro.	17° 59' 49" N	607	45
	99° 32' 57" O		
San Juan de los Cués, Oax.	18° 3' 21.671" N	935	30
	97° 4' 37.02" O		
El Papayo, Acatlán, Pue.	18° 13' 34.986" N	1306	50
	98° 10' 16.476" O		

Evaluación de la producción de semilla viable

La colecta se realizó en los meses de Septiembre y Octubre con el propósito de obtener los frutos con el mayor desarrollo posible; para ello, en los árboles se verificó la presencia de semilla sin valvas en las infrutescencias, se muestrearon de manera aleatoria frutos para verificar el color café oscuro de la testa y el arilo rojo. En cada población se hicieron recorridos de campo para seleccionar los árboles con producción de fruta y colectarlos de forma aleatoria. Los frutos cosechados se depositaron en bolsas de papel craft para evitar su calentamiento y descomposición durante el traslado al laboratorio. Durante esta actividad en campo se definieron los indicadores de cosecha de fruto. En laboratorio se tomaron muestras aleatorias con cuatro repeticiones de 50 frutos por árbol, los cuales se partieron con un bisturí para determinar los frutos con semilla viable. Para

El linaloe produce frutos partenocárpico, es decir el desarrollo de frutos sin polinización y por lo tanto la inexistencia de semilla viable (Gómez-Cárdenas *et al.*, 2009). En los muestreos de campo realizados se observó un alto porcentaje de frutos sin formación de semilla (Figura 1). Estudios realizados en *Bursera morelensis* demostraron la producción de frutos partenocárpico como una estrategia de la planta para protegerse de los predadores debido a que estos frutos no están protegidos mecánica y químicamente por la ausencia de cristales de oxalato de calcio (Ramos-Ordóñez *et al.*, 2008).

La Figura 1 muestra que solo el 41% de los frutos forman semilla viable y la diferencia, por alguna razón, no desarrolla el embrión. Estos bajos porcentajes de viabilidad se han registrado también en otras especies de *Bursera* (Bonfil-Sanders, 2008). La viabilidad varía entre árboles; de esta forma, la población con los valores más bajos fue la de San Juan de los Cués, Oaxaca y los valores más altos de Xalitla, Gro. Estos resultados dependen de múltiples factores, tales como: el tamaño de la población (Dunphy y Hamrick, 2007), la humedad disponible durante la formación y desarrollo del fruto, la polinización adecuada de los óvulos, la formación de frutos partenocárpico, la presencia de polinizadores, entre otros. Por ello, es importante considerar, en la planeación de la cosecha, que un alto porcentaje de los frutos tendrán semillas vanas. Por otro lado, la producción es variable entre años (años semilleros) tanto en cantidad como en su porcentaje de viabilidad, ya que el ambiente es determinante en la producción, formación, y en las características físicas y fisiológicas de la semilla.

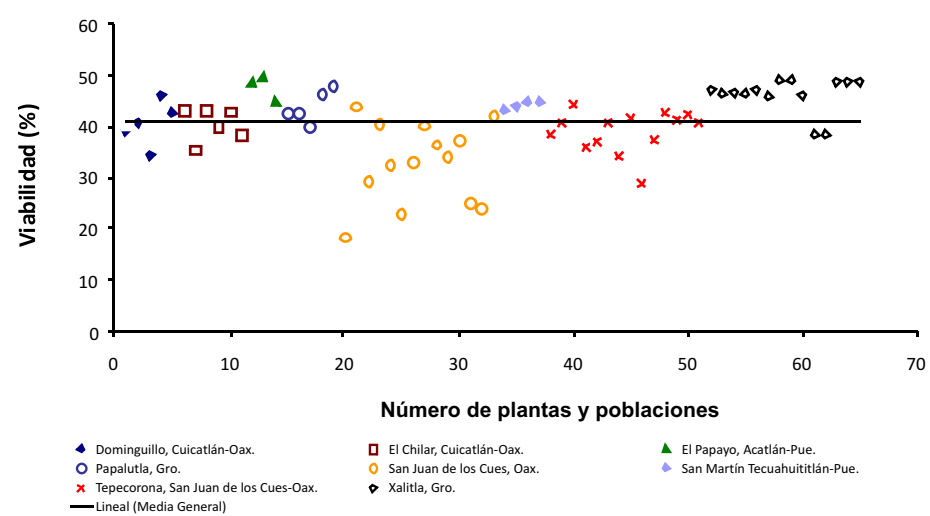


Figura 1. Semilla viable de frutos muestreados aleatoriamente (n=13000) de 65 árboles de linaloe localizados en distintos ambientes.

Cosecha de semilla de calidad

Selección de árboles

Con la finalidad de asegurar una buena calidad de semilla es recomendable seleccionar árboles bajo los siguientes criterios: buen vigor (bien conformados, los más altos y robustos, si es posible de un solo fuste o tronco), sanos (sin daños causados por plagas, enfermedades o presencia de ramas gruesas secas) y abundante fruto (Figura 2).

Para obtener semilla de buena calidad con fines de multiplicación de planta y mantener la mayor variabilidad genética posible, es importante que entre árboles seleccionados se mantenga una distancia de 50 a 100 m.

Indicadores de cosecha del fruto

La floración ocurre entre los meses de mayo a junio. Las flores masculinas y femeninas son de cuatro pétalos y se presentan en

Los frutos que no alcanzaron la madurez fisiológica o de cosecha no abren las valvas y se deben remover. Las valvas se separan con ventilador y se mantiene nuevamente la semilla bajo sombra cuando menos una semana más hasta que alcance un porcentaje de humedad <10%.

Selección de semilla

Para la separación de la semilla buena de la vana se utiliza una bandeja con agua donde se vierte la semilla y toda aquella que flota es vana. La semilla del fondo de la bandeja se saca y se seca sobre periódicos. Si aún se encuentran semillas vanas se eliminan manualmente.



Figura 5. Cosecha de fruto y semilla en recipientes de palma.



Figura 2. Árboles de linaloe de buen vigor, sanos y ramas con fruto.

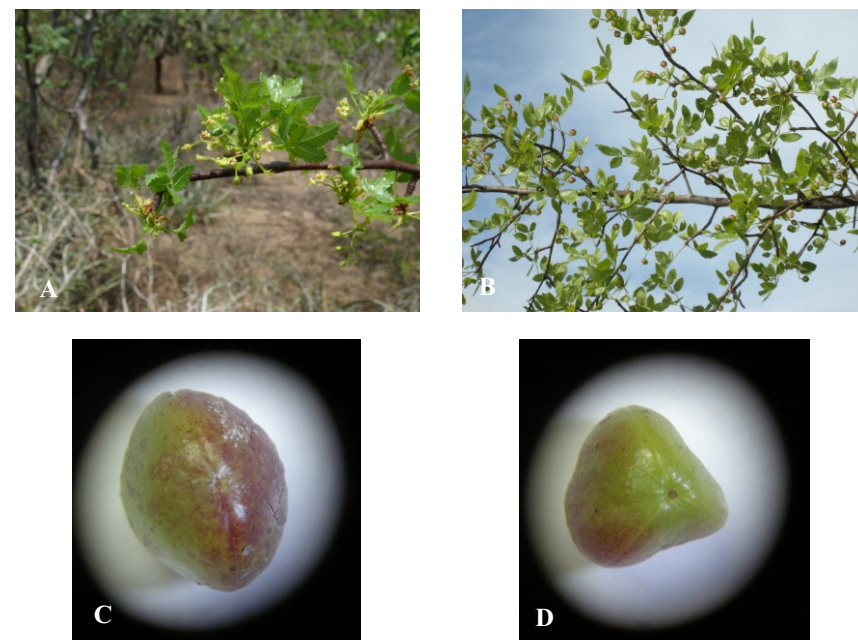


Figura 3. Flores y frutos de linaloe. (A) Inflorescencia femenina, (B) Infrutescencia con uno y >5 frutos, (C) Fruto bivalvado y (D) Fruto trivalvado.

realizados en otras *Burseras* han determinado bajos porcentajes de germinación (<50%) (Andrés y Espinoza, 2002). Los otros puntos que se muestran en la gráfica (Figura 8) donde se aplicó ácido giberélico, la semilla se sumergió por 24 hr. La respuesta en la germinación se le puede atribuir a varios factores, tales como: la testa de la semilla se reblandece y se facilita la absorción de agua, la proporción de los promotores de la germinación se incrementan o posiblemente el embrión termina su maduración. Es importante considerar la evaluación de la semilla almacenada a temperatura ambiente para cuantificar como ocurre el cambio en la germinación de la semilla a través del tiempo.

La respuesta a los tratamientos varía entre procedencias y el tiempo de evaluación de la germinación después de la cosecha. Los resultados obtenidos con la cosecha de 2009 en Chimalacatlán, Mor. y El chilar, Cuicatlán, Oax. tuvieron respuestas distintas (Figura 9 y 10).

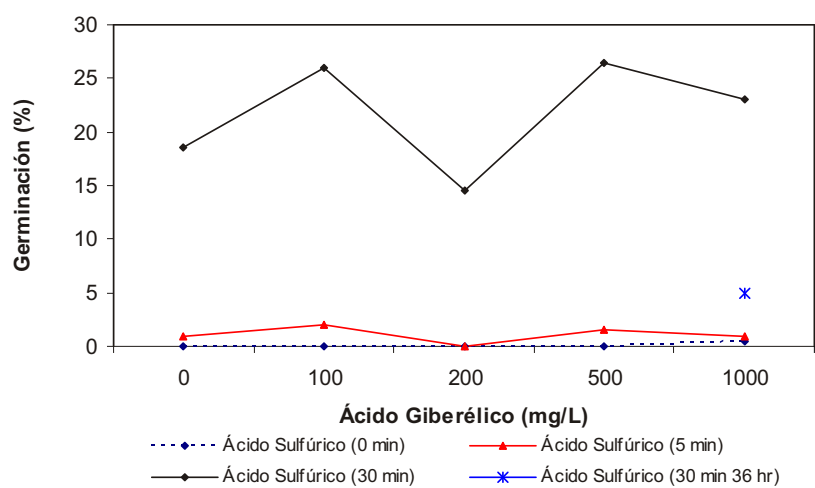


Figura 9. Germinación de semilla de linaloe colectada en poblaciones naturales en Chimalacatlán, Mor. después de la cosecha en 2009.



Figura 6. Manejo de fruto y selección de semilla: (A) separación de fruto pequeño, (B) apertura de valvas y (C) separación de valvas de las semillas con ventilador.

El linaloe produce semilla ortodoxa, por ello, el porcentaje de humedad puede bajar hasta el 5% sin riesgo de que el embrión muera (Copeland and McDonald, 2001). Si la semilla viable se destina para almacenamiento se debe colocar en recipientes herméticamente cerrados y a una temperatura de 4°C. En estas condiciones puede conservarse la viabilidad por varios años. No se recomienda guardar la semilla a temperatura ambiente, en bolsas de papel o recipientes donde el intercambio de gases ocurre con facilidad. En estas condiciones la semilla continúa sus procesos metabólicos y la viabilidad se pierde rápidamente.

La relación entre las aves y la planta juega un papel importante en la dispersión y conservación de la especie. Las semillas, al pasar por el tracto digestivo del animal, se escarifican y con el daño físico causado a la testa se facilita la absorción de agua y de esta forma se acondiciona la semilla para su germinación.

Indicadores de cosecha de semilla

La semilla lista para cosechar, con la garantía de tener formado el embrión, se presenta cuando el arilo adquiere una coloración rojiza y la testa un color café oscuro o negro. Una semilla con testa blanquecina es vana o infértil (Figura 4). Con la finalidad de obtener la semilla de mejor calidad durante la cosecha, es necesario tomar muestras aleatorias de frutos que han alcanzado su máximo crecimiento en el árbol para observar los colores mencionados.

Otra forma de determinar el momento de cosecha se observa cuando algunos frutos tiran las valvas y exponen la semilla (Figura 2).

La maduración de la semilla es asincrónica, por lo tanto se dificulta cortar solo frutos con semilla madura al mismo tiempo. Debido a esta característica se recomienda cortar el 70% máximo de fruto disponible en el árbol, independientemente que algunos de ellos aún no han alcanzado su madurez. En el laboratorio o en el lugar de acondicionamiento se seleccionan los frutos más grandes y se descartan los más pequeños para obtener la semilla de mejor calidad posible.

152

Resultados de laboratorio

Características Físicas de la semilla

El peso seco de 100 semillas de linaloe varió entre 3.8 y 6.7 gr (Figura 7).

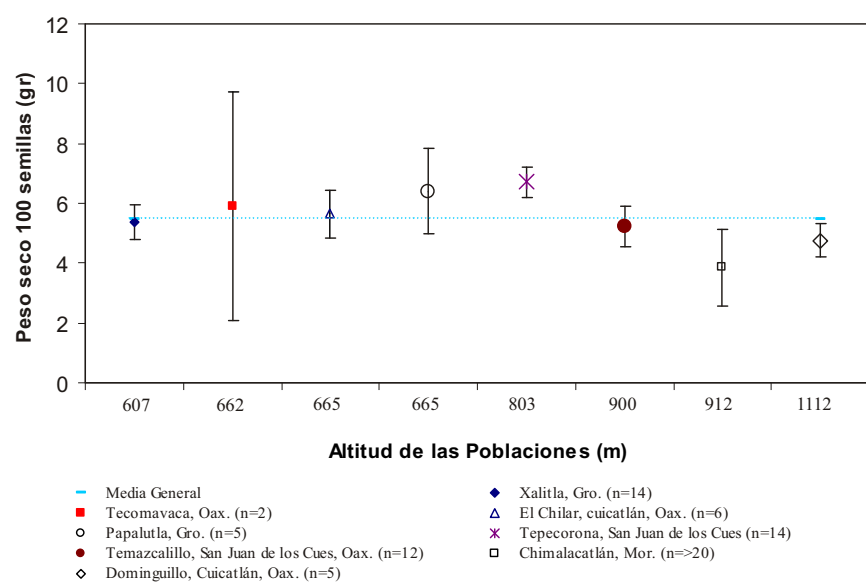


Figura 7. Peso seco promedio de 100 semillas de 8 poblaciones de linaloe. (Peso promedio general=5.48 gr, n=78 árboles y 1560 semillas)

En las pruebas de imbibición, las semillas incrementaron su peso en promedio 42% después de 72 hr. Este resultado mostró que la testa presenta cierto grado de dureza y la cantidad de agua que absorbe la semilla posiblemente es insuficiente para su germinación (Mayer and Poljakoff-Mayber, 1982). Por ello, fue necesaria la aplicación de tratamientos de escarificación para comprobar la presencia de latencia física de la semilla.

156

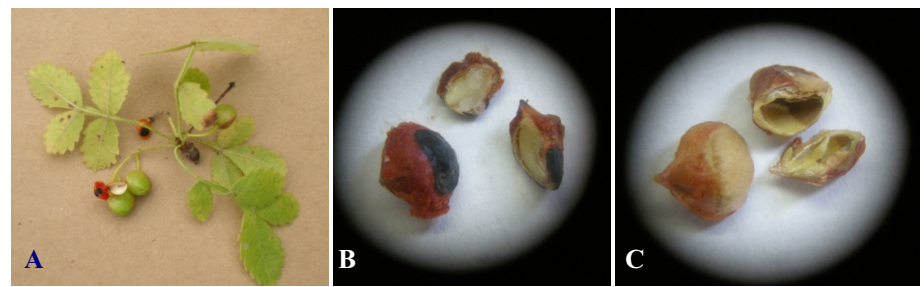


Figura 4. Fruto y semilla listo para cosecha (A), semilla viable de testa negra y arilo rojo (B) y semilla vana de testa blanquecina y arilo de un rojo claro e irregular (C).

Colecta de fruto y semilla

La colecta de fruto y semilla debe hacerse directamente del árbol y no del suelo para evitar contaminación de los individuos vecinos. Para facilitar la cosecha se puede auxiliar con escaleras o tijeras podadoras. En árboles muy altos la persona puede subirse con cuidado para no desgajar las ramas. Los frutos y semillas se depositan en recipientes de palma (tenates) o en bolsas de papel. Donde es posible se coloca un plástico bajo el árbol, preferentemente de color blanco, de un tamaño suficiente (10m²) y cuya forma permita captar los frutos, cuando el árbol se sacuda o se corte las ramas con gancho de podar (Figura 5).

Manejo del fruto

El fruto cosechado se deposita en bolsas de papel o costales de ixtle para evitar el calentamiento y descomposición. Este riesgo se presenta por el alto contenido de humedad, las altas temperaturas en las áreas de recolecta y el tiempo de traslado al lugar de acondicionamiento. Al arribar a éste lugar, el fruto se extiende sobre periódicos en el piso firme de inmediato, en una capa no mayor de 5 cm bajo sombra y se remueve cuando menos dos veces al día para que seque de manera uniforme. Para reducir los porcentajes de fruto con semilla vana o inmaduras se seleccionan y eliminan todos los pequeños. El fruto maduro inicia a abrir las valvas después del segundo o tercer día de cosecha y se mantiene en estas condiciones por una semana hasta que la mayor parte de los frutos abran las valvas (Figura 6).

153

Tratamiento pregerminativos

La semilla de linaloe presenta latencia física (características de la testa) y fisiológica (concentración de promotores e inhibidores) debido a su respuesta a la escarificación física y a la aplicación de AG3. Estas respuestas se han encontrado en otras especies de *Bursera* con la aplicación de benzyladenina (150 ppm) (Nargaraja y Farooqi, 1989; Bonfil-Sanders *et al.*, 2008).

Aún no se ha determinado si también existe inmadurez en el embrión al momento de cosecha. Los resultados de los experimentos mostraron los más altos porcentajes de germinación con semilla almacenada después de un año (Figura 8).

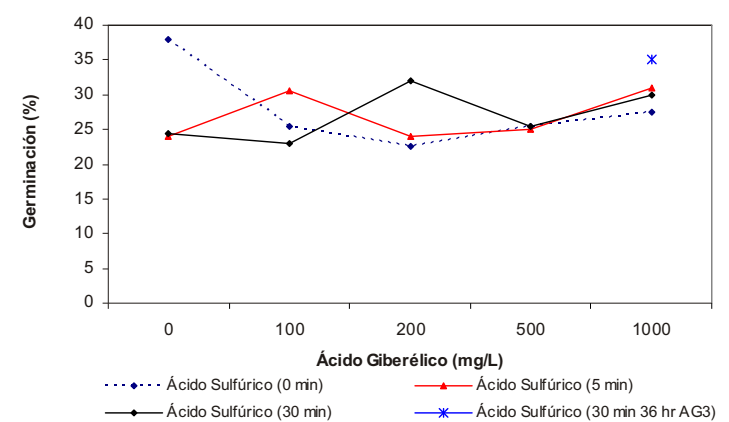


Figura 8. Germinación de semilla de linaloe colectada en el paraje Puesta de los Borregos, San Juan de los Cués, Oax., después de un año de almacenada a 4°C por un año.

De acuerdo con la Figura 8, la semilla de linaloe almacenada a 4°C después de un año no presenta respuesta a la aplicación de ácido sulfúrico y a la de ácido giberélico. El valor de germinación registrado en el testigo (38%) fue ligeramente mayor al tratamiento con las más altas aplicaciones de ácido sulfúrico y giberélico sumergido por 36 hr (35%); estas diferencias no fueron significativas ($P>0.05$). Estudios

157

Lauderdale, Fl. Ogden, UT, USA. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. RMRS-P-8. pp. 28-29.

Dunphy, B.K. and J.L. Hamrick. 2007. Estimation of gene flow into fragmented populations of *Bursera simaruba* (Burseraceae) in the dry-forest life zone of Puerto Rico. *American Journal of Botany*, 94(11): 1786-1749.

Gómez-Cárdenas, M., E. Cruz-Cruz, J.F. Castellanos-Bolaños, B.N. Gutiérrez-Vázquez, D. Ayerde-Lozada, F.Solares-Arenas y R. Ariza-Flores. 2009. Implicaciones de los frutos y semillas vacías ante el cambio climático desfavorable en *Bursera linanoe* y *Juniperus flaccida*. Primer Simposium Internacional de Agricultura Ecológica. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora, Mex. 400-405.

Greenberg, R., M.S. Foster and L. Marquez V. 1995. The role of the white-eyed vireo in the dispersal of *Bursera* fruit on the Yucatán Peninsula. *Journal of tropical ecology*, 11: 619-639.

Gutterman, Y. 1992. Maternal effects on seeds during development. In: M. Fenner. (Ed.). *Seeds: the ecology of generation in plant communities*. Willingford, UK. C.A.B. International. Redwood Press Ltd. pp. 27-59.

Gutterman, Y. 1992. Maternal effects on seeds during development. In: M. Fenner. (ED.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Willingford, UK. C A B International. Redwood Press Ltd. pp. 27-59.

Judd, W.S., C.S. Campdell, E.A. Kellogg, P.F. Steven s and M.J. Donoghue. 2002. *Plant systematics: A phylogenetic approach*. 2nd Ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, USA. 576 p.

Khurana, E. and J.S. Singh. 2001a. Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. *Environmental Conservation*, 28 (1): 39-52.

162

INTRODUCCIÓN

Toda operación, empresa u organización que maneje algún recurso natural en México, debe observar la normatividad gubernamental, la cual entre otros aspectos obliga al aprovechamiento sustentable de los recursos utilizados (Diario Oficial de la Federación, 1988; Schmitd, 2003). El término sustentable implica un uso ecológicamente sano, económicamente viable y socialmente aceptable, con permanencia transgeneracional (Jardel, 1989, Secretaría de Desarrollo Social, 1994). La sustentabilidad debe ser verificable por los servidores públicos encargados (SEMARNAT, 1998).

Las poblaciones naturales de linaloe han coexistido por miles de años en ambientes desfavorables y en asociaciones de especies similares a las actuales (Gómez-Pompa, 1985). En esa coexistencia han desarrollado estrategias de uso óptimo de los recursos disponibles (agua, temperatura, viento, polinizadores, dispersores), de tolerancia y resistencia a factores limitantes (sequías prolongadas, períodos extensos de temperaturas diurnas altas, niveles mínimos de nutrimentos en la rizósfera, vientos con velocidades extremas, etc.) y de defensa contra agentes fitopatógenos (insectos, hongos y otras enfermedades) (Castellanos *et al.*, 2009; Colinvaux, 1980).

La ocurrencia de condiciones no limitantes es rara en prácticamente cualquier sitio, época del año y del ciclo de vida de la especie. El factor limitante más fuerte es la carencia de agua por más de siete meses, aunado a que en la temporada de lluvias la frecuencia es irregular (Cruz-Cruz y Solares-Arenas, 2009). Para detener el consumo de agua los árboles de linaloe se deshacen de sus hojas en cuanto las lluvias terminan. Al perder las hojas, todo proceso anabólico se detiene y los recursos remanentes se destinan a garantizar la sobrevivencia de la especie hasta el momento oportuno en que las condiciones favorables (humedad del suelo principalmente) regresen. La estrategia incluye la formación de yemas vegetativas y florales, producción de reservas en abundancia, engrosamiento de los tallos de

166

En la Figura 9 se observa una respuesta significativa ($P=0.05$) a la aplicación de ácido sulfúrico por 30 min; con ello se comprueba la presencia de latencia física de la semilla de linaloe en el momento de cosecha. La respuesta a la aplicación de AG_3 mejoró la germinación (Figura 10). Este mismo experimento se realizó con la colecta del Chilar, Cuicatlán y el máximo valor alcanzado en la germinación fue de 10% con el tratamiento de ácido sulfúrico por 30 min, 1000 mg/L de AG_3 y sumergida por 36 hr. Las diferencias en las respuestas de la semilla a los tratamientos están influenciadas por las condiciones ambientales prevalecientes durante el desarrollo y maduración de la semilla y posiblemente a las diferencias genéticas entre procedencias.

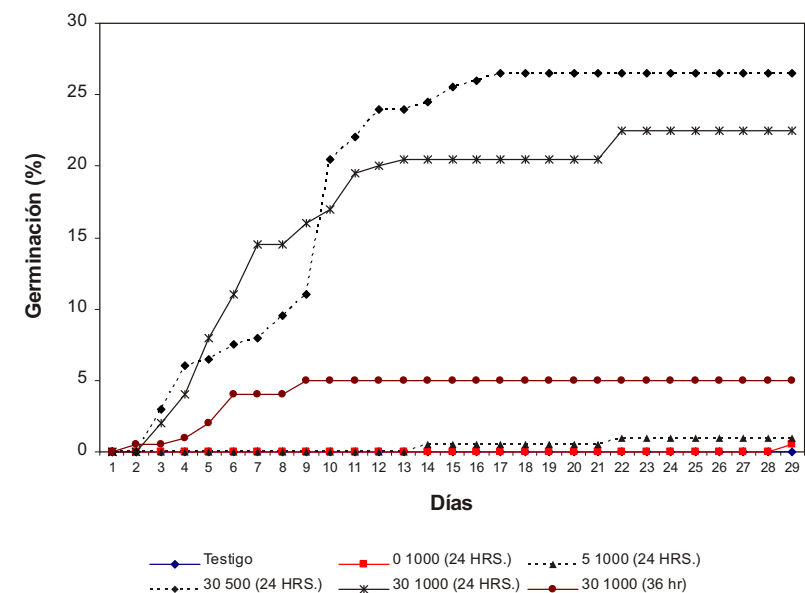


Figura 10. Germinación acumulada de semilla de linaloe colectada en poblaciones naturales en Chimalacatlán, Mor. después de la cosecha en 2009.

159

Khurana, E. and J.S. Singh. 2001b. Ecology of tree seed and seedlings: Implications for tropical forest conservation and restoration. *Current Science*, 80(6): 748-757.

Meyer, A.M. and A. Poljakoff-Mayber. 1982. *The germination of seeds*. 3rd. Ed. Oxford, Great Britain. Pergamon Press. 211 p.

Meyer, S.E. and S.B. Monsen. 1991. Habitat-correlated variation in mountain big sagebrush (*Artemisia tridentate* ssp. *Vaseyana*) seed germination patterns. *Ecology* 72: 739-742.

Nargaraja, C. y A.A. Farooqi. 1989. Studies on the seed germination as influenced by various pre-treatments in *Bursera*. *Indian Perfumer* 33(1): 48-53.

Ramos-Ordóñez, M.F., J. Marquez-Guzman, M. del C. Arizmendi. 2008. Parthenocarpy and seed predation by insects in *Bursera morelensis*. *Annals of Botany* 102 (5):713-722 2008

Rzedowski, J., R. Medina L. y G. Calderón de R. 2004. Las especies de *Bursera* (Burserácea) en la cuenca superior del río Papaloapan (México). *Acta Botánica Mexicana* 66: 23-151.

Scott, P.E. and R.F. Martin. 1984. Avian consumers of *Bursera*, *Ficus*, and *Ehretia* fruit in Yucatán. *Biotropica*, 16(4): 319-323.

Stevenson, P.R., A. Link and B. Ramírez. 2004. Frugivory and seed fate in *Bursera inverse* (Burseraceae) at Tinigua Park, Colombia: Implications for Primate Conservation. *Biotropica*, 37(3): 431-438.

VonAbrams, G.J. and M.E. Hand. 1956. Seed dormancy in *Rosa* as a function of climate. *American Journal of Botany*, 43: 7-12.

Wiesner, L.E. 1999. Important biological factors for utilizing native plant species. In: L.K. Holzworth and R.W. Brown (COMPS.). *Proc. Revegetation with native species*. Society for Ecological Restoration, annual meeting 12-15 November 1997. Ft. Lauderdale, Fl. Ogden, UT, USA. U.S. Department

163

CONCLUSIONES

Se encontró que solo el 40% de los frutos de linaloe produce semilla viable.

De acuerdo con los trabajos de campo se generaron recomendaciones en la colecta, manejo de fruto y semilla, indicadores de cosecha de fruto y semilla y selección de semilla viable.

Los tratamientos pregerminativos indicaron un incremento significativo de la germinación después de un año de almacenada la semilla. No se encontró respuesta significativa en la aplicación de ácido giberélico.

La aplicación de ácido sulfúrico por 30 minutos mejora la germinación de la semilla, sin embargo, esta respuesta es variable entre procedencias.

160

of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. RMRS-P-8. pp. 39-43.

Young, J.A., J.D. Budy and R.A. Evans. 1983. Germination of seeds of wildland plants. The challenge of producing native plants for the intermountain area. Proceedings: Intermountain nurseryman's association 1983 Conference August 8-11. Las Vegas, Nevada. USA. pp. 1-5

164

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Andrés, H.A.R y Espinoza. O.D. 2002. Morfología de las plantulas de *Bursera* Jacq. Exl. (Burseraceae) y sus implicaciones filogenéticas. Boletín de la Sociedad Botánica de México, Junio No. 070. Sociedad Botánica de México, A.C. Distrito, Federal, Mexico. pp. 5-12.
- Angevine, M. W. y B. F. Chanut. 1979. Seed germination syndromes in higher plants. In: O.T. Solbrig, S. Jain, G.B. Johnson and P.H. Raven. Topics in plant population biology. New York, USA Columbia University Press. pp. 189-206.
- Baskin, C.C. and J.M. Baskin. 2001. Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press. San Diego California, USA. 666 p.
- Baskin, J.M. and C.C. Baskin. 1973. Plant population differences in dormancy and germination characteristics of seeds: heredity or environment? American Midland Naturalist, 90: 493-498.
- Baskin, J.M. and C.C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14: 1-16.
- Bonfil-Sanders, C. I. Cajero-Lázaro y R. Y. Evans. 2008. Germinación de semillas de seis especies de *Bursera* del centro de México. Agrociencia, 42: 827-834.
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 2001. Principles of seed science and technology. 4th Ed. Kluwer Academic Publishers. Norwell, Massachusetts, USA. 467 p.
- Cruz-Cruz, E. 2005. Morphological variability and seed dormancy of *Amelanchier* (Rosaceae) grown in Oaxaca, México. PhD. Dissertation. Oregon State University. USA. 200 p.
- Dunne, R. 1999. Common difficulties encountered in collecting native seed. In: L.K. Holzworth and R.W. Brown (COMPS.). Proc. Revegetation with native species. Society for Ecological Restoration, annual meeting 12-15 November 1997. Ft.

161

RECOMENDACIONES Y FUNDAMENTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE POBLACIONES NATURALES DE LINALOE

Gómez-Cárdenas, M. ¹, E. Cruz-Cruz¹, V. Mariles-Flores¹, F. Solares-Arenas², V. Serrano-Altamirano¹, D. Ayerde-Lozada³, M. E. Fuentes-López⁴, J. F. Castellanos-Bolaños¹, S. Orozco-Cirilo¹, D. Vargas-Álvarez⁵, A. Borja de la Rosa⁶.

RESUMEN

La intensidad en el uso del linaloe ha cambiado a través de los siglos. En el siglo pasado sufrió la mayor presión hacia sus poblaciones para la producción de aceite y artesanías y se redujo su abundancia en forma notable. Actualmente sus poblaciones están fragmentadas y dispersas, sometidas al pastoreo, la extracción y el cambio de uso del suelo. Muy pocas poblaciones alejadas de asentamientos humanos muestran niveles bajos de deterioro y regeneración suficiente. Con la finalidad de contribuir a detener este aprovechamiento desordenado, sin plan de manejo, se ha elaborado el presente documento, el cual es el resultado de estudios realizados en campo, observaciones directas y revisiones de la normatividad actual. Las estrategias y recomendaciones para el manejo de linaloe incluidas abordan la descripción general del recurso, infraestructura disponible, organización social y empresarial, especificaciones de los productos, sistema silvícola detallado, método de ordenación, plan de seguimiento de acciones y estrategias de mitigación. Se detalla la dependencia de aves, dispersores y polinizadores, déficit de agua, problemas de erosión, plantación asistida, plantaciones para uso intensivo, control de plagas, prácticas de cultivo y la importancia de las plantas nodriza.

¹Investigador Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca INIFAP

²Investigador Campo Experimental Zacatepec Morelos INIFAP

³Investigador Campo Experimental Guerrero INIFAP

⁴Investigador Campo Experimental San Martinito Puebla INIFAP

⁵Profesor investigador Universidad Autónoma de Guerrero,

⁶Profesor investigador Universidad Autónoma Chapingo

165

Caracterización detallada del recurso por aprovechar, incluido el ordenamiento territorial, la subdivisión o clasificación de zonas aprovechables y no aprovechables, así como zonas de reserva, protección y aquellas por someterse a prácticas especiales (rehabilitación ecológica, obras de protección al suelo, a la fauna, a la infraestructura caminera, etc.). Es conveniente el uso de cartografía, o por lo menos de croquis descriptivos en escalas razonables. En este apartado se deben describir a detalle los resultados del inventario del recurso y productos, la condición del producto aprovechable y de los individuos a ser cosechados, la proporción de sexos, edades y tamaños de los individuos que componen la población objetivo. Igualmente es muy conveniente la descripción de los requerimientos de nutrición, manejo silvícola, riesgos y cuidados preventivos contra incendios, plagas o enfermedades.

Sistema silvícola detallado con listado y descripción breve de prácticas de cultivo, preventivas, de extracción, de transporte, de rehabilitación o conservación a la población de linaloe y las otras especies asociadas. Estas prácticas deberán ser congruentes con las características típicas de la especie y las propias de la población local bajo manejo (Kiernan *et al.*, 1996).

Método de ordenación (Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 2 “El Largo-Madera”, 1988), que incluye la zonificación o subdivisión de áreas de cosecha (división dasocrática o delimitación de unidades mínimas de manejo), el turno de éstas, su asignación para cosecha a través del tiempo y el tipo de prácticas que le corresponde con la periodicidad adecuada dentro de todo el ciclo de cosecha. Debe incluirse también el volumen de cosecha correspondiente a cada unidad mínima de manejo en cada intervención, lo cual sustentará los trámites de documentación para las autorizaciones, regulación y seguimiento del aprovechamiento con periodicidad que se pre-establezca.

Plan de seguimiento de todas las acciones. Aquí debe desarrollarse en forma ordenada y detallada todas las acciones de evaluación periódica y medición continua del crecimiento y la reproducción de los individuos cosechables, de la continuidad o mejoramiento de la producción del producto de interés, de la rehabilitación de las poblaciones naturales asociadas (las otras especies de *Bursera*, *Ceiba aesculifolia*, *Amphipteridgium adstringens*, *Cyrtocarpa procera*, *Acacia* spp., *Ipomoea* sp., etc.) también se debe garantizar la vigilancia permanente del buen ejercicio de las prácticas designadas a los trabajadores participantes, particularmente de las acciones preventivas, de cultivo y rehabilitación.

Análisis ambiental de la propuesta de manejo. Consiste en un reconocimiento de todos los recursos y factores asociados a la población por aprovechar. De las especies asociadas se debe hacer un esfuerzo por conocer sus roles y requerimientos ecológicos, y las posibilidades de incorporarlas al manejo proyectado para el predio

170

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Castellanos Bolaños J. F., M. Gómez-Cárdenas, E. Cruz-Cruz, G. Bautista-Bautista y A. A. Sandoval-Hernández. 2009. Caracterización silvícola de poblaciones naturales de linaloe en Guerrero, Oaxaca y Puebla. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP. Documento Interno. 18 p.
- Cruz-Cruz, E. y F. Solares-Arenas. 2009. Ecología, manejo productivo y comercialización de linaloe (*Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón et Medina). INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Publicación Especial No. 5. 61 p.
- Colinvaux, P. 1980. Introducción a la Ecología. Editorial Limusa. México. 648 p.
- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (28 de enero de 1988). Editorial Porrúa. México.
- Gómez-Cárdenas, M. 2009. Recomendaciones y fundamentos técnicos a considerar para el manejo sustentable de poblaciones naturales de linaloe (*Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón et Medina). In Cruz-Cruz, E. y F. Solares-Arenas. 2009. Ecología, manejo productivo y comercialización de linaloe (*Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón et Medina). INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Publicación Especial No. 5. 61 p.
- Gómez-Pompa, A. 1985. Los Recursos Bióticos de México. Alhambra Mexicana S.A.
- Hernández-Vásquez, S. 1998 Informe técnico del proyecto monitoreo y uso de hábitat de aves neárticas y neotropicales asociadas a ambientes acuáticos litorales en el Municipio de Tomatlan, Jalisco. Universidad de Guadalajara.

174

soporte, formación de metabolitos secundarios para defensa, los preparativos para el letargo invernal y la reactivación metabólica en cuanto se presenten las lluvias. La especie evita la competencia intra-poblacional e intra-generacional mediante una dispersión efectiva de semillas asociada a aves frugívoras. Para complicar el contexto, la proporción de sexos debe ser suficiente para asegurar la regeneración (Gómez-Cárdenas, 2009).

No obstante que la mayoría de los factores, procesos y estrategias mencionados para el linaloe han sido poco estudiados y no demostrados o al menos medidos con la suficiencia razonable, todos ellos deben ser cuidadosamente atendidos en el plan de manejo de las poblaciones naturales (SEMARNAT, 1997; SEMARNAT, 1995), objetivo de nuestro quehacer. En esta sección se exponen los lineamientos básicos a considerar en un plan de manejo prototipo.

Registro histórico de manejo del linaloe.

A pesar que la resina del linaloe se utilizaba desde tiempos prehispánicos, se carece de documentos donde se describa su manejo. Las evidencias más antiguas indican que las poblaciones de linaloe recibían un manejo global a nivel de las comunidades naturales completas y no en forma separada. El aprovechamiento de la resina estaba destinado para uso religioso. La extracción de madera igualmente parece haber sido poco intensiva y destinada al uso doméstico y la elaboración de artesanías. El impacto era mínimo y no requería de acciones de mitigación (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1983). Cuando llegan los españoles, se diversifican e intensifican los usos del aceite o la resina y la madera de linaloe, pero aún éstos son de bajo impacto, quedando restringidos dentro de un esquema de recolección solamente (INEGI, 1991). No obstante, la integración de varias técnicas ancestrales locales y las introducidas a partir de la conquista, resultaron en la creación de las cajitas de Olinalá que pronto indujeron al corte excesivo de todo individuo de linaloe en numerosas poblaciones, primero de las cercanías a la población y luego por todo

167

sin dañarlas significativamente. Los factores de mayor importancia a considerar son los impactos que se pueden generar sobre la infiltración local o recarga de acuíferos, la hidrología superficial y subterránea, la disponibilidad de zonas de refugio y alimento de animales silvestres, la disminución de la diversidad biológica, etc. (Taylor *et al.*, 2002).

Acciones o estrategias de mitigación de impactos que se deriven del aprovechamiento. Con oportunidad en el plan se debe prever todo impacto potencial tanto a la población bajo manejo, como al hábitat o a las poblaciones asociadas.

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DERIVADAS DEL PROYECTO.

Entre otras consideraciones específicas, deben considerarse las siguientes.

Dependencia de aves para la dispersión. El linaloe alimenta más de cuatro especies de aves en cada región. Las más conocidas son el carpintero gris (*Melanerpes hypopolius*), la paloma o güilota (*Zenaida* spp.), la calandria (*Calandria* sp.) y otras especies de distribución más local.

Dependencia de otras especies alimentadoras de los dispersores. Las aves mencionadas, especialmente el carpintero gris, complementan su alimentación durante la temporada de secas con frutos de las especies de diversos géneros de Cactáceas (*Stenocereus stellatus* (Pfeiffer, Riccobono), *Stenocereus* sp., *Escontria chiotilla* (Weber) Rose, *Pachycereus*, *Hylocereus* sp. etc.). Se sugiere mantener una composición de especies productoras de frutos similares que distribuyan su producción en todo el año. Las especies cactiformes mencionadas cumplen con esta sugerencia en su totalidad.

Dependencia de polinizadores. Durante la floración, la cual es rápida, impredecible hasta el momento y sincronizada, la presencia o ausencia de abejas y otros Hymenopteros, son determinantes de la cantidad de flores femeninas que serán polinizadas y por lo tanto de las semillas con posibilidad de crear un nuevo individuo. Numerosos frutos son vacíos comúnmente, lo cual es modificado por la visita de un número mayor o menor de polinizadores y resulta en mayores demandas de semilla para asegurar la repoblación asistida o para la producción de planta con fines de reforestación, sin perder la variabilidad genética.

Déficits de agua permanentes. Todas las prácticas silvícolas, de conservación, preventivas, etc. deberán promover la conservación de la humedad disponible en el

171

el resto de la Cuenca del Balsas hasta los estados de Morelos y Puebla, alcanzando incluso la población que se extiende a lo largo de la región de La Cañada en el estado de Oaxaca (OMT, 2001). El manejo entonces además de inexistente formalmente, se ha caracterizado por ser desordenado, excesivo, sin objetivo alguno e ilegal y basado exclusivamente en el corte a escondidas de los árboles más corpulentos.

Situación de las poblaciones naturales actuales

Con excepción de la población extendida en la región de La Cañada en Oaxaca y de algunos rodales relictos de los estados de Puebla y Morelos, el resto de las comunidades naturales con linaloe se encuentran fragmentadas y los individuos remanentes de linaloe se encuentran dispersos y presentan una proporción de edades y sexos desconocida. Los mejores manchones se localizan en sitios de difícil acceso, lejos de caminos y asentamientos humanos. Muchos rodales se encuentran bajo uso ganadero extensivo y la regeneración es deficiente o, nula. La presencia de individuos jóvenes es rara y es común observar que los adultos existentes son de estatura corta, ramificados desde la base y están sometidos al disturbio constante, al ramoneo y al descuido humano. Por el contrario, algunos predios donde la ganadería se ha eliminado o reducido significativamente, la pérdida de ramas es menor o ausente, las copas son más altas y densas y la longitud del fuste tiende a ser notablemente larga (Castellanos *et al.*, 2009).

Aspectos mínimos a incluir en el plan de manejo

El Programa de Manejo Forestal es el documento técnico de planeación y seguimiento que describe, de acuerdo con la ley, las acciones y procedimientos de cultivo, protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos forestales, en este caso, las poblaciones de linaloe presentes, con la finalidad de lograr un manejo sustentable de dichos recursos (Ortega-Ojeda, 2001). El plan debe incluir una sección sintética descriptiva en general, que

suelo, la minimización del consumo de ésta, y su cosecha o almacenamiento en casos posibles. Como ejemplo puede considerarse la reducción de especies de crecimiento alto, las cuales comúnmente presentan una transpiración elevada. También puede promoverse la producción de especies silvestres fijadoras de nitrógeno y de cobertera que serían cortadas y abandonadas en el sitio una vez terminado el periodo de lluvias. Esto aportaría mayor humedad del suelo y por más tiempo, materia orgánica, cubierta vegetal y nitrógeno.

Piso forestal susceptible a la erosión eólica e hídrica. Se debe favorecer las prácticas que incrementen la producción de cobertura perenne, de raíces duraderas, residuos vegetales de distintos tamaños y materia orgánica *in situ*. La construcción de numerosas presas filtrantes con materiales vegetales muertos y tallos de copales y otras especies con reproducción vegetativa constituye una alternativa excelente para disminuir la fuerza erosiva del agua y para promover su infiltración en el sitio.

Repoblación asistida con plántula proveniente de semilla o estacas de fuentes locales. Esto es muy importante en la mayoría de las poblaciones naturales de Guerrero y en muchas de Morelos y Puebla. Para fines de rehabilitación de las poblaciones naturales es recomendable usar plántula de semilla, lo cual garantizará la continuidad o incremento de la variación genética de individuos de linaloe. La planta de estaca debe usarse lo menos posible y en su caso tomar el menor número de estacas de cada individuo.

Establecimiento de plantaciones para uso intensivo. Esta estrategia permite disminuir significativamente la presión ejercida sobre las poblaciones naturales. El uso de planta de estacas para este caso es muy recomendable, y dependiendo del objetivo de la plantación se deberá escoger el sexo de las plantas aportadoras del germoplasma, así por ejemplo, para la producción de aceite a partir del fruto se deben usar estacas de hembras y evitar las estacas de machos. Cuando el interés es hacia la producción de madera deberá usarse estacas de machos preferentemente, dado que éstos invierten más en la formación de tallos que las hembras, quienes destinan buena parte de su producción fotosintética en la formación de frutos.

Control oportuno del barrenador de ramas. Este tipo de daño es muy común en sitios perturbados por el ganado y las actividades humanas, donde además las condiciones ambientales son más desfavorables (por ejemplo Xalitla, Gro. y La Cañada en Oaxaca). Para ello se debe programar la inspección periódica y la remoción de ramas afectadas.

comprenda lo siguiente (Servicios Técnicos forestales “Regocijo”, 1993; Hernández Vásquez, 1998; Starker, 1977).

Justificación e importancia del Plan para los usuarios

Objetivos generales y específicos

Información general del predio consistente en el estatus legal del predio, su ubicación, límites, subdivisiones y tipo de tenencia, caracterización física (fisiográfica, edáfica, climática), biológica (comunidades naturales, elementos del paisaje y espacios con valor ecológico/biológico, especies en estatus, superficies urbanas, agrícolas o con otros usos intensivos, áreas potenciales para actividades complementarias o excluyentes del plan de manejo) y socioeconómica (usufructuarios del recurso, beneficiarios directos e indirectos, aspectos culturales asociados al terreno o recurso por aprovechar, presencia de etnias, vestigios y espacios culturales afectables).

Descripción general del recurso a considerar dentro del plan, incluyendo existencias y posibilidad de cosecha anual.

Infraestructura disponible y faltante para ejecutar el plan de manejo, la cual incluirá las facilidades existentes para el acceso, el cultivo, la extracción, el transporte, la transformación y la comercialización del recurso en aprovechamiento, sea éste el fruto, el aceite, la madera o la resina.

Organización social o empresarial para la ejecución y administración de las acciones del plan. Claramente se deben indicar los responsables de cada actividad y las estrategias, normas y reglamentos a seguir para garantizar el funcionamiento integral, armonizado y optimizador de la operación o empresa.

Especificaciones de los productos a obtener y los procesos desde la extracción hasta la comercialización, de tal manera que se garantice la optimización de recursos materiales, financieros y humanos y se asegure la sustentabilidad en todo momento.

Mercado objetivo, estrategias de mercadeo y distribución.

Propuesta de búsqueda de incremento del valor agregado, la diversificación y el mejoramiento del mercadeo.

Además de la sección sintética el plan debe anexar o incorporar en forma directa lo siguiente (Trujillo, 1998; 2000a, 2001b).



Figura 1. Remoción de ramas muertas afectadas por barrenador.

Promoción de plantas nodrizas a la regeneración. Las altas temperaturas producen temperaturas superiores de 40 grados Celsius en el piso forestal desnudo, expuesto a los rayos del sol y queman la base del tallo de las plántulas provocando su muerte. Por ello, es importante promover especies nodriza que favorezcan el establecimiento y desarrollo de linaloe.

Prácticas de cultivo. La aplicación artificial de nutrimentos, de agua, sombra a plántulas, podas de formación, etc. son al parecer imprácticas sin embargo, no debe descartarse la posibilidad de su uso, especialmente en plantaciones establecidas en lugares de humedad relativamente mayor que en los sitios promedio de distribución de la especie y con déficits menores de nutrimentos (ejemplo; poblaciones del sur de Chiautla, Pue.). Los aclareos de especies competidoras puede generar resultados similares a estas prácticas pero deberá cuidarse de no remover especies de interés para los dispersores, las nodrizas de plántulas de linaloe, ni aquellas que cumplan otras funciones importantes en el hábitat (Herrera, 1988).

Favorecer la repoblación natural. Es necesario el control del pastoreo de ganado doméstico para favorecer la repoblación natural y evitar la deformación de las plantas y el retraso del crecimiento por el pisoteo de los animales y el ramoneo.

Investigación y seguimiento de las poblaciones en aprovechamiento. El establecimiento de parcelas o sitios permanentes de muestreo, experimentación y observación son altamente recomendables y se justifican por la carencia de información puntual del crecimiento, desarrollo y requerimientos ecológicos y fisiológicos de la especie. La experimentación de prácticas silvícolas en particular, generará información para el mejor manejo de la especie. El seguimiento a través de la observación permanente de algunos individuos permitirá conocer o desarrollar prácticas que aceleren el crecimiento o aseguren la producción de semilla viable y de buena calidad. Para lograr el cometido de este tipo de actividades se recomienda formar alianzas con instituciones académicas con incidencia local.

INTRODUCCIÓN

El aceite esencial es una mezcla de componentes volátiles, producto del metabolismo secundario de las plantas (Yañez *et al.*, 2000). Se forman en las partes verdes del vegetal y al crecer la planta son transportadas a otros tejidos, en concreto a los brotes en flor (López *et al.*, 2005). Es uno de los ingredientes básicos en la industria de los perfumes, alimenticia y farmacéutica. Los aceites esenciales de plantas aromáticas como el linaloe presentan bioactividades diversas entre las cuales se encuentran las propiedades antibacterianas y antioxidantes, motivo por el cual se siguen empleando en la industria farmacéutica y cosmética (Blanco *et al.*, 2007). La extracción de aceite de linaloe, representó la oportunidad de obtener un beneficio económico para varias comunidades de los estados de Morelos, Guerrero, Puebla y Oaxaca (Hersch, 2005; Monry-Ortiz y Monroy, 2006). La distribución, presencia y densidad de esta especie forestal de selva baja caducifolia en estas entidades federativas ha permitido su aprovechamiento. En el periodo de los cuarenta, cincuenta y sesenta del siglo veinte, el auge de este producto aromático tuvo lugar principalmente para su exportación a otros países entre ellos, Estados Unidos y Alemania. El aprovechamiento realizado en ese entonces, fue solamente con el objetivo de obtener un producto, sin atender el impacto que esta actividad tendría sobre la permanencia de este recurso. El usar la madera como materia prima para la extracción del aceite, provocaba la disminución paulatina de sus poblaciones naturales (Purata, 2008). Hasta que su presencia y densidad fue tan escasa que finalmente detuvo el proceso por falta de materia prima en los años setenta. Representantes de la empresa extranjera, concientes de que esto sucedería, con actitud preventiva realizaron plantaciones en la India, con material llevado desde México por los ingleses a principios del siglo veinte, abasteciendo de esta forma los requerimientos de esa parte del mundo (Purata, 2004; Hersch, 2004). Actualmente la madera de esta especie, ya no es utilizada para la extracción de aceite, en parte por restricciones aplicadas en la normatividad oficial, pero también por las densidades tan bajas que

178

Extracción de aceite a partir de la madera.

En la comunidad de Huaxtla, Municipio de Tlaquiltenango, Mor., fue una de las comunidades que realizaron esta actividad, donde al igual que en las demás localidades, aun tienen parte del equipo que utilizaron para su extracción. Esta iniciaba con el calado de árboles.

Calado de árboles.

Implica una serie de cortes hechos sobre el fuste o tronco del árbol. Eran cortes transversales o diagonales de aproximadamente 10cm de longitud y 3 cm de profundidad y cada 20 o 25 cm entre uno y otro a lo largo del tronco. Lo cual es similar a lo reportado por Hersch (2004). Estos cortes permitían al árbol generar una mayor cantidad de aceite en las células de la madera. Esto se sustenta con el conocimiento que se tiene sobre el papel de defensa que desempeñan este tipo de metabolitos secundarios, cuando el árbol se encuentra en algún tipo de estrés (Davies, 1995; Heldt, 1997; Wink, 1999 y Buchanan *et al.*, 2000). Los artesanos mencionan la formación de madera de corazón con un color café claro a café oscuro. Si la madera utilizada no tenía este corazón, no servía para la extracción de aceite ya que su rendimiento era muy bajo. Este calado debía realizarse un año antes de usar la madera del árbol y generalmente se hacía en la época seca.

Formación de viruta.

Cuando los árboles estaban listos para su extracción, se hacía su derribo y solamente el tronco o fuste que se había calado se aprovechaba. Este tronco se desmenuzaba con ayuda de un hacha o machete hasta que se obtenía pedazos similares a una viruta de 5cm de largo por 3 o 4 de ancho. El resto del árbol se desechaba.

Extracción de aceite

La viruta se depositaba en un alambique de aproximadamente un m³ de forma circular donde contenía aproximadamente un 25% de agua. Para llenar de viruta este alambique era necesario el aprovechamiento o derribo de alrededor de 10 árboles. El alambique hecho de una

182

Herrera, J. M. 1988. Los niveles de densidad en bosques regulares de *Pinus arizonica* Engl. y *Pinus durangensis* Mtz. en el noroeste de Chihuahua. Tesis de Licenciatura. Chapingo, México. 60 p.

INEGI. 1991. XI Censo general de población y vivienda 1990.

Jardel, P. E. 1989. Política forestal, conservación y aprovechamiento de los recursos forestales en México. IX Seminario de economía agrícola del tercer mundo. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. México D.F.29 p.

Kiernan, M., E. Jardel y S. Cannon. 1996. Reporte "Evaluación de la actividad forestal de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro" Programa Smart Wood, Rainforest Alliance. Documento Interno. 60 p.

OMT. 2001. Tourism Signs & Symbols. OMT. España.

Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación. 1983. Impactos Ambientales en las Actividades Forestales. Roma, Italia. 80 p.

Ortega-Ojeda, A. 2001 Informe técnico de declaratoria de Área Natural de Protección "Parque Ecológico Municipal Laguna del Tule", en el Municipio de Cihuatlan, Jalisco. Universidad de Guadalajara. Autlan de Navarro, Jalisco.

Schmidt, S. 2003 Los grandes problemas nacionales. Versión siglo XXI. Aguilar. México.

Secretaría De Desarrollo Social. 1994. Norma Oficial Mexicana. México. 60 p.

SEMARNAT. 1997. Ley Forestal. México. 114 p.

SEMARNAT. 1998. Reglamento de la Ley Forestal. México. 28 p.

SEMARNAT. 1995. Reservas de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas de México. CONABIO, México D.F., 160 p.

175

presentan las poblaciones naturales de esta especie. De ahí, la importancia que tiene el conocer la forma y alcance en la extracción de aceite esencial de Linaloe que llevan a cabo las comunidades de Chimalacatlán, Morelos y Mezquitlán, Guerrero, a partir del fruto (Figura 1). Esto, para definir las necesidades a solventar que les permita crecer a un nivel industrial.

OBJETIVO

La finalidad de este trabajo fue el de describir el proceso de extracción de aceite esencial de linaloe que se lleva a cabo por parte de los grupos de Chimalacatlán, Morelos y Mezquitlán, Guerrero.

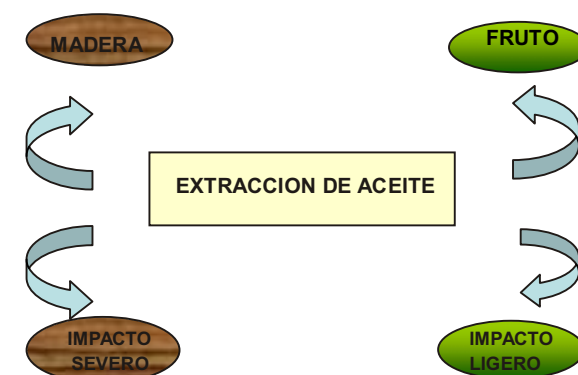


Figura 1. En la primera mitad del siglo veinte la extracción de aceite de linaloe, fue a partir de madera, pero actualmente este proceso solo existe a partir de fruto.

METODOLOGIA

Tomando como referencia el mapa de localidades de Hersch *et al* (2004), donde se extraía aceite en el siglo veinte, se visitaron todas y cada una de las comunidades para verificar si actualmente se realizaba dicha actividad. Durante estas visitas, el trabajo de campo e investigación documental (Hernández, 1985; Purata, 2004; Hersch *et al.*, 2004), se localizaron las comunidades que actualmente realizan

179



- Servicios Técnicos Forestales “Regocijo”. 1993. Programa de manejo forestal del ejido Ciénaga de los Caballos, Municipio de Durango Dgo. Mex. 90 p.
- Starker L. 1977. Fauna silvestre de México. Editorial Limusa. México. 600 p.
- Taylor, P. L., M. G. Gómez-Cárdenas, P. V. García-Pérez y C. A. Robles G. 2002. Reporte de la evaluación para la Certificación de Torre de Carpio, S.P.R. de R. L. Programa Smart Wood, Reinform Alliance Documento Interno. 65 p.
- Trujillo R. 1998. Programa de manejo forestal “Ejido Agustín Melgar”, Mpio. de Durango. Consultoría forestal “Ing. Roberto Trujillo”. Durango, México. 64 p.
- Trujillo, R. 2000a. Estudio de plantas vasculares en el P. P. La Joyanca, Mpio. de Pueblo Nuevo. Consultoría Forestal “Ing. Roberto Trujillo”. Dgo., México. 34 p.
- Trujillo, R. 2001b. Programa de manejo forestal para los géneros *Pinus* y *Quercus* del conjunto predial Torre de Carpio, Mpio. de Durango, Dgo. Consultoría Forestal “Ing. R. Trujillo”. Documento interno. Durango, México. 59 p.
- Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 2 “El Largo-Madera”. 1988. Estudio dasonómico. Chih., México. 249 p.

EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LINALOE (*Bursera linaloe* (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina) EN LOS ESTADOS DE MORELOS Y GUERRERO

Solares-Arenas, F¹, E. Cruz-Cruz², M. Gómez-Cárdenas², D. Vargas-Álvarez³, A. Borja-de la Rosa⁴, V. Mariles-Flores², V. Serrano-Altamirano², M. E. Fuentes-López⁵, S. Orozco-Cirilo², J. F. Castellanos-Bolaños², D. Ayerde-Lozada⁶

RESUMEN

La descripción del proceso de extracción de aceite se realizó localizando las comunidades que actualmente se dedican a esta actividad y entrevistando algunas personas que laboraron en la industria desde el siglo anterior. Se visitaron las dos organizaciones que actualmente se encuentra trabajando en la extracción de aceite: Chimalacatlán, Mor. y Mezquitlán, Gro. Estos dos grupos utilizan al fruto como materia prima. En este trabajo se documenta el proceso de extracción utilizando la madera y el fruto como materia prima. En el primer caso, el proceso se iniciaba con el calado de la madera (árbol en pié), el acondicionamiento de los trozos en virutas y el destilado por arrastre de vapor en recipientes de aluminio y fierro. La madera calada (una carga) producía hasta 12 litros de aceite y la madera sin calar solo 2 litros por carga. El segundo caso se inició a raíz de la escasez de madera. Los pasos incluyen la recolecta del fruto, la limpieza manual, triturado en molino, separación de la semilla de la pulpa y de la cascarilla y finalmente se hace el destilado mediante arrastre de vapor de agua a partir de la pulpa y cascarilla y se utiliza un alambique de 100 kg aproximadamente. Por esta cantidad de materia prima se obtiene de 1 a 2.5 litros de aceite. Las limitantes que se identificaron en el proceso fueron la falta de un mercado estable, sitios inadecuados para el destilado, equipos rudimentarios y la baja disponibilidad de materia prima; además no hay control en la temperatura; se carece de capacitación en la colecta, manejo y acondicionamiento del fruto para obtener una materia prima de calidad.

¹ Investigador Campo Experimental Zacatepec-Morelos. INIFAP

² Investigador Campo Experimental Valles Central es de Oaxaca. INIFAP

³ Profesor investigador Universidad Autónoma de Guerrero

⁴ Profesor investigador Universidad Autónoma Chapingo.

⁵ Investigador Campo Experimental San Martinito-Puebla. INIFAP.

⁶ Investigador Campo Experimental Iguala-Guerrero. INIFAP

extracción de aceite, así como algunas personas que laboraron en la industria del siglo anterior (Figura 2).

RESULTADOS

En la Comunidad de Chimalacatlán, Morelos, existe un grupo de 13 personas organizadas en torno a la extracción de aceite legalizado con el nombre “**Exploradores de la Biósfera**”. Mientras, que en Mezquitlán, Guerrero, existe un grupo de 10 personas legalizadas bajo el nombre “**Grupo Tenchicolitlán**”. Los dos grupos están bajo la figura de SPR de RL. Esta forma de organización, les permite comercializar otros productos naturales de la selva baja caducifolia como la corteza de Cuachalalate, ya que el linaloe aun no es una fuente económica suficiente para su sostenimiento a lo largo del año.



Figura 2. Localidades que en el siglo XX, realizaban aprovechamiento de Linaloe para extracción de aceite comercial.

La extracción por arrastre de vapor de agua es uno de los principales procesos utilizados para la extracción de aceites esenciales (FAO, 2006). Los aceites esenciales están constituidos químicamente por terpenoides (monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, etc.) y fenilpropanoides, compuestos que son volátiles y por lo tanto arrastrables por vapor de agua. La extracción de aceite a partir del

fruto de linaloe es bajo este mismo principio. Los equipos utilizados son diferentes en tamaño y forma, pero hechos del mismo material de aluminio que en un laboratorio industrial.



Figura 3. Equipo desarmado y colocado en lugares inadecuados para su buena conservación (Mezquitlán, Gro.)



Figura 4. A la izquierda el cernidor que se utiliza para limpiar el fruto de linaloe lo usan como secador de chile. A la derecha la Sra. Lucía de Mezquitlán, Gro., utilizando el molino eléctrico.

La capacidad del equipo utilizado en la comunidad de Mezquitlán es de 80 kg por alambique, mientras que en Chimalacatlán, la capacidad es de 100 y 120 kg. Es importante mencionar que las dos comunidades fueron apoyadas por el INAH, a través del Dr. Hersch, para la adquisición de los equipos. No obstante este esfuerzo, ambas comunidades no cuentan aun con instalaciones adecuadas para tener su equipo armado todo el año. Por ello, improvisan en un espacio casero y cada año arman y desarman el equipo manteniéndolo en sitios inadecuados donde se deteriora con mayor rapidez (Fig. 3 y 4).

“Serpentín” que actúa como refrigerante, ya que tiene en su extremo inferior una conexión por donde le inyectan agua fría, condensando el vapor de agua (Figura 9).



Figura 9. El serpentín en la parte derecha; la manguera de hule negro por donde llega agua fría. En la parte inferior, la manguera negra conduce la salida de agua caliente y la manguera blanca la salida de aceite mezclado con agua. En la izquierda alambique, serpentín y florentino.



Figura 10. El florentino donde se separa el aceite del agua por diferencia de densidad. El aceite en la parte superior y el agua sale por la llave de bronce. A la izquierda una conexión y estructura más completa del florentino.

Tanto el aceite como el agua, pasan por un pequeño tubo que conecta a otro recipiente más pequeño llamado florentino, con dos cámaras donde se separan el aceite del agua por diferencia de densidad. El aceite separado cae a un depósito con capacidad de uno a tres litros (Figura 10 y 11).

186

aleación de aluminio y hierro, se ponía bajo fuego lento hasta que se desprendía el vapor que viajaba por una tubería de cobre en forma de “ese” de media pulgada de diámetro que le llamaban víbora. Este tubo conecta a otro depósito (Refrigerante) mucho más pequeño donde se condensa el aceite y el agua por enfriamiento tipo baño maría. Del depósito sale un tubo de menor diámetro hacia otro recipiente donde se separaba el aceite del agua por diferencia de densidad.

Rendimiento

Cuando se trabajaba madera calada, de un depósito se podía obtener hasta 12 litros de aceite. Mientras que con madera limpia, se obtenía en promedio solo dos litros. Se realizaba una sola destilación al día, ya que se requería alrededor de 12 a 14 hrs.

Extracción de aceite a partir del fruto

El no contar con el suficiente número de árboles para obtener madera como materia prima, y prohibir su tala por parte de SEMARNAT propicia que los artesanos utilicen el fruto como materia prima.

Colecta de fruto

El fruto es colectado por 35 a 40 familias en cada comunidad, que pueden o no pertenecer al grupo extractor. En Mezquitlán se les paga a \$7.00 el kg. de fruto, mientras que en Chimalacatlán se paga a \$9.00 el kg. Esto, además de ser un beneficio para las dos comunidades, contribuye a concientizar sobre la necesidad de conservar y revalorar sus recursos forestales. Principalmente en las nuevas generaciones donde Hersch *et al.* (2004) pusieron especial atención dirigiendo un folleto a niños donde además de resaltar la importancia de no destruir y maltratar el árbol de linaloe, incluyó un formato para registrar información sobre la colecta de este fruto. No obstante, aun no se cuenta con una guía que brinde información sobre la selección de árboles, cantidad de fruto a cortar, indicadores de cosecha de fruto, forma de cosecha, manejo del fruto para evitar pérdida de la calidad y forma de almacenamiento.

183

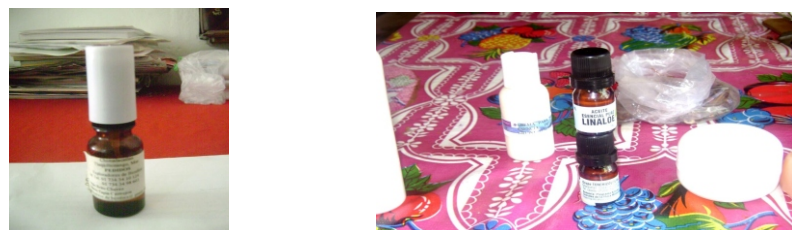


Figura 13. Presentación única de atomizador con 20ml de Chimalacatlán, Mor., (izquierda) y de 15 ml de aceite esencial de Mezquitlán, Gro., (derecha).



Figura 14. Presentación en frasco de crema para piel reseca y gel repelente de insectos hecha por el Grupo de Tenchicolitlán.

Uso medicinal

La esencia de linaloe ha sido utilizada con éxito en el control del piquete de alacrán. En agua se diluye de cinco a seis gotas de aceite y se toma por única ocasión, a la vez, se aplica aceite en la zona de la picadura. También para el control de los hongos en la piel, se aplica el aceite directamente en la zona afectada. El jabón tiene este efecto si se usa en la parte afectada.

Sistemas de Producción

Es patente la necesidad que tienen los artesanos del linaloe de mejorar sus formas de producción. Al carecer de un establecimiento o local para instalar su laboratorio los vuelve inestables. Por otra parte, el equipo con que cuentan es un tanto artesanal que puede y debe ser mejorado para responder a una posible ampliación de mercado tanto nacional como internacional. Ellos están concientes de esta necesidad y así lo han externado.

190

Rendimiento

En la comunidad de Mezquitlán se colecta por temporada entre 1000 y 1500 kg de fruto; mientras que en Chimalacatlán llegan a colectar hasta 3,500 kg por temporada. No obstante, en el año 2009 en Chimalacatlán no superaron los 400 kg. El proceso de extracción de aceite, se realiza en un periodo de 13 a 14 hrs. De los 100 kg de fruto depositado en el alambique, se obtiene como máximo dos litros y medio de aceite, pero también en ocasiones puede obtenerse solamente un litro. Los bajos rendimientos pueden atribuirse a varios factores, tales como: (a) época de colecta del fruto, siendo máxima cuando el fruto alcanza su mayor tamaño y mínimo cuando el fruto se colecta cuando se encuentra en desarrollo morfológico; (b) el manejo del fruto después de la cosecha; (c) el tiempo de acondicionamiento de la pulpa del momento de la separación de la semilla a la aplicación en la caldera; (d) la eficiencia del equipo en el proceso de extracción, principalmente en la regulación de la temperatura.



Figura 11. A la izquierda los representantes del grupo de Chimalacatlán, Mor. con el equipo completo de extracción; caldera en la parte posterior al alambique el de mayor tamaño, conectado al serpentín colocado horizontalmente en la parte superior y finalmente conectado al florentino sobre una caja improvisada.

Transformación y comercialización del producto

Un litro de aceite se vende en promedio a \$3000.00. Aun cuando los productores se encuentran organizados en una SPR y promocionan su producto en algunas exposiciones comerciales. El sentir de estas organizaciones en Morelos y Guerrero es que no tienen un mercado estable, donde puedan comercializar sin problemas sus productos

187



Limpieza de fruto

La fruta se limpia manualmente de basura, hojas y ramas que hayan quedado al momento de su colecta (Figura 5).



Figura 5. Fruto colectado ya limpio listo para pasarlo al molino.

Triturado de la fruta

La fruta limpia se pasa por un molino eléctrico donde se hace una primera trituration que ayuda a que la semilla se separe de la pulpa (Figura 6).



Figura 6. Molino eléctrico para triturar el fruto y así poder quitarle la semilla.

Separación de la semilla

Con ayuda de un cernidor con malla de aproximadamente de un cm, se separa la semilla de la pulpa y cascarilla (Figura 7). La semilla la almacenan con fines de producción de planta para reforestación. No obstante, hasta ahora sus condiciones socioeconómicas no les han permitido producir dichas plantas.



Figura 7. Cernidor rústico utilizado para separar la semilla de la pulpa del fruto de Linaloe.

Extracción del aceite

La pulpa y cascarilla se coloca en un alambique en forma de cilindro con una capacidad de 100 kg, utilizando agua como solvente, en proporción a un 20% de la capacidad del alambique. El agua proviene de una caldera que no tiene control de temperatura, por lo que es necesario vigilarla constantemente para que conserve la misma temperatura y no exista el riesgo de que la presión del vapor levante o expulse la tapa del alambique o de la caldera. La caldera se calienta entre 80 y 90°C utilizando gas butano (Figura 8).



Figura 8. La caldera se calienta con una hornilla utilizando gas butano (Izquierda), se conecta con manguera de hule de pulgada y media al alambique que contiene el fruto de linaloe.

De la caldera sale el vapor hacia el alambique y sube a la parte superior arrastrando el aceite. Tanto el vapor, como el aceite salen del alambique a través de un tubo que conduce a otro recipiente llamado

derivados del aceite de linaloe. No obstante, no se realiza el esfuerzo suficiente para conseguir el certificado de origen que les otorgue una mejor garantía en su comercialización. El aceite extraído lo almacenan en botellas tipo ámbar como una protección contra la descomposición por efecto de la luz.

Elaboración de productos derivados

Los integrantes del grupo “Exploradores de la Biósfera” han buscado la capacitación que mejore y diversifique sus productos a base de aceite de linaloe. Hasta el momento, elaboran algunos productos que aun pueden calificarse de artesanales. El convencimiento y la enorme voluntad que tienen los integrantes se refleja en la variedad de presentaciones y productos que han elaborado a partir de su materia prima. El aceite es embasado en frascos desde 20ml que Cuesta en promedio \$80.00 hasta 120ml cuyo costo oscila entre los \$800.00 a \$1000.00. También presentan un atomizador de 20 ml en \$80.00 como posible aromatizante ambiental, cuyo aroma es muy agradable. Han elaborado diferentes presentaciones de veladoras en forma de estrella sin envase y con envase de alrededor de 80 ml a un costo de \$80.00. La elaboración de jabones en diferentes presentaciones; desde \$20.00 hasta \$80.00 (Cuadro 1).

Velas

Para la elaboración de las velas, los productores derriten un kg de cera o parafina en baño maría a una temperatura entre 70 y 80°C, se retira del fuego y se le agrega 8 ml de esencia de aceite de linaloe. Sin agregar fijador, la cera se vacía en moldes con diferentes formas, agregando un poco de colorante dependiendo del tipo de velas que se desea producir. En este paso, es donde manualmente se le incluye un pabito que se utiliza como mecha sostenido manualmente hasta que la consistencia de la parafina adquiere una cierta dureza. Las velas con forma de estrella color naranja y copa color morado son las más comunes y más vendidas.

Cuadro 1. Comercialización de productos a partir de esencia de linaloe

PRESENTACION	CAPACIDAD (ml)	COSTO (\$)
Botella color ámbar	1000	3000.00
Botella color ámbar	250	900.00
Botella tipo atomizador	20	80.00
Botella tipo gotero	07	60.00
Vela de gel aromatizante	80	80.00
Vela tipo estrella	80	80.00
Jabón en forma de flor	20	20.00

Jabones de Tocador

En este caso se utiliza jabón neutro, el cual se raya primero antes de ponerse a derretir en baño maría a una temperatura entre 70 y 80°C. El recipiente se retira del fuego y se le agrega esencia de aceite de linaloe al jabón derretido en proporción de 7ml por cada kilogramo de jabón. En este paso es cuando se le agrega el fijador y posteriormente se deposita en los moldes correspondientes en forma de Flor. La creatividad en figuras varía de comunidad a comunidad (Figura 12).



Figura 12. Jabón de tocador con buena presentación, además de su propiedad antiséptica. A la izquierda producto de Chimalacatlán, Mor., a la derecha producto de Mezquitlán, Gro.

Atomizador

Para la elaboración del atomizador se utiliza alcohol estufado (80%) como base, al cual se le agrega la esencia de aceite de linaloe (20%) y un fijador especial (Figura 13).

Institute for Crop and Food Research Ltd. FAO. Journal of Oleo Science Vol. 54: No. 6 p 355 -359. New Zealand.

FAO 2006. Programa Cooperativo de Desarrollo Agroindustrial Rural (PRODAR). Extractor de aceites esenciales. Ficha Tecnológica No 3. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José. 2 p.

Galhiane, M. S.; S. Rissato R.; Chierice, G. O.; M. Almeida V. y L. Silva C. 2006. Influence of different extraction methods on the yield and Linalool content of extracts of *Eugenia uniflora* L. Department of Chemistry, Paulista State University. Sao Paulo, Brasil. Vol. 70: No. 2: pp. 286-292.

Guenther, E. 1972. The production of essential oils: methods of distillation, enfleurage, maceration, and extraction with volatile solvents. In: Guenther, E. (ed.). The essential oils. History-origin in plants. production analysis. Vol. 1:85-188. Krieger Publ. Co., Malabar, FL

Heldt H-W 1997. Plant Biochemistry and Molecular Biology. Ed. Oxford University Press.

Hersch, M. P., R. Glass y A. Fierro A. 2004. El Linaloe (*Bursera aloexylon* (Schiede) Engl.) Una madera aromática entre la tradición y la presión económica. En: Productos Forestales Medios de Subsistencia y Conservación. Vol. 3 (América Latina) Cap. 22: 439-462. CIFOR (Center For International Forestry Research). Jakarta, Indonesia.

Hersch, M. P., R. Glass, A. Fierro A. y C. Guerrero B. 2004. EL LINALOE (*Bursera aloexylon* Schied ex Schlecht.). Programa Actores Sociales de la Flora Medicinal en México. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 24 p.

Hersch, M., I. García M.P., R. Glass y R. Rufino M. 2004. Linalita y Linalito, o de como podemos aprovechar mejor un árbol de nuestra cultura. Programa Actores Sociales de la Flora Medicinal en México. Instituto Nacional de Antropología e

194

INTRODUCCIÓN

La tarjeta de presentación de Olinalá a nivel nacional e internacional ha sido la famosa cajita de Olinalá (INEGI-COLPOS, 1999; Hersch, 2004), proveniente del árbol de linaloe (*Bursera linanoe*), la cual se distingue por su agradable olor característico. Esta madera ha servido de insumo estratégico para la elaboración de cajas y baúles (Hersch, 2006) donde se imprimen diversas técnicas de laqueado. Producto de esta obra maestra, las cajitas de Olinalá han ubicado a la fama internacional a este pequeño pueblo de Guerrero, donde modestos artesanos fabrican verdaderos prodigios del arte popular. El presente trabajo tuvo como objetivo documentar y sistematizar los procesos de elaboración de cajas y baúles de linaloe en Olinalá, Gro.

METODOLOGÍA

La etapa exploratoria

La presente investigación se realizó en Olinalá, Guerrero con una población total de 27,419 habitantes y con 14 organizaciones de artesanos dedicados a la elaboración de cajitas, baúles y otras artesanías. En esta etapa se interactuó con Carpinteros y Artesanos y se aplicaron 10 entrevistas de prueba. De acuerdo con (Geilfus, 1997) esta actividad permite hacer ajustes en los instrumentos definitivos, a la vez que se obtiene información general sobre los procesos (Denzin and Lincoln, 2003; Fontana, 2000).

Obtención de información en campo

Al concluir la etapa exploratoria se efectuó el trabajo formal de campo y fueron realizadas 21 entrevistas a informantes clave: 11 a carpinteros y 10 a artesanos. Sumadas con las 10 entrevistas de prueba, totalizaron 31 instrumentos. El tamaño de muestra fue adecuado al considerar que una $n > 30$ es grande (Infante, 1990; Sheaffer *et al.*, 1986). De manera complementaria y para validar la información obtenida, fueron realizados siete talleres participativos.

198

Abastecimiento de materia prima

La cantidad de fruto que los productores pueden cosechar, algunas veces depende de su solvencia económica para pagar a colectores. Pero también, ellos se ven limitados en su producción por la escasez de árboles. Se requiere recuperar las poblaciones naturales con la densidad suficiente que sustente la posibilidad de rescatar la extracción de aceite como actividad comunitaria con una mayor proyección industrial. El apoyo financiero es fundamental tanto para mejorar la infraestructura de producción, como para la recuperación de las poblaciones naturales.

Las poblaciones naturales de linaloe en las cuatro entidades que integran la región Pacífico Sur, donde se distribuye en forma natural, es escasa. El problema es mayor, al ser una especie dioica, ya que siendo el fruto la materia prima, los árboles hembra se encuentran en proporción máxima de un 40% de la población total. Esto quiere decir, que la producción máxima de aceite será el fruto colectado del 40% de la población total. Lo que implica que se requiere un plan de reforestación dirigido.

Consideraciones finales.

Existe una demanda internacional continua y creciente de hierbas, especias y aceites esenciales. La mayor parte de estas especias se encuentran solamente en las zonas tropicales y los países en desarrollo tienen una oportunidad importante de beneficiarse con el aumento de la demanda (Douglas, 2005). Los aceites esenciales son altamente valorados en el mercado internacional y pueden ser fuente de desarrollo de los agricultores. No obstante, este proceso, carece de un manejo adecuado desde la colecta del fruto, hasta su posible conservación en almacén para su posterior proceso químico. El proceso de extracción por arrastre de vapor, se podría calificar como de tipo artesanal, presenta algunas limitantes, como capacidad baja de extracción, pérdidas significativas de aroma por volatilidad de los aceites y riesgo en su manipulación al no tener control de la temperatura. Sin embargo, buenas operaciones poscosecha (colecta)

191

Historia. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 32 p.

Hernández X., Efraín. 1985. Exploración etnobotánica y su metodología. Xolocotzia, Revista de Geografía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México. Tomo 1: 163-187.

Hersch, M.P. 2005. Y no pasa nada. Apuntes para la biografía cultural de una especie de selva baja caducifolia en Guerrero: *Bursera linanoe*. Rev. Diario de Campo.. Coord. Nac. Antropología. INAH. No. 33. p. 39-51

López, B. Ma. D. 2008. Toxicidad volátil de monoterpenoides y mecanismos bioquímicos en insectos plaga del arroz almacenado. Tesis doctoral. Facultad de Química, Agrícola, Geología y Edafología. Universidad de Murcia. Murcia, España. 246 p.

Lopez J, Jean F, Gagnon H, Collin G, Garneau F, Pichette A. Essential Oils from Bolivia.VII. Myrtaceae: *Myrcianthes osteomeloides* (Rusby)McVaugh and *Myrcianthes pseudomato* (Legrand).McVaugh. J Essent Oil Res. 2005; 17: 64-65.

Marchiaro, A. B. 2005. Desterpenación de aceites esenciales mediante extracción Líquido-líquido. Tesis Doctoral. Facultad de Química Universidad de Santiago Compostela. Compostela, España. *Naturalia Patagónica* 2(1): 135-139.

Monroy-Ortiz C. y R. Monroy O. 2006. Las Plantas compañeras de siempre: experiencia de Morelos. Centro de Investigación Biológica. Universidad Autónoma de Morelos. p. 206-207.

Purata, S. E., M. Chibnik, B. J. Brosi y Ana Ma. López. 2004. Figuras de Madera de *Bursera glabrifolia* H BK (Engl.) en Oaxaca, México. En: Productos Forestales Medios de Subsistencia y Conservación. Vol. 3 (América Latina) Cap. 21: 415-437. CIFOR (Center For International Forestry Research). Jakarta, Indonesia.

195

son a menudo el factor limitante en el establecimiento de una empresa productiva rentable basada en aceites esenciales para mejorar la calidad y comerciabilidad de estos productos. Pero también es importante y necesario probar otro tipo de proceso, como la hidrodestilación a base de radiación, Líquido-Líquido, que puede mejorar el rendimiento y que ya han sido probados en la extracción de aceites de otras plantas (Albarracín y Gallo, 2003; Marchiaro, 2005; Galhiane *et al.*, 2006). Así como utilizar otras partes de la planta, como son hojas y ramas jóvenes (Antonio *et al.*, 2007; Vázquez *et al.*, 2009).

Estos aceites son fácilmente contaminados con microorganismos en el ambiente y por condiciones inadecuadas en el proceso de su extracción. No se extrae con otros solventes, con los que se puedan obtener compuestos aromáticos aislados que le den un valor agregado más alto. Pero existe también la posibilidad de que el principal compuesto que compone este aceite, el Linalool pueda ser utilizado en otras áreas de aplicación como es el control de algunas plagas de cereales y con esto aumente las posibilidades de establecer una pequeña industria manejada por los productores (Astrid *et al.*, 2007; López, 2008).

No obstante, los esfuerzos realizados hasta ahora, el proceso requiere aun:

1. De mucho apoyo financiero para contar con la infraestructura adecuada y óptima para una buena producción.
2. Apoyo en investigación para que este recurso, represente una alternativa económica y ecológicamente sustentable para dichas comunidades y probablemente para otras interesadas.

192

Purata, S.E. (Ed.) 2008. Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites. CONABIO/RAISES. México. 60 p.

Vázquez, E. A. Ma.; Corado García, G. y G. Montero, A. 2009. Obtención de biodiesel mediante el reciclado de aceites vegetales residuales y de biomasa de a partir de desechos forestales. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. 10 p.

Yañez, R. X., L. Lugo Mancilla, D.Y. Parada Parada. 2000. Estudio del aceite esencial de la cáscara de naranja dulce (*Citrus sinensis*, Variedad Valencia) cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia). BITSUA Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. Vol. 5-001. Universidad de Pamplona. Bucaramanga, Colombia.

Wink M. 1999. Biochemistry of Plant Secondary Metabolism; Annual Plant Reviews, volumen 2. ed. Sheffield academic Press.

AGRADECIMIENTOS:

Al Sr. José Luz, de la comunidad de Huixastla, Mor., quien amablemente nos brindó la información sobre el calado de árboles de Linaloe.

Al grupo de "Exploradores de la Biósfera" de la Comunidad de Chimalacatlán, Morelos.

Al grupo de "Grupo Tenchicolitlán" de la Comunidad de Mezquitlán, Guerrero

Al Sr. Juan Aquino de la Comunidad de Papalutla, Guerrero.

196

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Albarracín, M. G. C. y S. G. Gallo P. 2003. Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial, utilizando *Piper aduncun* L. (Cordoncillo) procedente de la zona cafetera. Tesis de Licenciatura. Tecnología en alimentos. Ingeniería Química. Universidad de Colombia. Colombia. 115 p.

Antonio, L. M.; J. René M. y E. E. Stashenko. 2007. Composición Química del aceite esencial de hojas y tallos de *Bursera graveolens* (Burseraceae) de Colombia. Scientia et Technica. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. Vol. XIII: No. 033: pp 201-202.

Astrid, P.G.; J. Aidé P.V. y E. Stashenko. 2007. Biotransformación del Limoneno para la obtención de triterpenoides por la acción de bacterias: *Rhodococcus erythropolis* y *Xanthobacter sp.* Scientia et Technica. Universidad Tecnológica de Pereira, Brasil. Vol. XIII: No. 33: pp 291-292.

Blanco, K. M. Cardenas, C. Y., Reyes, J. A., Kouznetsov, V. V., Muñoz A. Amner, Castañeda, M. L. 2007. Composición y capacidad antioxidante de especies aromáticas y medicinales con alto contenido de TIMOL Y CARVACROL Scientia Et Technica [en línea], XIII en <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=84903329>> ISSN 0122-1701

Buchanam B., Gruissem W., Jones R (2000). Biochemistry & Molecular Biology of Plants. Eds. American Society of Plant Physiologists.

Davies P.J. 1995. Plant Hormones; Physiology, Biochemistry and molecular Biology, 2ª edición. ed. Kluwer Academic Publishers

Douglas M., J. Heyes, B. Smallfield. 2005. Herbs, spices and essential oils: post-harvest operations in developing countries NZ

193

PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CAJAS Y BAÚLES DE LINALOE EN OLINALÁ, GRO.

Orozco-Cirilo, S.¹; E. Cruz-Cruz¹; F. Solares-Arenas²; M. Fuentes-López³; M. Gómez-Cárdenas¹; V. Mariles-Flores¹; D. Vargas-Álvarez⁴; A. Borja, de la Rosa⁵; J. F. Castellanos-Bolaños¹, V. Serrano-Altamirano¹, D. Ayer de-Lozada⁶

RESUMEN

Olinalá Guerrero es considerada la cuna de la cajita y baúl de linaloe y sus habitantes basan su economía en esta actividad. El presente trabajo tuvo como objetivo documentar y sistematizar los procesos para la elaboración de cajas y baúles de linaloe en dicha comunidad. El método descriptivo fue utilizado para cumplimiento del objetivo y los instrumentos fueron: a) aplicación de 31 entrevistas a informantes clave y b) realización de siete talleres participativos. Se encontró enorme complejidad en la realización de los múltiples procesos y se detectaron diversos problemas, tales como: a) mala calidad en su manufactura, b) los carpinteros no cuentan con las herramientas y tecnología adecuada y no llevan a cabo un trabajo con insumos de calidad, c) ensambles de las cajitas mal hechos, d) desuniformidad en las medidas de las cajas, e) problemas de mercados por la existencia de insuficientes canales de comercialización y bajos precios de los productos, f) los artesanos utilizan insumos que pueden ser tóxicos, g) competencia con artesanías Chinas, h) ausencia de financiamiento e i) escasez de la materia prima y la creciente amenaza de su pronta desaparición. No existe duda que estos problemas amenazan la sostenibilidad ecológica, económica y social de la actividad; por tal motivo deberán ser considerados en la estrategia de aprovechamiento y conservación de la especie.

¹ Investigador Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP

² Investigador Campo Experimental Zacatepec Morelos. INIFAP

³ Investigador campo experimental San Martinito-Puebla. INIFAP.

⁴ Profesor investigador Universidad Autónoma de Guerrero.

⁵ Profesor investigador Universidad Autónoma Chapingo

⁶ Investigador Campo Experimental Iguala-Guerrero. INIFAP.

197



Cepillado o relimpiado de la tabla

La madera es cepillada con Garlopa o Cepillo. Para mayor rapidez se realiza en la máquina canteadora, ya que las tablas al ser secadas y cortadas suelen presentar una capa delgada dañada por el sol. Las tablas requieren ser cepilladas para adquirir una apariencia lisa-blanquecina y así ser utilizadas en el ensamble de las cajas o baúles a producir.

Ensamblado

En este proceso queda parcialmente manifiesta la habilidad manual y experiencia de los carpinteros: las tablas se pegan y clavan para obtener el cajón, después se cortan las tapas y las bases para terminar el ensamblado. Posteriormente se utiliza la sierra circular para emparejar posibles torceduras de la madera. Así mismo, en la sierra se emparejan las tapas y cajones, estas son previamente marcadas con dos franjas a lápiz para que no se extravíen al momento de ser entregadas al artesano.



Figura 2. Diversidad de Cajas ensambladas

Partida

Las cajas son partidas cuando ya tienen el tiempo necesario de secado de la segunda capa de laqueado denominado localmente barniz. La partida consiste en abrir las cajas con un cuchillo delgado golpeándolas ligeramente con un martillo en una esquina sobre el largo de la caja, tratando de no impregnar las huellas digitales o lastimarlas.

Marcado y pegado

Las cajas son marcadas con un cuchillo en la parte inferior del frente con dos líneas ligeramente visibles. Esto se hace con el fin que el rallador diferencie el frente de la caja cuando se utilizan las técnicas de Rayado punteado y Rayado baseado; posteriormente son pegadas con una gota de resistol en cada esquina para trabajarlas cerradas. Las cajas son marcadas de diferente forma cuando se van a dibujar con la técnica Dorado.

TÉCNICAS DE LACAS ARTESANALES

En la actualidad se realizan tres técnicas, conocidas con los nombres de: 1) Rayado punteado, 2) Rayado baseado y, 3) Dorado. A continuación se describe cada técnica.

La técnica de Rayado punteado

Untado

El untado consiste en aplicar con los dedos o con brocha, sobre la pieza barnizada, una capa de maque a base de chía llamada “chamate” mezclada con tierra Tóctetl y Tecoxtle. Con la cola de venado se extiende sobre la caja o baúl. Después del untado se realiza el proceso de rayado. Este proceso se realiza de manera simultánea.

Rayado

El instrumento de trabajo tradicional es la pluma de guajolote.

Procesamiento de la información

La metodología utilizada fue el método descriptivo propuesto por Hernández (1998), el cual consistió en la descripción y sistematización de los procesos de manera participativa. Los Talleres participativos fueron el espacio ideal para validar los resultados del procesamiento de la información.

Redacción de informe

El informe se elaboró describiendo, de manera detallada, los procesos validados y sistematizados en los talleres participativos.

PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CAJAS Y BAÚLES DE LINALOE

Preparación y obtención de la madera

La obtención de beta es una de las actividades estratégicas para aromatizar la madera. Para obtener beta, el árbol debe calarse mediante incisiones diagonales de tres a cinco centímetros de profundidad en tronco y ramas gruesas. Para evitar la pudrición de la madera por la humedad extrema, este procedimiento se practica en luna llena en los meses de agosto y septiembre o al final de las lluvias. Dicho proceso es fundamental porque permite al árbol formar corazón y agradable aroma. Seis o siete meses después de calados, los árboles, se derriban para extraer madera aromatizada.

En el proceso de ensamblado las cajas de miniatura solamente reciben pegamento; mientras que las cajas de mayor tamaño adicionalmente, se refuerzan con clavos de 1 a 2.5 pulgadas.

Segundo curado de la caja

Para evitar el daño de polillas, se aplica un segundo tratamiento, al cual localmente se le denomina cura. Para ello, se utilizan los productos comerciales OKO, H24 y PROTECTO 100 por una sola vez. Este tratamiento consiste en aplicar los productos durante 3 segundos en un depósito previamente preparado para las cajas pequeñas que no tienen beta. Las cajas grandes reciben aplicación con brocha y se evita aplicar en las zonas con beta. Las cajas debidamente curadas se dejan reposar ocho días.

Pegado de las tapas

En el pegado de las tapas se utiliza resistol y garlopa. Esta actividad consiste en emparejar las tapas y es conocido localmente como recorrido de la tapa y el cajón para que estén selladas herméticamente. Una vez recorridas ambas partes se pegan y se dejan secar 10 minutos, para poder continuar con el picado.

Picado exterior

El picado consiste en eliminar la polilla de los orificios de las cajas para dejarlas totalmente limpias. Esta actividad se realiza con una tira de segueta de 10-15 cm de largo con la punta afilada.

Garlopeo

El garlopeo se realiza con el Cepillo o Garlopa únicamente en las cajas que se deforman. Las piezas se revisan minuciosamente para cerciorarse que en verdad estén torcidas y requieran el garlopeo, hasta quedar debidamente asentadas o parejas.





Figura 1. Troncos de árboles de linaloe

Los carpinteros prefieren comprar troncos gruesos de linaloe betado cuyo diámetro debe ser mayor de 20 pulgadas. Sin embargo, en periodos de escasez, también son talados árboles con troncos delgados, incluso sin betado, con un diámetro de 10 o menos pulgadas de diámetro. El traslado ilegal de la madera se realiza en camionetas cerradas, estaquitas o de tres toneladas, dependiendo del pedido de madera. Esta tala clandestina constituye la acción más dolosa contra las poblaciones de linaloe (Riswan and Hartanti, 1995; Burgos and Maass, 2004; Toledo *et al.*, 1989; Trejo and Dirzo, 2000; Rowe *et al.*, 1992).

Aserrío

Una vez recibida la madera en trozos, se procede al aserrío para la obtención de las tablas. En este proceso se utiliza sierra circular de 20 pulgadas y 4 mm de espesor. El tamaño de la tabla dependerá del

200

PROCESO DE LAQUEO

Preparación de las tierras naturales

Las tierras naturales que se utilizan provienen del Tóctetl, Tecoxtle y Tesicaltetl, los cuales se describen a continuación:

- Las piedras de Tóctetl son cocidas en el tlecuile –lugar que ocupa el comal para elaborar tortillas a mano- o en el suelo sobre una base de estiércol de res a la que se prende fuego. La piedra de Tóctetl debidamente cocida se parte con marro y/o barreta hasta fraccionarse en porciones pequeñas y se muele en metate hasta obtener una tierra fina hecha polvo.
- La tierra Tecoxtle se deposita en tinas de plástico o de aluminio y se le aplica agua para que el material se sedimente y se recolecte únicamente el sedimento fino que se precipita en el fondo. De esta forma se eliminan las impurezas de la tierra. Para separar el material fino se retira el agua, quedando tierra fina en el fondo de la tina y se deja secar 7 días en el sol y finalmente se muele en metate.
- Las piedras de Tesicaltetl se muelen en metate hasta transformarse en polvo fino.

Preparación del resan

El resan se prepara con Tóctetl compuesto por KOLA y agua. La KOLA adquirida en polvo se le aplica agua para ablandarse hasta mostrar una apariencia similar al engrudo, en proporciones de 250 grs de KOLA en 0.5 litros de agua. El agua se hierve durante 10 minutos y se le adiciona la KOLA. El Tóctetl y agua se mezclan con una espátula para obtener la pasta localmente denominada Resan. Esta pasta constituye el insumo más importante para resanar imperfecciones de las cajas y baúles.

204

grosor del trozo obtenido; sin embargo, el espesor invariablemente se encuentra entre 2 cm para la tabla delgada y 3.5 cm para la tabla gruesa.

Secado

Las tablas se exponen al sol para acelerar el secado natural. El tiempo necesario para el secado es aproximadamente quince días para la tabla delgada y un mes para la, gruesa. Es necesario voltear la madera diariamente para evitar que se deforme por sobrecalentamiento parcial. La madera delgada requiere voltearse diariamente durante los diez primeros días, mientras que la gruesa durante los primeros veinte días. Así mismo, las tablas se recogen por la tarde para guardarse de posibles lluvias nocturnas.

Primera preparación de las tablas contra polillas

Esta actividad sigue siendo uno de los procesos más importantes. La manera tradicional de hacerlo consiste en utilizar un depósito de 200 lt, el cual se coloca sobre ladrillos y se vierten únicamente 100 lt de agua. Las tablas se sumergen por un extremo y el agua se hierve durante 20 minutos. Después, las tablas se voltean y se repite la operación por el mismo tiempo. Al término de este tratamiento la madera se expone nuevamente al sol durante ocho días y de esta forma se obtiene la madera en condiciones para la siguiente etapa.

Trazos y cortes

Dependiendo de las dimensiones de las cajas o baúles a elaborar se busca obtener reglas con medidas de diferentes tamaños. Los trazos se realizan con precisión especial marcando las líneas con lápiz. Las tablas se cortan con la sierra circular a la medida de las cajas o baúles que se van a elaborar. En esta actividad se trata de evitar al máximo el desperdicio de madera. Los carpinteros aprovechan los pequeños cortes o piezas, de madera, para elaborar cajas en miniatura. Estas pequeñas cajas requieren extremo cuidado para realizar los cortes porque el manejo de pequeñas porciones de madera aumenta el peligro de accidentes con la sierra circular.

201

Lijado

El lijado o pulido de la caja constituye la siguiente actividad. Para ello, se utiliza lijas que van de gruesas a delgadas. De esta forma se utiliza primeramente la No. 40, después la 50 y finalmente la 60.

Segundo resanado

En el segundo resanado se revisa la caja o baúl asegurándose que no presente orificios o ranuras, ya que al momento de lijarse suele suceder que alguna de las cajas o baúles se abran.

Segundo lijado

Esta actividad se realiza con lija No. 60 y es la más adecuada por su finura. Esta vez solo se pulen las zonas donde se aplicó por segunda vez el Resan y se evita lijar toda la superficie de la caja.

Preparación de la chía

Una vez limpiada la semilla, de chía, se tuesta siguiendo el mismo procedimiento para tostar semillas de calabaza. Posteriormente se muele en molino de mano y se deja reposar un día para que la pasta desprenda el aceite. El siguiente paso consiste en realizar bolas de esa pasta y se envuelven en una tela que resista la presión. Para extraer el aceite, las bolas se presan en un banco de carpintería adaptado como prensa de madera, presionando poco a poco cada bola por treinta minutos.

Pintado o barniz

Es la primera capa aplicada por pintores locales. Para pintar se requieren diversos utensilios especiales: cola de venado, bruñidor (piedra de Tebernal), esponja o algodón, algodón sucio (Tlalixcal), un recipiente y una brocha. Otros insumos son: Tierra de Tóctetl, Tecoxtle, Tesicaltetl y Chía. Con la cola de venado se va extendiendo la tierra de “Tesicaltetl” mezclado con el color que se desee en todos los lados de la caja, después se bruñe con bruñidor; se suaviza manualmente y se aplica con una manija de algodón o una esponja el color de tierra elegido (negro, blanco, rojo, amarillo u otros).

205

la técnica de Rayado punteado. Después de estos procesos continúa el desmanchado y despringado que a continuación se describen.

Desmanchado

Se realiza después del proceso de aceitado, utilizando materiales como: agua, jabón y un trapo pequeño para ir desmanchando. De tal forma se desmancha con cera líquida "silicon" (marvil automotriz) frotando con un pequeño algodón.

Despringado

El despringado es la eliminación de residuos y se realiza con una espina de huizache y cera líquida a base de silicón, aplicándose en la laca para ablandar un poco y quitar la pringa (residuos del limpiado o baseado) que proyecta mal aspecto a las figuras, removiendo con un algodón y al mismo tiempo se van despringando los residuos. Culminan aquí todos los procesos de esta técnica.

Técnica de Dorado

Se siguen los mismos pasos que requiere la técnica de "rayado baseado y rayado punteado," hasta que se logra solidificar la primera capa de barniz. Una vez lustrada la primera capa, se procede al marcado y a su decoración con pincel. Para realizar la finura y sombreado del dorado se utilizan diversos pinceles elaborados con pelo de gato, de diferentes grosores y puntas muy delgadas como también pinceles de punta gruesa. En el desarrollo de esta actividad se utiliza el dedo meñique. En este proceso se emplean colores espesos.

Remendado

Consiste en revisar detalladamente la totalidad del laqueado de la caja, cerciorándose que no presente ninguna imperfección. En caso de encontrar alguna, esta es resanada con un pincel elaborado con pelo de gato; obviamente con el mismo color de la laca.

Perfumado

El perfumado se aplica cuando la caja ya está lista para venderse. La "esencia" de linaloe se aplica frotando en el interior con un algodón, ya que las cajas al curarse disminuyen su aroma por la acción de los insecticidas. Con la aplicación de la esencia, la madera se impregna del aroma característico de linaloe.

Los pasos descritos con anterioridad constituyen los distintos procesos para realizar las laboriosas cajas y baúles de Olinalá, Gro; los cuales se sistematizan en el Anexo 1.

CONCLUSIONES

En los múltiples procesos de elaboración de cajas y baúles los problemas detectados fueron: a) Mala calidad en su manufactura; b) En las carpinterías no se cuenta con las herramientas y tecnología adecuada; c) Los carpinteros no llevan a cabo un trabajo con insumos de calidad; d) Ensamblados mal hechos; e) Las medidas de las cajas no son uniformes; f) Problemas de mercados por la existencia de insuficientes canales de comercialización y bajos precios de los productos; g) Utilizan insumos que pueden ser tóxicos; h) Competencia con artesanías Chinas; i) Ausencia de financiamiento; j) Escasez de la materia prima y la creciente amenaza de su pronta desaparición. De acuerdo con (Magaña, 2003; Ceballos *et al.*, 1999; Lazos y Paré, 2000; Burgos and Maass, 2004; Berkes and Folke, 1998; MA, 2003; Cervantes-Gutiérrez, *et al.*, 2001; Durán, 2004; Castillo *et al.*, 2005; Cork *et al.*, 2001; Balvanera *et al.*, 2002; Barradas, 1991) sin duda que esta situación amenaza la sostenibilidad ecológica, económica y social de la actividad. Estos problemas han causado que



Figura 3. El rayado.

Esta tiene insertado en la punta una espina de huizache con la que se marca el dibujo que surge de la imaginación y habilidad manual de cada rayador.

Lustre

El lustre se realiza a las cuatro horas después del rayado, tallando con un algodón en toda la zona de la caja o baúl para obtener brillo natural. Este proceso depende del color del rayado: si se trata de azul marino o verde, se otorga lustre en ese lapso de tiempo; si es guinda a las 8 horas.

Aceitado

El aceitado se realiza con aceite de Chía y requiere de dos o tres días de secado para solidificarse. El aceite se aplica con un pequeño algodón sobre la laca, dándose el brillo final del rayado.



Figura 4. Artesanía elaborada con la técnica de dorado.

Con estas pinturas se representan paisajes, pueblos e infinidad de flores que sorprenden por la finura de su acabado. Los motivos tradicionales siempre exuberantes toman como fuente de inspiración la naturaleza: follajes, flores y animales, con una predilección en esta técnica por las flores.

De las tres técnicas realizadas, el Rayado baseado y el Rayado punteado son trabajadas con las cajas cerradas para no manchar la madera por dentro, en cambio las doradas se trabajan abiertas como se mencionó en el proceso de marcado. Estas son las tres técnicas que externamente se realizan en las cajas y Baúles de Olinalá. A continuación se describen los siguientes procesos para el trabajo al interior de las cajas.

Segunda partida

Una vez realizados los procesos mencionados con las técnicas de Rayado baseado o Rayado punteado, las cajas son partidas nuevamente para ser trabajadas en su interior. Para ello, se utiliza un cuchillo delgado, buscando la ranura donde fue marcado anteriormente (ver proceso de marcado), para no maltratar o desbocar la tapa. Se quita la rebaba o residuos del resistol y pequeñas partículas de laca en la tapa y cajón con la misma navaja.

Quitado de aceite

El quitado de aceite se realiza después de cuatro horas de haberse aplicado. La chía se elimina con algodón las veces necesarias hasta que el algodón quede completamente limpio. Antes de realizar los siguientes procesos de recorte y punteado se preparan los colores como se describe a continuación.

Elaboración de los colores

Las pinturas originales son todas de materiales naturales como la Cochinilla para adquirir el color rojo. El proceso para obtenerlo consiste en extraer los insectos de las pencas del nopal. Estos se secan y después se tuestan en un comal como si fuesen semillas. Posteriormente los insectos se muelen en un metate combinados con rebabas de plomo. Para el color amarillo se utiliza la flor de “suchipale”, también es secada y molida en el metate. El árbol de añil para el color azul, ya que este posee hojas de ese color. La hoja se corta y se azota en un depósito con agua hasta que estas queden totalmente blancas. El color que se desprende de las hojas se deja asentar en el recipiente; el agua se retira y queda una capa de color azul en el fondo del depósito y finalmente se extrae. Este se muele en metate y se mezcla con azul comercial. Sin embargo, el color blanco nunca se ha obtenido de forma natural, es un color que proviene de productos comerciales. Estos son los colores principales, los cuales se combinan para obtener otros matices. Estos insumos se mezclan con aceite de chía. La chía es hervida en un bote metálico por 30 minutos, se le agrega un diente de ajo, color azarcón y una piedra de Tecoxtle hasta quedar un color café oscuro y así se obtiene la Sisa. Los colores obtenidos son depositados en corcholatas, para ser usados por los decoradores.

Recorte o línea

El recorte consiste en remarcar las figuras rayadas con el color que se desee recortar, los más comunes son naranja, blanco y amarillo. Este proceso tarda cinco a ocho horas para secar, dependiendo de la

208

Picado

El proceso de picado interior es idéntico al picado exterior (ver proceso de picado exterior). En este proceso la caja se sostiene cuidadosamente para evitar maltratos

Resanado

El resanado interior es similar al resanado exterior (ver proceso resanado exterior), la diferencia en este proceso es que se utilizan dos espátulas: Una para cada color de Resan y dos tipos de Resan como se requieran dependiendo del color de la madera.

Lijado

El lijado interior es igual que el lijado externo (ver proceso lijado exterior). La diferencia en este proceso consiste en que se utiliza una lija más delgada y fina del Num. 100 para no maltratar la madera. Los procesos del “segundo resanado y segundo lijado” no son descritos, debido a que son iguales a los procesos de resanado interno y lijado interno.

Recorrido

Las cajas son recorridas (emparejadas) de la tapa y cajón. Este proceso lo realizan los artesanos, utilizando la garlopa al reverso de cómo se utiliza normalmente. También pueden realizarse con la Sierra circular con lija pegada al disco; las tapas y cajones son emparejados debidamente para que al momento de ser embisagradas cierren herméticamente.

Embisagrado

Debidamente recorridas las cajas se procede a embisagrarlas. En este proceso se utilizan herramientas especiales como son: bisagras dependiendo del tamaño de las cajas (bisagras de 30 cm, 40 cm, 60 cm y 80 cm), tornillos, formón, calador, corta frío, alesna (utensilio utilizado para agujerar donde penetrará el tornillo), desarmador, taladro (para insertar el tornillo en baúles de 30 cm a 80 cm). Primero se revisa que la tapa de la caja este debidamente colocada en el perfil

212

efectividad de la Sisa con la que fue preparado el color. En el recorte se requiere un color más diluido para mayor deslizamiento del pincel.

Punteado

El punteado es la decoración multicolor que le da vida a esta técnica, se realiza punto por punto y se aplica con pluma de Guajolote. Se saca punta a la pluma con un cuchillo y se ranura en el extremo, para que al momento de puntear, la pluma vaya abriendo y dejando el punto sobre la superficie aplicada. El punteado tarda ocho horas para secar aproximadamente, dependiendo también de la efectividad de la Sisa, ya que los colores azul y verde son más lentos para secar.

Los puntos anteriores constituyen todos los procesos que se realizan en la técnica de Rayado punteado.

Técnica de Rayado baseado

Esta técnica es similar a la de Rayado punteado, sobre todo en el proceso del untado; sin embargo, no aplica el punteado ni el recorte.

Untado

Este proceso es muy similar al realizado con la técnica de Rayado punteado. Según artesanos con 40 años de experiencia, aseguran que para rayado fino (figuras pequeñas) el untado debe ser delgado y para rayado de figuras y cajas o baúles grandes, el untado debe ser grueso.

Limpiado o Baseado

El limpiado o baseado es la esencia y semi acabado de esta técnica. Este proceso es la distinción total respecto a la técnica del rayado punteado, porque al momento de ser rayada la caja o baúl, se prosigue a limpiar o basear la capa de maque que no tiene diseño, utilizando una pluma de gallina de punta dura o en su caso de pichón; quedando descubierto el color que fue pintada la primera capa llamada “barniz”. Los procesos que continúan son: Rayado, Lustre, Aceitado, y Quitado de aceite y estos son realizados de igual manera que los explicados en

209

que le corresponda para no ser embisagrada al revés, marcando la tapa y cajón con una línea a lápiz en la parte donde será insertada la bisagra. Así mismo, con el calador a la medida de la bisagra se coloca en la parte donde fue marcada dando un ligero golpe con el martillo para marcar la forma de la bisagra. Una vez señalada la medida se procede a quitar, con el formón, la madera donde será colocada la bisagra, dejando un cuadro descubierto y parejo para insertarla sin problemas. Realizado este proceso la bisagra se clava en la tapa y después en el cajón, quedando la caja bien cerrada. El proceso es igual para baúles de 30 a 80 cm, solo que se utilizan tornillos en sustitución de clavos.

Lavado

El lavado se realiza con una franela húmeda en la parte interior de la caja, quitando el polvo del lijado y residuos del embisagrado, quedando la madera limpia y de forma normal.

Desmanchado

Las cajas son desmanchadas con una franela mojada para quitar todas las huellas de manos y polvo que tiene en el exterior, así mismo con un algodón mojado de silicón se desmancha la laca ya que en el proceso del punteado o recorte la caja llega a ser manchada por algún color que se utiliza.

Relujado

El relujado se efectúa aplicando Simoníz (lustrador) y Cera Jhonson (brillo) con una franela, en la superficie externa de la caja. Se procede a pulir hasta quitar completamente estos productos quedando un brillo especial. En la actualidad este proceso se realiza con Bledge (lustrador-brillo) para maderas. Las cajitas debidamente relujadas, son tomadas cuidadosamente ya que el Bledge o Simoníz son resbalosos al aplicarse.

213

TOCTETL: Piedra blanca extraída de lugares especiales; cocida en el horno o suelo, molida en metate junto con el metlapil, obteniéndose una tierra blanca que constituye uno de los tres principales insumos para los artesanos locales.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Balvanera, P., E. Lott, G. Segura, C. Siebe, and A. Islas. 2002. Patterns of β -diversity in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Vegetation Science* 13:145-158.
- Barradas, V. 1991. Radiation regime in a tropical dry deciduous forest in western Mexico. *Theoretical Applied Climatology* 44:57-64.
- Berkes F, Folke C, Eds. 1998. Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge (UK): Cambridge University Press. Brown K. 2003. Integrating conservation and development: a case of institutional misfit. *Front Ecol Environ* 1(9):479-87. B
- Burgos, A., y J. M. Maass. 2004. Vegetation change associated with land-use in tropical dry forest areas of Western Mexico. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 104:475-481.
- Castillo, A., M. A. Magaña, A. Pujadas, L. Martínez, and C. Godínez. In press. 2005. Understanding rural people's relationship with tropical dry forest: a case study in Mexico. *Ecosystems*. pp. 12-15
- Ceballos G, Székely A, García A, Rodríguez P, Noguera F. 1999. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Chamela Cuixmala. México DF (México): Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. pp. 25-27
- Cervantes-Gutiérrez, V., M. López-González, N. Salas-Nava, and G. Hernández-Cárdenas. 2001. Técnicas para propagar especies nativas de selva baja caducifolia y criterios para establecer áreas de reforestación. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico, D.F. pp. 4-7.
- Cork, S., D. Shelton, C. Binning, y R. Parry. 2001. A framework for applying the concept of ecosystem services to natural resource management in Australia. In I. Rutherford, F. Sheldon, G. Brierley, y C. Kenyon,

218

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA MADERA DE LINALOE (*Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina)

Borja de la Rosa, A.¹; M. Fuentes-López²; E. Cruz-Cruz³; V. Mariles-Flores³; D. Vargas-Alvarez⁴; D. Ayerde-Lozada⁵; F. Solares-Arenas⁶; M. Gómez-Cárdenas³; S. Orozco-Cirilo³; J. F. Castellanos-Bolaños³, V. Serrano-Altamirano³

RESUMEN

En la presente investigación se determinaron las características tecnológicas de la madera de linaloe (*Bursera linanoe*) a partir de métodos no destructivos tales como: la anatomía microscópica, las propiedades físicas (densidad básica, contenido de humedad, punto de saturación de la fibra) y cálculo de los índices de las propiedades mecánicas, utilizando cilindros de madera que se obtuvieron con el taladro de Pressler de 12mm de diámetro. Una vez que se obtuvieron los cilindros, se protegió al árbol contra el daño de insectos y hongos. Con el método destructivo se determinaron las características macroscópicas, la densidad básica, las contracciones volumétricas y lineales. La elaboración de probetas de ambos métodos y la preparación de cortes microscópicos se realizó según la metodología empleada en el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Se encontró que la madera de linaloe es de color blanco, con aroma, textura media, hilo entrecruzado, de porosidad difusa; las zonas de crecimiento están formadas por una banda de fibras, la densidad básica se clasificó como muy ligera y con una estabilidad moderada. Las propiedades mecánicas fueron clasificadas como bajas. Se encontró una diferencia entre los árboles hembras y machos: en contenido de aceites, en la cantidad de canales gomíferos se encontró dos por mm² en las hembras y uno en los machos; en densidad básica y propiedades mecánicas, la madera de las hembras se identificó más pesada y más resistente. Se concluyó que la madera de linaloe es muy recomendable para el uso de artesanías, donde el olor aromático y el color blanco son características que le proporcionan un valor agregado.

¹ Profesor investigador Universidad Autónoma Chapingo.

² Investigador campo experimental San Martinito-Puebla. INIFAP.

³ Investigador Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP

⁴ Profesor investigador Universidad Autónoma de Guerrero.

⁵ Investigador Campo Experimental Iguala-Guerrero. INIFAP

⁶ Investigador Campo Experimental Zacatepec Morelos. INIFAP

222

muchos artesanos mal pagados por su trabajo, reemplazaron los materiales tradicionales por otros más baratos que no garantizan la calidad del producto: aceite de linaza en lugar de aceite de chía, anilina en lugar de tescaltetl, pintura comercial en lugar de pigmentos naturales y madera de pino o copal en lugar de madera de linaloe. Sin embargo, como alternativa de solución, desde 1994 se obtuvo la denominación de origen para garantizar al comprador la proveniencia, así como la calidad de las piezas.

Desde el punto de vista social se requieren más empleos bien pagados para abatir la pobreza (Warman, 2001), detener la migración y las competencias insanas entre artesanos ricos y pobres.

Si bien es cierto que una economía global exige volumen y calidad en la producción artesanal esta tendría que intensificarse o en su defecto industrializar el proceso de producción y modernizar las herramientas manuales. Este enfoque contrapone con la realidad local, pues se tiene profundamente arraigado el hecho que al industrializar la producción, dejaría de ser un producto artesanal manual y pasarían a producir en serie, de tal manera que se estaría acelerando el desarraigo natural del proceso de producción y se atenta con la cultura local muy arraigada, que por muchos años ha sido preservada y que ha dado valor a las piezas producidas por los artesanos, pues en ellos las generaciones anteriores han dejado su vida entera.

215

editors. Third Australian Stream Management Conference. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, Brisbane, Australia. pp. 11-16

Denzin NK, Lincoln YS. 2000. Introduction. The discipline and practice of qualitative research. . In: Denzin NK, Lincoln YS. Eds. Handbook of qualitative research. Sage Publications Thousand Oaks (CA). pp. 1-28.

Durán, E. 2004. Estructura, diversidad y mortalidad de los árboles del dosel del bosque tropical seco. Dissertation. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 21-25

Fontana A, Frey JH. 2000. The interview: from structured questions to negotiated text. In: Denzin NK, Lincoln YS. Eds. Handbook of qualitative research. Thousand Oaks (CA): Sage Publications. pp. 645-72. G

Frans Geilfus. 1997. Ochenta Herramientas para el Desarrollo Participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. ProchateIICA, San Salvador, el Salvador. 208 p.

Infante, G. S, y G. Zárate De Lara. 1990. Métodos Estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. 2ª Ed. 7ª. Reimpresión, Ed. Trillas. México. 643 p.

Hernández Sampieri. 1998. Metodología de la investigación. Edit. McGraw Hill, 2ª Edición. Mex. pp. 567

Hersch Martínez Paul, 2004. Linaloe, madera y aceite Esencial: Caso mexicano, Paul Hersch-Martínez. En Riquezas del bosque: Frutas, remedios y artesanías en América Latina. Editores: Citlalli López; Patricia Shanley; Martha Cuba Cronkleton. Centro para la Investigación Forestal Internacional. pp. 137

Hersch Martínez Paul; Robert Glass 2006. Linaloe: un reto aromático, diversas dimensiones de una especie mexicana, *Bursera*. INAH, 2006. 1a. ed. Serie de Colección Científica; Serie Etnohistoria. ISBN: 9789680301935 México D.F. 155 p.

INEGI-Colegio de postgraduados. 1999. Recursos agrícolas del trópico mexicano. México. pp. 15-19

219

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ALESNA: Varilla que requirió los servicios del herrero para darle punta, esta se fija a un mango para mejor desempeño.

AÑIL: Colorante obtenido por inmersión en agua de plantas indigóferas. Una vez decantado el colorante, sirve para teñir diversos tonos de azul.

AZARCON: Color anaranjado muy fuerte.

BETEADO: Es el centro de la madera llamado corazón. Es la causa principal del agradable aroma a linaloe.

CHÍA: *Salvia hispánica* L. es una planta anual de verano que pertenece a la familia de las Labiateae. Sus semillas ovaladas son de aproximadamente 2 milímetros de largo, de color negro o café oscuro y a veces blanco o gris. Esta especie se desarrolla en las áreas montañosas que se extienden desde el oeste central de México hasta el norte de Guatemala. La planta de Chía requiere un clima tropical o sub-tropical.

DESPRINGADO: Eliminación de residuos de laca que se quedan plasmados al momento de realizar el proceso de limpiado o baseado.

MAQUE O LACA: El maque es de origen Árabe y la laca es persa. La técnica consiste en decorar objetos con una mezcla hecha de diversos materiales minerales, vegetales y animales, especialmente aceites y tierras de diversos colores.

METATE: Artefacto hecho con piedra que tiene un plano inclinado, sobre él se muelen los insumos de la artesanía con la ayuda de un rodillo al que localmente se le conoce como metlapile.

METLAPILE: Es de la misma piedra que fue elaborado el metate, tiene la forma de un rodillo pero con extremos puntiagudos.

PIEDRA DE TEBERNAL: Bruñidor.

SISA: Es una mezcla de compuestos que se le agrega un diente de ajo, color azarcón y una piedra de tecoxtle hasta quedar un color café obscuro.

SUCHIPALE: Es una flor color amarilla que florea en el mes de septiembre, es cortada y secada para ser molida en metate para obtener color amarillo.

TECOXTLE: Tierra amarillenta que se encuentra en las montañas de los alrededores de Olinalá, Gro, esta se muele en metate y metlapil. Es sumamente indispensable para los artesanos.

TENAMASTLE: Juego de tres piezas de ladrillos modeladas que se usan para sostener el comal.

TEPEHUAJE: *Lysiloma divaricata* (Jacq.) J.F. Macbr. Árbol de madera muy dura, que sirve a los artesanos para elaborar un depósito de madera y es útil para mezclar sus colores de punteado y también les sirve a los doradores.

TESICALTETL: Piedra blanca extraída del pueblo de Huamuxtitlan, Gro; y de los alrededores de Temalacatzingo, Gro; es molida en molinos especiales hasta quedar en polvo.

TLALIXCATL: Algodón sucio usado en otros procesos de producción.

TLALPILOLE: Es la mezcla de tesicaltetl con la pintura comercial que son molidas en el metate.

216

217

- Lazos E, Paré L. 2000. Miradas indígenas sobre una naturaleza "entristecida": percepciones del deterioro ambiental entre nahuas del sur de Veracruz. México D. F. (México): UNAM, Plaza Valdés Editores. M pp. 16-19
- MA. 2003. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Island Press, Washington, D.C., USA. pp. 18-23
- Magaña MA. 2003. Actitudes y percepciones de productores rurales y sus familias hacia la conservación de la selva y el área natural protegida: Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México [dissertation]. Morelia (México): Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 217 p.
- Riswan Soedarsono y Hartanti Lies, 1995. Human impacts on tropical forest dynamics. *Vegetation* 121: pp. 41-52.
- Rowe, R., Sharma, N. P. & Browder, J. 1992. Deforestation: Problems, Causes and concerns. In: Sharma, N.P. (ed.). *Managing*. pp. 23-26
- Sheaffer et-al 1986. Elementos de muestreo. Edit. McGraw Hill. pp. 26-27
- Toledo, V. M., J. Carabias, C. Toledo and C. González-Pacheco. 1989. La producción rural en México: alternativas ecológicas. Fundación Universo XXI, México, D.F. pp. 22-24
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forests: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94: 133-142.
- Warman A. 2001. El campo mexicano en el siglo XX. México DF (México): Fondo de Cultura Económica. pp. 128

220

ANEXO 1. SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CAJITAS DE LINALOE.



221