

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

CONTENIDO:

Demanda 1. Monitoreo, evaluación de daños, manejo preventivo y control de la secadera y pudrición de raíz causadas por *Fusarium* spp, y las moscas fungosas *Bradysia* y *Lycoriella*.

Pág. 01 a 06

Demanda 2. Establecimiento y evaluación temprana de ensayos de progenies y ensayos clonales de 5 especies utilizadas en las plantaciones forestales comerciales del sureste de México.

Pág. 07 a 16

Demanda 3. Desarrollo de metodologías para el registro de proyectos forestales de Carbono y la certificación del incremento en el acervo de carbono en el marco de la Norma Mexicana NMX-AA-173-SCFI-2015.

Pág. 16 a 21

Demanda 4. Diseño y reingeniería de dos vehículos especializados de incendios forestales mediante sistema de contenedores modulares.

Pág. 21 a 25

Demanda 5. Métodos alternativos para la extracción de aceites esenciales en especies aromáticas (orégano, damiana, laurel, orégano de la sierra, poleo, etc.).

Pág. 25 a 29

Demanda 6. Innovación del proceso para la obtención de fibra o ixtle de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.), para mejorar su aprovechamiento.

Pág. 29 a 34

Demanda 1: Monitoreo, evaluación de daños, manejo preventivo y control de la secadera y pudrición de raíz causadas por *Fusarium* spp, y las moscas fungosas *Bradysia* y *Lycoriella*.

Divisiones de investigación forestal IUFRO

División 7.- Salud Forestal

Las enfermedades y los insectos en los viveros forestales.

Antecedentes:

En el caso de *Fusarium*, se han identificado con caracterización morfológica y molecular las especies: *F. circinatum*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans*, y *F. pseudocircinatum*. Sin embargo, *F. circinatum* es la especie aislada con mayor frecuencia (García-Díaz *et al.* 2017a y García-Díaz *et al.* 2017b). Se le han asociado pérdidas de al menos

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

el 30% de la producción de plantas en vivero. Es el hongo más común en los viveros e infecta desde plántulas hasta planta en desarrollo, y aunque en ocasiones la planta no muere, queda afectada y sale del vivero con infecciones en raíces, tallos y puntas, por lo que esta planta tendrá menor probabilidad de supervivencia en campo (Cibrián *et al.* 2008).

Para el caso de las moscas fungosas se tienen reconocidas dos especies: *Bradysia impatiens* y *Lycoriella ingenua*, causando pérdidas hasta de un 40% en *Pinus montezumae* (Marín-Cruz *et al.* 2016).

Problemática:

En la actualidad, el 90% de las plántulas de especies de coníferas que se producen en los viveros forestales en México se hace bajo el sistema de producción tecnificado, y utilizan diferentes tipos y tamaños de envases rígidos. En este sistema de producción, uno de los sustratos más utilizados es la llamada “mezcla base” compuesta por turba de musgo, perlita y vermiculita. Algunos de los problemas relacionados con el uso de esta mezcla incluyen la presencia cotidiana de enfermedades de la raíz y plagas.

Dentro de las principales enfermedades y plagas que causan pérdidas en los viveros se encuentran la pudrición de semilla y de raíz o secadera (*Fusarium* spp.) así como la mosca fungosa (*Bradysia* sp. y *Lycoriella* sp.). En el caso de *Fusarium* spp., puede ir en la semilla, que se lleva al almácigo o se utiliza en siembra directa en contenedor, sobre todo cuando no ha recibido tratamiento; el hongo puede estar como inóculo en la testa e incluso puede encontrarse internamente en la semilla. El síndrome inducido por el género *Fusarium* se puede encontrar en la mayoría de los viveros forestales sin importar el método de producción o la ubicación geográfica ya que es un género de amplia adaptación y distribución.

En el caso de *Bradysia* sp. y *Lycoriella* sp., el musgo que se genera en la superficie del sustrato y la alta humedad propician el desarrollo de larvas de este insecto. Dichas larvas pueden lesionar la periferia de las raíces con galerías superficiales, o sí es una raíz fina, la pueden consumir completamente. Las plantas que reciben lesiones pequeñas no mueren, pero quedan debilitadas y su follaje puede tornarse clorótico. La alimentación de la larva causa daños de marchitamiento, pérdida de vigor, crecimiento reducido y caída de hojas. En su estadio de larva y adulto, los insectos son portadores de esporas de hongos fitopatógenos, principalmente del género *Fusarium*, convirtiéndolos en vectores de este fitopatógeno.

La presencia de *Fusarium* spp., *Bradysia* y *Lycoriella*, afectan directamente el crecimiento y desarrollo de plantas en vivero y no se tiene definido un esquema adecuado para su manejo y control. A su vez, la pérdida de plantas en los viveros afecta las reforestaciones y plantaciones, así como a miles de usuarios y beneficiarios de estos programas e indirectamente a toda la población por los beneficios ambientales que se generan (captura de CO₂, retención de suelos, producción e infiltración de agua, hábitat de flora y fauna, entre otros).

Objetivo general:

Desarrollar un paquete tecnológico para el Manejo Integrado de Plagas¹ en los viveros forestales con producción de planta del género *Pinus* de clima templado/frío, con énfasis en *Fusarium* spp. y moscas fungosas.

¹ Con base en la Ley Federal de Sanidad Vegetal: Plaga se define como una forma de vida vegetal o animal o agente patogénico, dañino o potencialmente dañino a los vegetales; por lo que en este documento plaga abarca insectos y patógenos.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Objetivos específicos:

1. Realizar un diagnóstico de las principales plagas en los viveros forestales para definir síntomas, signos y daños.
2. Generar y validar un protocolo de monitoreo para plagas con los indicadores de salud, sustrato, calidad del agua y nutrición de planta.
3. Contribuir al sistema de alerta temprana para prevención y contención de plagas en viveros forestales.
4. Estudiar el efecto de diferentes mezclas de sustratos sobre la incidencia de *Fusarium* spp. y daños por *Bradysia* spp. y *Lycoriella* spp. en plantas de pinos.
5. Evaluar la concentración de N, P, K en el follaje de las plantas producidas en vivero y su relación con la afectación por *Fusarium* spp., *Bradysia* spp. y *Lycoriella* spp.
6. Evaluar y validar alternativas de manejo para la secadera y mosca fungosa.
7. Generar un manual de buenas prácticas de manejo fitosanitario, para prevenir y controlar plagas en viveros forestales.
8. Realizar eventos de presentación de resultados para viveristas y personal de CONAFOR, en manejo integrado de plagas en viveros forestales.

Productos esperados:

Producto 1	Descripción
Un diagnóstico de plagas en viveros forestales	<ul style="list-style-type: none"> • Un documento con los resultados del diagnóstico de los viveros muestreados.
Producto 2	Descripción
Un protocolo de monitoreo mediante indicadores de salud de planta, de sustratos, calidad de agua y de nutrición en los viveros forestales.	<ul style="list-style-type: none"> • Un documento detallado de la metodología y definición de indicadores de salud de planta en viveros forestales. • Un documento que describa los resultados de los experimentos sobre sustratos y las correlaciones de incidencia de las plagas respecto a los sustratos, calidad de agua y de nutrición de planta en los viveros forestales con la presencia de secadera y moscas fungosas. • Un formulario con los indicadores de salud con el fin de incorporarlo al sistema de alerta temprana para la prevención y control de plagas en viveros forestales.
Producto 3	Descripción
Un protocolo para evaluar incidencia y severidad de la secadera y daños por moscas fungosas en viveros forestales.	<ul style="list-style-type: none"> • Un documento que describa una metodología de diagnóstico de plagas en viveros forestales, considerando la NMX-AA-170-SCFI-2016 (Debe ser muy ilustrado (visual) y dirigido a personal del vivero (técnico y viveristas). • Un documento para estimar la incidencia y severidad para <i>Fusarium</i> spp, y umbral de daño ocasionado por moscas fungosas <i>Bradysia</i> y <i>Lycoriella</i>

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

	<ul style="list-style-type: none"> El documento debe estar en un formato PDF listo para reproducirse como un folleto técnico.
Producto 4	Descripción
Una memoria documental de los tratamientos utilizados como alternativas de manejo para la secadera y mosca fungosa.	<ul style="list-style-type: none"> Una memoria documental de los tratamientos utilizados para definir las mejores alternativas de manejo de control para la secadera y mosca fungosa. Un documento que contenga los diseños, análisis y resultados de los experimentos realizados para definir los diferentes tratamientos utilizados para la prevención, control y combate de <i>Fusarium</i> y moscas fungosas.
Producto 5	Descripción
Un "manual de buenas prácticas de manejo fitosanitario para prevenir y controlar plagas en viveros forestales".	<ul style="list-style-type: none"> Un documento ilustrado que contenga el manual de buenas prácticas de manejo fitosanitario para prevenir y controlar plagas en viveros forestales. En formato digital WORD y PDF, con imágenes de mínimo 2 MB y en físico, dos juegos a color (la forma alterna de la entrega se propone sea mediante un link para carpeta compartida.). Este documento debe estar en formato para impresión, y debe ser guía para los técnicos y productores de planta forestal del género <i>Pinus</i>.
Producto 6	Descripción
Eventos de transferencia de resultados.	<ul style="list-style-type: none"> Tres talleres de capacitación sobre buenas prácticas de manejo fitosanitario para prevenir y controlar plagas en viveros forestales, máximo 30 personas. dirigido a productores de planta del género <i>Pinus</i> y personal de la CONAFOR, considerando cubrir las zonas norte, centro y sur del país.

Consideraciones:

- Se realizará un diagnóstico fitosanitario durante la producción de plantas en al menos 20 viveros de las regiones; norte, centro, sur, occidente y oriente, definidos por la meta asignada, problemas recurrentes y diversidad de especies del género *Pinus*. Lo anterior, permitirá la actualización del diagnóstico fitosanitario de viveros forestales.
- Se debe obtener información directa e indirecta, la toma de muestras se realizará en las diferentes etapas del proceso de producción de plantas, efectuando al menos dos visitas a los viveros muestreados durante el ciclo de producción. Para el protocolo de monitoreo, evaluación de sustratos y manejo integrado para *Fusarium* spp., y *Bradysia* spp. y *Lycoriella* spp., se deberá utilizar plantas del género *Pinus*.
- Sobre alternativas de manejo (preventivo y curativo) se debe considerar el control biológico, químico y prácticas culturales.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

- d) El manual de buenas prácticas de manejo fitosanitario para prevenir y controlar plagas en viveros forestales, en un lenguaje sencillo, que podrá ser utilizado por los productores de plantas de clima templado frío, especialmente del género *Pinus*.
- e) Todos los documentos deben estar en formato PDF, ilustrado con formato JPG de mínimo 2MB, con estructura y contenido, la forma alterna de la entrega se propone sea mediante un link de carpeta compartida.

Lugar de aplicación del proyecto:

El proyecto es de aplicación nacional, en viveros forestales con producción de planta de clima templado, enfocados al género *Pinus*.

Usuarios de los productos:

- Las Gerencia de: Sanidad, Restauración y de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales de la CONAFOR.
- Las organizaciones sociales, gobiernos municipales o estatales que poseen y operan viveros forestales serán los beneficiarios directos de los productos que se generarán con esta demanda de investigación, pues les servirá para implementar las acciones de manejo para las plagas.
- La Secretaría de la Defensa Nacional será un usuario de los productos de esta investigación, ya que operan viveros con producción de planta para los programas de reforestación.
- Algunas dependencias de Gobierno Federal tales como, SAGARPA, INECC, CONABIO, CONANP también serán usuarias de los resultados de esta demanda; las Delegaciones de la SEMARNAT y las Dependencias de Medio Ambiente Estatales y de los Municipios. Además, miembros de la comunidad científica y técnica a nivel nacional e internacional.

Periodo de ejecución: 24 meses.

Monto de apoyo hasta: \$ 3.90 millones de pesos.

Datos de contacto:

M.C. Abel Plascencia González.
Gerente de Sanidad, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2900
Correo: abel.plascencia@conafor.gob.mx

Biól. Oscar de León Lara.
Supervisor de Tratamientos Fitosanitarios
Gerencia de Sanidad, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2904
Correo: odeleon@conafor.gob.mx

M.C. Yanet B. García Cruz.
Jefe de Depto. de Sanidad en Viveros y Plantaciones.
Gerencia de Sanidad, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2911
Correo: ygarcia@conafor.gob.mx

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Bibliografía:

Bell, D. K., H. D. Wells, and C. R. Markham. 1982. Antagonism *in vitro* of *Trichoderma* Species Against Six Fungal Plant Pathogens. *Phytopathology*. 72:379-382.

Cibrián T., D., S.E., García D., y B. Don Juan M. 2008. Manual de identificación y manejo de plagas y enfermedades en germoplasma y planta producida en viveros. CONAFOR. 155 p.

CONAFOR. 2016. La CONAFOR incrementa la calidad de la producción de planta. Boletín informativo 154. www.conafor.gob.mx:8080/documentos/download.aspx?articulo=6426.

Ezziyyani M., C. Pérez S., M. E. Requena, L. Rubio, y M.E. Candela. 2004. Biocontrol por *Streptomyces rochei* – Ziyani de la podredumbre del pimiento ("*Capsicum annuum* L.") causada por "*Phytophthora capsici*". *An Biol.*, 26: 69-78.

García D., S., E., D. Cibrián T., y D. Alvarado R. 2007. Damping –off y pudrición de raíz por *Fusarium*. *Fusarium oxysporum* Schltdl (Moniliales, Moniliaceae). In: Enfermedades forestales en México/Forest diseases in México. Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S.E. García D. (eds). 2007. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. pp: 502-505.

García-Díaz, S. E., A. Aldrete, D. Alvarado-Rosales, D. Cibrián-Tovar, J. T. Méndez-Montiel, G. Valdovinos-Ponce y A. Equihua-Martínez. 2017a. Efecto de *Fusarium circinatum* en la germinación y crecimiento de plántulas de *Pinus greggii* en tres sustratos. *Agrociencia* 51 (8): 895-908.

García-Díaz, S. E., A. Aldrete, D. Alvarado-Rosales, D. Cibrián-Tovar, J. T. Méndez-Montiel, G. Valdovinos-Ponce y A. Equihua-Martínez. 2017b. especies de *Fusarium* asociadas a la secadera y pudrición de raíz en pino, en viveros forestales de la región centro, patogenicidad y biocontrol. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 145 p.

Ley Federal de Sanidad Vegetal. Publicada en el Diario Oficial de Federación el 5 de enero de 1994 y sus reformas.

Marín-Cruz, V. H., D. Cibrián-Tovar, J. T. Méndez-Montiel, O. A. Pérez-Vera, J. A. Cadena-Meneses, H. Huerta, G. Rodríguez-Yam y J. A. Cruz-Rodríguez. 2015. Biología de *Lycoriella ingenua* y *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae) Madera y Bosques 2 (1):113-128.

Marín-Cruz, V. H., Rodríguez-Navarro, S., Barranco-Flrido, J. E., & Cibrián-Tovar, D. (2017). Insectistatic and insecticide activity of *Beauveria bassiana* in *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 23(3), 329-340. doi: 10.5154/r.rchscfa.2016.10.053

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2016. Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016 Certificación de la Operación de Viveros Forestales (cancela la NMX-AA-170-SCFI-2014). Diario Oficial de la Federación, 07 de diciembre de 2016.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Demanda 2: Establecimiento y evaluación temprana de ensayos de progenies y ensayos clonales de 5 especies utilizadas en las plantaciones forestales comerciales del sureste de México.

Divisiones de investigación forestal IUFRO

División 1.- Silvicultura

Ecología y silvicultura de plantaciones forestales tropicales.

División 2.- Fisiología y Genética

Antecedentes:

El mejoramiento genético es una herramienta tecnológica esencial para el desarrollo sustentable de las plantaciones forestales comerciales, ya que junto con otras disciplinas de la silvicultura, permite aumentar su productividad y calidad, de tal forma que se asegure el cumplimiento de las metas de producción en cantidad y calidad de los productos derivados de ellas. Además, permite reducir el turno de cosecha y aumentar la homogeneidad de la materia prima, reduciendo los costos de transporte y procesamiento industrial. Las diversas experiencias de los programas de mejora genética que se han desarrollado en otros países tropicales, muestran que es posible obtener ganancias genéticas entre 25 y 30 por ciento en la productividad y calidad de la madera en el primer ciclo de mejora si se utiliza material clonal (Ferreira, 1992; Jayaraj et al., 1996; Leksono et al., 2008; Wee et al., 2012; Mondi Forests, 1999). Estas ganancias genéticas pueden convertirse en ganancias económicas mayores si se considera el efecto adicional de la mejora en la calidad y homogeneidad de los árboles al momento de la cosecha.

Un programa de mejora genética con un esquema de evaluación de campo bien estructurado permite, además, mejorar el estado de salud de las plantaciones en su interacción con agentes bióticos y abióticos, así como aumentar la adaptabilidad de los árboles a las condiciones ambientales de los sitios de plantación. Este es un aspecto fundamental en el contexto de la región del sureste de México, ya que ofrece la oportunidad para ampliar la superficie disponible de plantación hacia terrenos que actualmente se consideran marginales para el crecimiento de estas especies con criterios de rentabilidad económica. Por otro lado, la identificación y propagación de genotipos con mayor capacidad de adaptación y plasticidad fenotípica ante diferentes condiciones ambientales, es crucial para asegurar la producción sostenida de las plantaciones comerciales en el entorno de cambio climático que se pronostica en el mediano plazo para esta región del planeta.

Las experiencias generadas en otros países, muestran claramente que los beneficios económicos derivados de un programa de mejora genética en especies forestales, asegura la rentabilidad de la inversión inicial. Sin embargo, un programa de mejora genética forestal coordinado a nivel regional e integrado directamente con las actividades operativas de plantaciones comerciales en el sureste del país es todavía más eficiente, ya que por economía de escala permite reducir sus costos. Un programa de esta naturaleza permitiría, además, obtener mayores ganancias genéticas al ampliar la intensidad de selección y los ambientes de evaluación mediante la integración de los materiales seleccionados por diferentes instancias en sus esfuerzos individuales. La integración y coordinación de las actividades de mejora genética

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

que actualmente se realizan en la región hacia un objetivo común, aumentaría el impacto a corto plazo de la calidad del germoplasma en las plantaciones, asegurando la continuidad y visión de largo plazo del programa.

El avance del programa de mejora genética de cualquier especie, depende en gran medida de la rapidez con la que se establezcan ensayos de evaluación genética para validar el valor genético y genotípico de árboles superiores seleccionados en el campo. Los ensayos de progenies de árboles seleccionados, establecidos en condiciones de clima y suelo diversos, permiten obtener valores genéticos (reproductivos) de los árboles seleccionados, así como recrear la variabilidad genética al mezclar genes de los genotipos superiores seleccionados. Por su parte, los ensayos clonales permiten evaluar de manera directa el valor genotípico de los árboles superiores seleccionados en campo, para su uso como material vegetativo en el establecimiento de plantaciones forestales clonales en el corto plazo. El establecimiento de ambos ensayos de forma paralela para la evaluación genética de los árboles seleccionados fenotípicamente en las plantaciones y ensayos ya existentes, permitiría seleccionar los individuos de mejor desempeño para iniciar un nuevo ciclo de evaluación genética y validar clones de segunda generación que se propagarían con mayor intensidad para obtener plantaciones comerciales más productivas y con mayor calidad de madera.

Uno de los principales problemas en la perspectiva a largo plazo en un programa de mejora genética de especies forestales, es salvaguardar los recursos genéticos de valor actual o futuro para el desarrollo del programa. Por esta razón se considera prioritario iniciar desde los primeros años del programa, el establecimiento de un banco o reserva clonal en el que se incorporen todos los árboles superiores seleccionados en las plantaciones, ensayos de procedencias y ensayos de progenies disponibles para el programa.

Esta reserva genética no solo es útil para conservar los materiales de mayor calidad, sino que también ofrece la oportunidad de mantener una población base con suficiente diversidad genética para los siguientes ciclos de mejora y permite la flexibilidad requerida en caso de que sea necesario modificar los criterios de selección o incorporar nuevas características de interés para las plantaciones (White *et al.*, 2007). El banco clonal también es útil al programa operativo de mejora genética para realizar cruzamientos (cruzas controladas) entre los diferentes clones, que permitan generar nuevas combinaciones de características deseadas dentro de una misma especie o entre especies relacionadas para el desarrollo de híbridos inter-específicos.

En las últimas décadas se han iniciado proyectos importantes de plantaciones forestales comerciales en el sureste de México, especialmente en la región que incluye los estados de Tabasco, Campeche, Chiapas, Veracruz y Oaxaca. Estos proyectos de plantaciones se han orientado a la obtención de múltiples productos maderables y no maderables y a la fecha han evolucionado en programas a largo plazo de empresas forestales establecidas en la región. Entre las principales especies incluidas en estos programas se incluye a *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Eucalyptus urophylla* (y el híbrido *urograndis*), *E. pellita*, y *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (orientado más a la obtención y uso del híbrido con *Pinus elliottii*). Para asegurar un mayor crecimiento y productividad de los árboles se ha considerado necesario combinar las actividades culturales asociadas al manejo silvícola de la plantación con actividades permanentes de mejora genética.

En un diagnóstico realizado recientemente en las plantaciones de la región mencionada, se encontró que a la fecha se han realizado diversas actividades de mejoramiento genético en esas especies con diferente grado de éxito y diferentes perspectivas de permanencia a largo plazo, por lo que existen amplias oportunidades de mejora genética a corto plazo (CONAFOR, 2017a). En la región hay aproximadamente 40 mil hectáreas de plantaciones forestales

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

comerciales de estas especies, con edad e información suficiente para implementar una estrategia integrada de mejora genética a nivel regional, que permita reducir los costos de las actividades de mejora y aumente el potencial de respuesta genética y los beneficios económicos derivados del uso de germoplasma mejorado en toda la región de interés. Un programa de mejora genética bien estructurado e implementado a nivel regional es esencial para el desarrollo sostenible de las plantaciones forestales comerciales a largo plazo. El programa de mejora genética permite aumentar la productividad y calidad de los diversos productos esperados, así como reducir el turno de cosecha y aumentar la homogeneidad de la materia prima, reduciendo los costos de procesamiento industrial.

Sin embargo, dado que cada especie presenta diferente grado de avance en las actividades de mejora, así como una problemática distinta en cuanto al nivel de integración y disponibilidad de fuentes de germoplasma, es necesario establecer un programa específico de mejora genética para cada una de ellas, de acuerdo a sus circunstancias particulares en la región.

Problemática:

En la región de interés, la cual es la más dinámica en cuanto al establecimiento de plantaciones forestales comerciales del país, únicamente algunos programas de plantaciones realizan actualmente actividades sistemáticas de mejoramiento genético, más allá del control del origen del germoplasma utilizado para establecer las plantaciones; en muchos casos, incluso, se desconoce de manera precisa el origen nativo y la calidad del germoplasma empleado.

Un diagnóstico realizado recientemente en las plantaciones comerciales de la región, reveló que existe un uso limitado de germoplasma mejorado. A continuación se describe la situación del germoplasma utilizado en las plantaciones comerciales para cada especie:

Gmelina arborea: Todas las plantaciones comerciales establecidas en la región con esta especie se han realizado por semilla. No se ha utilizado material vegetativo en forma operativa pero existe el interés de explorar esta opción en el futuro. Se ha introducido material genético de varios países de Centro y Sudamérica, pero no se tiene información precisa sobre el origen geográfico de dicho material, por lo que existe el riesgo de que éste tenga una base genética restringida, además la calidad genética del germoplasma es muy variada y heterogénea. En el estado de Campeche una empresa ha avanzado en la selección de árboles superiores y en el establecimiento de ensayos para la evaluación de procedencias, progenies y clones a nivel local, y ha establecido una área semillera, pero en las otras zonas de la región solo se tienen identificados árboles de buena calidad, candidatos para la selección de árboles superiores y se han establecido (o están en proceso de establecerse) un ensayo de procedencias y algunos rodales y áreas semilleras

Tectona grandis: Las principales fuentes de semilla utilizadas en la región han provenido de un huerto semillero de Costa Rica y Brasil, pero no se pudo conocer el origen natural (procedencia) de esta semilla. Existe el riesgo de que la mayoría del germoplasma utilizado en las plantaciones de teca, tenga un mismo origen geográfico (procedencia), con una base genética restringida. La semilla importada proviene de rodales y huertos semilleros. Se han establecido ensayos de procedencias de teca en la región, pero muy poco de este material ha sido utilizado en las plantaciones comerciales, o para aumentar la base genética del germoplasma introducido. Se han desarrollado protocolos de clonación por cultivo de tejidos y en años recientes la mayor proporción de la superficie plantada es con material clonal, a partir de clones importados que están siendo evaluados en campo. Para esta especie existen actividades sistemáticas de mejora genética bien establecidas y en marcha, con objetivos y metas definidas, integradas en un programa de mejoramiento genético del germoplasma, pero no se

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

conocen los detalles por razones de confidencialidad al interior de las empresas. Se ha iniciado la selección y evaluación de árboles superiores en una red de ensayos clonales en la región, con el propósito de incorporarlos al jardín clonal para su multiplicación masiva vía enraizamiento de estaquillas y cultivo de tejidos.

Eucalyptus urophylla: Las plantaciones de la especie en la región se iniciaron con el uso de semilla adquirida de Brasil (Aracruz Forestal) y otros países con diferentes grados de mejoramiento, aunque no se tiene el dato del origen natural. En la zona que va de Las Choapas en el sur del estado de Veracruz al municipio de Huimanguillo en el estado de Tabasco, las primeras plantaciones también se realizaron con semilla hasta el año 2012 y a partir del 2013, se están utilizando esquejes enraizados de árboles seleccionados de las plantaciones locales. En la zona de Tenosique – Balancán, no se ha establecido ningún ensayo de procedencias, pero se cuenta con áreas semilleras derivadas de la selección de árboles de buena calidad al momento de la cosecha y de algunos ensayos de progenie. También existe un ensayo clonal con árboles seleccionados en las plantaciones de la región. En la zona de Huimanguillo-Las Choapas, se tienen establecidos seis ensayos de procedencias, tres de ellos con una edad avanzada (siete años), dos de seis años y uno de dos años de edad. En la zona de Tuxtepec – Palomares, Oaxaca, se tienen dos ensayos de progenie (uno de *E. urophylla* y otro de *E. grandis*) con material seleccionado de plantaciones operativas de las empresas. Algunas empresas cuentan con protocolos de clonación de la especie por enraizado de estacas y han establecido jardines clonales para la propagación masiva de material mejorado en las plantaciones operativas. No existe un programa de cruzas controladas entre los materiales seleccionados en los ensayos de *E. urophylla*, aunque se explora con la posibilidad de producir híbridos de *E. urophylla* con *E. pellita* y también existe la posibilidad de usar *E. grandis* para producir el híbrido *E. urograndis*.

Eucalyptus pellita: Todas las plantaciones comerciales de *E. pellita* establecidas en la región se han realizado por semilla. La calidad del germoplasma utilizado incluye semilla obtenida de rodales y huertos semilleros. Inicialmente se introdujo semilla del banco de germoplasma del CATIE, y de Brasil a través del Instituto de Pesquisas y Estudios Forestales (IPEF), pero debido a su pobre desempeño en las parcelas de prueba, se introdujo otro germoplasma proporcionado por CSIRO de Australia, con el cual se establecieron las primeras plantaciones operativas. Actualmente se utiliza semilla procedente de los árboles seleccionados en las plantaciones de mayor edad en la zona (materiales locales). Las actividades de mejora genética que se han realizado hasta la fecha han sido modestas, incluyen el establecimiento de parcelas de evaluación o prueba, la selección y evaluación de árboles superiores y el desarrollo de protocolos de propagación vegetativa, para la clonación de los árboles seleccionados, por lo que existen oportunidades amplias para desarrollar un programa integrado de mejora genética de la especie en la región.

Pinus caribaea: En las plantaciones establecidas en la región se han utilizado como propágulos semillas y estacas enraizadas. Inicialmente, las plantaciones operativas fueron de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y del híbrido *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (PEE x PCH), ambas generadas por semilla que procede de huertos semilleros asexuales de primera generación, con material seleccionado en Sudamérica a partir de fuentes reintroducidas de otros países. Las estacas provienen de materiales seleccionados de ensayos establecidos en las zonas de plantación evaluados a corta edad, así como de materiales evaluados y seleccionados en ensayos de procedencias y progenies en otras regiones. En años recientes se inició un programa de mejora con el establecimiento de parcelas de evaluación de especies, incluyendo algunas variedades de *P. caribaea*, así como ensayos de procedencias y familias seleccionadas por CAMCORE o de materiales obtenidos por medio de intercambio con otras empresas internacionales. Se ha iniciado la selección temprana de árboles superiores (plus) y

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

de buena calidad a partir de los ensayos de procedencias y en las plantaciones jóvenes. Se tiene además varios ensayos de procedencias, familias y clones de la especie *Pinus caribaea* (PCH) y del híbrido *P. elliottii* x *P. caribaea* (PEE x PCH) en proceso de evaluación. Se cuenta con un jardín clonal, se ha desarrollado el protocolo de enraizado para la multiplicación masiva de los clones seleccionados y se trabaja en el cruzamiento para la obtención de nuevos clones híbridos.

En la región de interés se han realizado introducciones importantes de germoplasma de las especies de rápido crecimiento y algunas empresas privadas en la región han iniciado algunas actividades de mejoramiento genético con ellas, aunque con diferente grado de avance y éxito en función de la magnitud y continuidad de los esfuerzos realizados. A pesar de que en algunos casos no se conoce de manera precisa el origen nativo (procedencia geográfica) y la calidad del germoplasma empleado en las plantaciones ya establecidas, es evidente que en la región en su conjunto, no se ha aprovechado de manera efectiva todo el potencial genético de este germoplasma, por lo que existen amplias oportunidades de mejora genética a corto plazo. En la región existe una superficie cercana a 40 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales establecidas de las especies de interés, con edad e información suficiente para desarrollar una estrategia de mejoramiento genético que considere actividades sistemáticas de selección, evaluación, propagación y cruzamiento de los materiales sobresalientes, con una visión regional, de largo plazo e integrada a las actividades operativas de plantaciones comerciales que llevan a cabo empresas y plantadores independientes (CONAFOR, 2017b).

Con la finalidad de iniciar un programa de mejora genética para las especies de interés en la región, se plantea la presente demanda de investigación que sentará las bases para integrar y coordinar las actividades de mejora genética que actualmente se realizan en la región, incrementando el impacto a corto plazo de la calidad del germoplasma y la productividad de las plantaciones

Objetivo general:

Establecer las primeras etapas de una estrategia operativa de mejora genética de las especies *Gmelina arborea*, *Eucalyptus pellita*, *Tectona grandis*, *Eucalyptus urophylla* y *Pinus caribaea*, las cuales son las cinco principales especies utilizadas en plantaciones forestales comerciales del sureste de México.

Objetivos específicos:

1. Establecer y evaluar ensayos de progenies y ensayos clonales de individuos seleccionados de las cinco especies de interés.
2. Establecer un banco clonal de genotipos seleccionados de las cinco especies de interés para su conservación *ex situ* y utilización en apoyo al programa operativo de mejora genética.
3. Desarrollar investigación orientada a generar bases para la continuidad del programa operativo de mejora genética.

Productos esperados:

Los siguientes productos se deberán elaborar considerando las cinco especies de interés, excepto cuando se especifique que es para una o más especies:

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Producto 1	Descripción																		
Documento del proceso de selección de árboles superiores para los ensayos de progenies.	<ul style="list-style-type: none"> Descripción del proceso utilizado para la selección de los árboles superiores para los ensayos de progenies, incluyendo una ficha técnica para cada uno. 																		
Producto 2	Descripción																		
Documento del proceso de selección de árboles superiores para los ensayos clonales.	<ul style="list-style-type: none"> Descripción del proceso utilizado para la selección de los genotipos superiores para los ensayos clonales, cuando estos sean diferentes a los árboles seleccionados para los ensayos de progenies, incluyendo una ficha técnica para cada uno. 																		
Producto 3	Descripción																		
Establecimiento en campo de ensayos de progenies y ensayos clonales.	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento en campo de los siguientes ensayos en la región de interés: <table border="1" data-bbox="550 801 1364 1624"> <thead> <tr> <th>Especie</th> <th>Número de ensayos de progenies</th> <th>Número de ensayos clonales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Gmelina arborea</i></td> <td>4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.</td> <td>6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos cada uno.</td> </tr> <tr> <td><i>Eucalyptus pellita</i></td> <td>4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 40 árboles seleccionados cada uno.</td> <td>6 a 8 ensayos, con al menos 40 genotipos cada uno.</td> </tr> <tr> <td><i>Tectona grandis</i></td> <td>4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.</td> <td>6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos cada uno.</td> </tr> <tr> <td><i>Eucalyptus urophylla*</i></td> <td>4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.</td> <td>6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos* cada uno.</td> </tr> <tr> <td><i>Pinus caribaea**</i></td> <td>4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.</td> <td>6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos cada uno, del híbrido <i>Pinus elliotii</i> x <i>caribaea</i>.</td> </tr> </tbody> </table>	Especie	Número de ensayos de progenies	Número de ensayos clonales	<i>Gmelina arborea</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos cada uno.	<i>Eucalyptus pellita</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 40 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 40 genotipos cada uno.	<i>Tectona grandis</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos cada uno.	<i>Eucalyptus urophylla*</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos* cada uno.	<i>Pinus caribaea**</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos cada uno, del híbrido <i>Pinus elliotii</i> x <i>caribaea</i> .
	Especie	Número de ensayos de progenies	Número de ensayos clonales																
	<i>Gmelina arborea</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos cada uno.																
	<i>Eucalyptus pellita</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 40 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 40 genotipos cada uno.																
	<i>Tectona grandis</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos cada uno.																
	<i>Eucalyptus urophylla*</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos* cada uno.																
	<i>Pinus caribaea**</i>	4 a 6 ensayos, con la progenie de al menos 60 árboles seleccionados cada uno.	6 a 8 ensayos, con al menos 60 genotipos cada uno, del híbrido <i>Pinus elliotii</i> x <i>caribaea</i> .																
*Incluye al híbrido <i>E. urograndis</i> y a <i>E. grandis</i>																			
**Incluye al híbrido <i>P.elliotii</i> X <i>P. caribaea</i> y a las dos fuentes parentales																			
Producto 4	Descripción																		
Documento con la descripción de diseños experimentales	<ul style="list-style-type: none"> Descripción del diseño experimental de cada ensayo de progenie. 																		
Producto 5	Descripción																		
Mapa de ubicación de los ensayos establecidos.	<ul style="list-style-type: none"> Mapa y shape file de ubicación geográfica del polígono de cada ensayo, de progenies y clonal, establecido. 																		

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Producto 6	Descripción												
Bitácora de seguimiento.	<ul style="list-style-type: none"> Bitácora de seguimiento del crecimiento y supervivencia de las familias (progenies) y clones incluidos en cada ensayo, con el porcentaje de mortandad por cada factor identificable. 												
Producto 7	Descripción												
Programa de mantenimiento de los ensayos.	<ul style="list-style-type: none"> Documento con los programas de mantenimiento de cada ensayo, de progenies y clonal, establecido. 												
Producto 8	Descripción												
Documento de resultados de evaluación temprana.	<ul style="list-style-type: none"> Documento con los resultados de la evaluación temprana del crecimiento y de características de interés, de las progenies y los clones de las especies de interés. 												
Producto 9	Descripción												
Anexo técnico y fotográfico	<ul style="list-style-type: none"> Anexo técnico y fotográfico (mínimo 4MB por imagen) del proceso de establecimiento de cada ensayo de progenie y clonal. 												
Producto 10	Descripción												
Establecimiento en campo de un banco clonal.	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de un banco clonal de genotipos seleccionados para las cinco especies de interés, con el siguiente número de individuos: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Especie</th> <th>Número mínimo de genotipos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Gmelina arborea</i></td> <td>80</td> </tr> <tr> <td><i>Eucalyptus pellita</i></td> <td>50</td> </tr> <tr> <td><i>Tectona grandis</i></td> <td>80</td> </tr> <tr> <td><i>Eucalyptus urophylla*</i></td> <td>80</td> </tr> <tr> <td><i>Pinus caribaea**</i></td> <td>120</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Incluye al híbrido <i>E. urograndis</i> y a <i>E. grandis</i> **Incluye al híbrido <i>P.elliottii</i> X <i>P. caribaea</i> y a las dos fuentes parentales</p>	Especie	Número mínimo de genotipos	<i>Gmelina arborea</i>	80	<i>Eucalyptus pellita</i>	50	<i>Tectona grandis</i>	80	<i>Eucalyptus urophylla*</i>	80	<i>Pinus caribaea**</i>	120
Especie	Número mínimo de genotipos												
<i>Gmelina arborea</i>	80												
<i>Eucalyptus pellita</i>	50												
<i>Tectona grandis</i>	80												
<i>Eucalyptus urophylla*</i>	80												
<i>Pinus caribaea**</i>	120												
Producto 11	Descripción												
Documento del proceso de selección de genotipos adicionales para el banco clonal.	<ul style="list-style-type: none"> Descripción del proceso utilizado para la selección de los genotipos superiores que se establezcan en el banco clonal, cuando sean diferentes a los utilizados en los ensayos de progenie y clones. 												
Producto 12	Descripción												
Estudio de diversidad genética del banco clonal.	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de diversidad y base genética por especie, de los genotipos establecidos en el banco clonal. 												
Producto 13	Descripción												
Documento del esquema de colaboración.	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar e implementar un esquema de colaboración entre empresas plantadoras, gobiernos e instituciones de investigación, para dar certeza y continuidad a los trabajos de mejora genética en la región de interés 												

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Producto	Descripción
Producto 14	Descripción
Documento con la descripción de la fenología.	<ul style="list-style-type: none"> Descripción de la fenología reproductiva (etapas) de las cinco especies de interés.
Producto 15	Descripción
Protocolo de manejo de polen y de polinización controlada.	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo y descripción de protocolos para el manejo de polen y la polinización controlada de <i>Pinus caribaea</i>, <i>Eucalyptus pellita</i> y <i>E. urophylla</i>.
Producto 16	Descripción
Protocolo de establecimiento in vitro y multiplicación de pinos tropicales.	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo y descripción de un protocolo para el establecimiento in vitro y multiplicación de <i>Pinus elliottii</i> x <i>caribaea</i>.
Producto 17	Descripción
Documento de caracteres de interés de clones de <i>Eucalyptus pellita</i> .	<ul style="list-style-type: none"> Caracterización física y tecnológica de la madera de clones candidatos de <i>Eucalyptus pellita</i>, incluyendo las siguientes características: color, densidad básica, duramen, propensión al rajado y rectitud de hilo.
Producto 18	Descripción
Documento con la estimación de parámetros genéticos para características de interés de <i>Eucalyptus pellita</i> .	<ul style="list-style-type: none"> Descripción de los parámetros genéticos (heredabilidad y correlaciones genéticas) estimados para las características físicas y tecnológicas de la madera en edades tempranas de <i>Eucalyptus pellita</i>.
Producto 19	Descripción
Realizar Foros de Transferencia de Tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> Realizar al menos tres Foros de Transferencia de Tecnología de los resultados en la región de estudio.

Consideraciones:

- La selección de los árboles superiores de las cinco especies de interés, se debe realizar en las plantaciones forestales comerciales existentes en la zona de estudio. También, se podrá hacer uso de germoplasma de genotipos que resulten de interés para los plantadores cooperantes, o con motivo de algún intercambio científico. Todo lo anterior de acuerdo con lo que se determine en el esquema de colaboración que se desarrollará e implementará.
- Los ensayos de progenie y los ensayos clonales, se deberá distribuir estratégicamente en toda la región sureste de México, procurando abarcar las diferentes condiciones climáticas presentes con potencial para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales. y con el siguiente orden de prioridad entre los estados: Tabasco, Veracruz, Chiapas, Campeche y Oaxaca.
- Los terrenos en los que se establezcan los ensayos, deberán estar libres de conflictos y se deberá procurar en todo momento la certeza de la perdurabilidad de los mismos. En el esquema de colaboración, se deberá definir la forma de participación en este tema.
- Los foros de Transferencia de Tecnología de los resultados en la región de estudio, se realizarán en coordinación con la CONAFOR

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

- e) En cuanto al producto 9 (la forma alterna de la entrega se propone sea mediante un link de carpeta compartida).

Lugar de aplicación del proyecto:

Sureste de México, comprendiendo las áreas aptas para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales de las cinco especies de interés en los estados de Tabasco, Chiapas, Veracruz, Campeche y Oaxaca.

Usuarios de los productos:

- Plantadores forestales comerciales operativos, titulares de autorizaciones o registros para establecer plantaciones forestales comerciales, propietarios y poseedores de terrenos preferentemente o temporalmente forestales que busquen establecer plantaciones forestales comerciales, productores de planta forestal y gobiernos de los tres niveles.

Periodo de ejecución: 60 meses.

Monto de apoyo hasta: \$9.00 millones de pesos.

Datos de contacto:

Ing. Hugo Medrano Farfán.
Gerente de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2200
Correo: hugo.medrano@conafor.gob.mx

M.C. Diego Montiel Oscura.
Jefe del Departamento de Información y Desarrollo, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2218
Correo: dmontiel@conafor.gob.mx

Bibliografía:

CONAFOR, 2017a (en línea). Situación actual del germoplasma utilizado en los programas de plantaciones forestales comerciales en el sureste de México. Zapopan, Jalisco, México. 125 p. <<https://www.gob.mx/conafor/documentos/plantaciones-forestales-comerciales-27940>>

CONAFOR, 2017b (en línea). Propuesta de mejora genética en apoyo a los programas de plantaciones forestales comerciales en el sureste de México. Zapopan, Jalisco, México 94 p. <<https://www.gob.mx/conafor/documentos/plantaciones-forestales-comerciales-27940>>

Ferreira, M. 1992. "Melhoramento e Silvicultura intensiva clonal". IPEF. Vol. 45. pp. 22 – 30.

Jayaraj, R. S. C., C. S. Kannan, R. Hedge, K. G. Ajith-Kumar, K. S. Venkataramanan, and K. Gurusurthi. 1996. A comprehensive method of assessing Eucalyptus clonal trials. Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos. Agosto 24-29. Salvador, Brasil. pp: 35-42.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Leksono, B., S. Kurinobu, and Y. Ide. 2008. Realized genetic gains observed in second generation seedling seed orchards of *Eucalyptus pellita* in Indonesia. *Journal of Forest Research* 13:110-116.

Mondi Forests.1999. *Mondi Forest Tree Improvement Research (1968-1998) 30 Years in Perspective*. Mondi Forest a division of Mindi Ltd. 64 p.

Wee, A. K. S., C. H. Li, W. S. Dvorak, and Y. Hong. 2012. Genetic diversity in natural populations of *Gmelina arborea*: implications for breeding and conservation. *New Forests* 43: 411–428.

White, T. L., T. W. Adams and D. B. Neale. 2007. *Forest Genetics*. CAB International, Oxford. 682 p.

Demanda 3: Desarrollo de metodologías para el registro de proyectos forestales de Carbono y la certificación del incremento en el acervo de carbono en el marco de la Norma Mexicana NMX-AA-173-SCFI-2015.

Divisiones de investigación forestal IUFRO

División 9.- Política y Economía Forestal

Valoración de los servicios de los ecosistemas y los mercados de carbono.

Antecedentes:

En el contexto del problema global del cambio climático, el sector forestal tiene un rol importante, ya que los bosques y las selvas pueden llegar a ser grandes reservorios de Carbono y contribuir a la mitigación del problema a través de la remoción de Gases de Efecto Invernadero de la atmósfera terrestre.

Según el Informe 2015 de la Evaluación Mundial de los Recursos Forestal, los bosques y selvas del mundo almacenan en su biomasa alrededor de 296 Gt de Carbono.

El Sistema Nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación de México ha estimado existencias de Carbono para varios ecosistemas de México: se reporta, por ejemplo, 33.6 ton C/ha para Bosques de Coníferas Primarios, 22.1 ton C/ha para los mismos bosques en condición secundaria. Para las Selvas, los acervos varían entre 17.4 y 40.4 ton C/ha para la condición primaria, y entre 12.6 y 19.7 ton C/ha para la condición secundaria.

Con estos valores, combinados con datos de actividad (cambios y permanencias en las diferentes categorías de uso de suelo y vegetación), el sector LULUCF (uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, por sus siglas en Inglés) reportó emisiones de 32 millones de Toneladas de CO₂e; sin embargo, las remociones de las tierras forestales que permanecieron como forestales fue de 173 MtonCO₂e, que descontadas de sus emisiones hacen un sumidero neto de Carbono.

Las primeras estrategias globales reconocieron el potencial de los bosques y selvas para mitigar el problema del cambio climático, a través de actividades como la aforestación y la reforestación.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

De esta forma, se ha desarrollado un conjunto de estándares alrededor del mundo con la finalidad de establecer reglas claras que doten de certeza y transparencia a proyectos forestales que deseen certificar los incrementos en los acervos de carbono, los cuales pueden ser utilizados por países, empresas, entidades subnacionales, etc. para cumplir obligaciones de reducción de emisiones (mercado regulado), o bien, para ayudar a mitigar la huella de carbono de aquellas entidades, públicas o privadas que por estrategia comercial o compromiso social deseen hacerlo (mercado voluntario).

En el año 2012, la CONAFOR realizó un estudio y evaluación para el desarrollo de la propuesta de una NMX para el registro de proyectos forestales, que continuó en el 2013 con la inclusión de la propuesta de NMX en el Suplemento Oficial de Normalización (GT NMX). El proceso culminó el 15 de junio del 2015 con la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la norma NMX-AA-173-SCFI-2015.

El diseño y elaboración de la NMX-AA-173-SCFI-2015 ha involucrado un extenso proceso participativo que reúne las experiencias y puntos de vista de los actores relevantes y usuarios potenciales de la misma.

El objetivo de esta norma establece las especificaciones y requisitos mínimos para obtener el registro de proyectos forestales de carbono y la certificación de incremento en los acervos de carbono generados por dichos proyectos.

La norma es de cumplimiento voluntario y es aplicable dentro del territorio nacional y va dirigida a propietarios forestales bajo cualquier régimen de propiedad.

Problemática:

El 15 de junio de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Mexicana NMX-AA-173-SCFI-2015 la cual establece las especificaciones y los requisitos mínimos para obtener el registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en los acervos de carbono generados por dichos proyectos.

Esta norma atiende la necesidad del país de desarrollar un marco de referencia basado en buenas prácticas y un proceso de aseguramiento costo-efectivo de la calidad de los créditos de carbono forestal a nivel nacional que dote de certeza a las transacciones que se pudieran dar entre vendedores y compradores de éstos créditos de carbono en un mercado potencial futuro.

Un componente importante de la norma son las metodologías que deben aplicarse para desarrollar los proyectos de carbono forestal. El propósito de las metodologías es generar un marco de procedimientos estandarizados que aseguren la consistencia técnica de los proyectos y por lo tanto certidumbre en los créditos de carbono que se generen a través de estos proyectos.

Debido a que el propósito final de los proyectos de Carbono es generar una oferta de un bien a comercializar (Dióxido de Carbono removido de la atmósfera) la certidumbre juega un rol fundamental en la calidad y en el precio de este bien (Unidades de Carbono Removidas). Las metodologías referidas tienen esa función: conformar un estándar que dote de certeza al mercado.

Las metodologías son definidas, según el propio texto de la Norma, de la siguiente manera:

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Metodología aprobada: Herramienta de determinación de línea base, adicionalidad, cuantificación y monitoreo del incremento en el acervo de carbono, determinación de riesgo de la no-permanencia, entre otras, que ha sido aprobada por la CONAFOR, con el apoyo del INECC y de un Consejo Técnico Consultivo designado para dicho propósito (pág. 6).

De la misma manera la norma establece con respecto a las metodologías, entre otras cosas, lo siguiente (cita textual, pág. 19-20):

4.3.7 Metodologías de cuantificación de GEI y determinación de línea base.

4.3.7.1 *La CONAFOR, con el apoyo del INECC y del Consejo Técnico Consultivo constituido para dicho propósito, deben establecer los requerimientos y criterios para diseñar, evaluar y/o aprobar metodologías requeridas para la aplicación de la presente norma, así como para evaluar periódicamente la vigencia de las metodologías ya aprobadas. La lista de metodologías, así como los criterios para su evaluación se publicarán en la página de internet de la CONAFOR.*

4.3.7.2 *Los proyectos deben utilizar las metodologías aprobadas por el Consejo Técnico Consultivo de acuerdo al numeral 4.3.7.1 para cuantificar y monitorear el incremento en el acervo de carbono forestal, determinar la adicionalidad, la línea base, las fugas y la permanencia del incremento en el acervo de carbono del proyecto y cumplir con los criterios especificados en los principios 2, 3 y 4 de los apéndices normativos A y B. La metodología debe contener condiciones de aplicabilidad para especificar qué actividades son aplicables, y establecer los criterios que describen las condiciones bajo las cuales la metodología puede, o no, aplicar. Cualquier condición de aplicabilidad establecida en las herramientas o módulos utilizados por la metodología también deben ser tomados en cuenta. La lista de metodologías aprobadas estará disponible en la página de internet de la entidad operadora.*

Estas metodologías se han desarrollado en el contexto de otras iniciativas y estándares internacionales (Mecanismo de Desarrollo Limpio -MDL, por ejemplo), sin embargo, no existe un grupo de metodologías que certifiquen proyectos nacionales o que abarquen todas las actividades elegibles en la NMX-173.

La norma en su transitorio número cuatro establece lo siguiente:

CUARTO: Las metodologías aprobadas por la CONAFOR con el apoyo del INECC y del Consejo Técnico Consultivo, así como la información a entregar en el reporte anual y el canal adecuado para entregarlo, se publicarán en la página de internet de la CONAFOR en un plazo máximo de tres meses después de constituido el Consejo Técnico Consultivo. En tanto no se publiquen las metodologías aprobadas, las metodologías que podrán ser utilizadas para la aplicación de la presente norma serán aquellas que cumplan los estándares, salvaguardas y niveles de confianza contenidos en la presente norma.

En función de lo anterior, la existencia de metodologías nacionales para el diseño de proyectos de carbono forestal es condición necesaria para el desarrollo de un mercado de créditos de carbono forestal en México, y por lo tanto una necesidad fundamental e insoslayable de desarrollo de investigación forestal.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Objetivo general:

Generar metodologías amplias, científicamente robustas y consistentes para operar la Norma Mexicana NMX-AA-173-SCFI-2015 para el registro de proyectos forestales de Carbono y la certificación del incremento en el acervo de carbono.

Objetivos específicos:

1. Realizar el estado del arte de las metodologías para registrar proyectos forestales de carbono y/o certificar el incremento en el acervo de carbono, que involucre los estándares del mercado regulado y del mercado voluntario.
2. Desarrollar una metodología para el registro de proyectos forestales de carbono y certificación del incremento en el acervo de Carbono, por cada actividad elegible de la NMX.
3. Desarrollar un protocolo de validación de la NMX con ejercicios prácticos.
4. Realizar eventos de transferencia de resultados a actores relacionados con el uso de las metodologías y personal de la CONAFOR.

Productos esperados:

Producto 1	Descripción
Informe con un diagnóstico y análisis de las metodologías y herramientas metodológicas existentes en los diferentes estándares nacionales e internacionales, incluida una evaluación de su aplicabilidad y/o adaptabilidad a la NMX.	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar exhaustivamente metodologías y herramientas metodológicas existentes en los diferentes estándares nacionales e internacionales.
Producto 2	Descripción
Metodología para el registro de PFC y certificación del incremento en el acervo de Carbono, por a) Reforestación, b) Aforestación, c) Regeneración Forestal, d) Manejo Forestal Sustentable, e) Conservación Forestal y f) Cultivos Agroforestales.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estas metodologías deberán estar orientadas al cumplimiento de los 7 principios de la NMX, y deben contemplar variaciones que las hagan aplicables a diferentes condiciones nacionales (al menos para tres tipos de ecosistemas: bosques, selvas y matorrales).
Producto 3	Descripción
<p>Protocolo de validación de la NMX con ejercicios prácticos por cada actividad elegible de la NMX y tipo de ecosistema.</p> <p>Informe de la aplicación del protocolo con la validación de la NMX.</p> <p>Metodologías calibradas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El protocolo de validación deberá considerar procedimientos costo efectivos que aseguren que su aplicación sea expedita y económicamente viable.
Producto 3	Descripción

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

<p>Eventos de presentación de resultados regionales</p>	<ul style="list-style-type: none">• Tres eventos los cuales se realizarán en coordinación con la CONAFOR (centro, norte y sur, dirigidos a personal de CONAFOR y actores relacionados con el uso de las metodologías)• Informe por evento que debe incluir: lista de participantes, material fotográfico, anexar la presentación o material del participante y evaluación del evento demostrativo.
---	---

Consideraciones:

Ninguna.

Lugar de aplicación del proyecto:

Escala nacional.

Usuarios de los productos:

- Comisión Nacional Forestal (en particular la Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal).
- Propietarios forestales bajo cualquier régimen de propiedad (ejidal, comunal, propiedad privada o federal) interesados en el desarrollo y obtención del registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en los acervos de carbono generados por dichos proyectos.
- Instituciones relacionadas con el tema.
- Organizaciones de la sociedad civil vinculadas con el tema.

Periodo de ejecución: 36 meses.

Monto de apoyo hasta: \$ 5.00 millones de pesos.

Datos de contacto:

Rubí Angélica Cuenca Lara.
Subgerencia de análisis e información Forestal, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 4205
Correo: rcuenca@conafor.gob.mx

Eder Larios Guzmán.
Responsable de reporte y registro de la Unidad Técnica especializada en MRV, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 8051
Correo: elarios.ute@conafor.gob.mx

Bibliografía:

Norma Mexicana NMX-AA-173-SCFI-2015 para el registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en el acervo de carbono. 92 pág.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

CARB. 2016. U.S. Forests Offsets Projects. California Monitoring, Reporting and Verification Requirements. Climate Change Program Operation Section. California Air Resources Board. Presentation *.pptx. 24 pág.

Demanda 4: Diseño y reingeniería de dos vehículos especializados de incendios forestales mediante sistema de contenedores modulares.

Divisiones de investigación forestal IUFRO.

División 3.- Operaciones de Ingeniería Forestal y Gestión

Operaciones forestales en condiciones montañosas.

División 8.- Ecosistema Forestal

Desastres naturales y administración de riesgos.
Incendios forestales.

Antecedentes:

En los constantes esfuerzos por encontrar el equipo adecuado para atender y controlar los incendios forestales, la Comisión Nacional Forestal a través del Programa Nacional de Prevención de Incendios Forestales (PNPIF), adquirió en el año 2003 los primeros vehículos especializados de uso de agua llamados Carros Motobomba modelo FL-70.

En nuestro país, el uso eficiente del agua para el combate de incendios forestales se comenzó a utilizar en el equipo aéreo a partir del año 1988 y para el 2004, se adiciona el uso del agua en equipos terrestres, con la operación de 11 carros motobomba y en 2005 con el uso de 7 motobombas portátiles.

En la actualidad, se cuenta con 63 vehículos equipados para el uso de agua, de los cuales 24 corresponden al tipo II (UNIMOG U5000) con capacidad de 3,500 a 4,000 Lts., 37 al tipo III (26 F-550 y 11 FL-70) con capacidad en el tanque de 1,800 a 2,000 Lts. y 2 unidades tipo VI (cuatrimoto polaris) con capacidad de 200 Lts. de agua y retardante.

De los carros Motobomba tipo III, 11 unidades del modelo FL-70 se encuentran distribuidos uno en cada de las siguientes Gerencias Estatales: Baja California, Campeche, Chiapas, Ciudad de México, Coahuila, Durango, Jalisco, Michoacán, Quintana Roo, San Luis Potosí y Yucatán.

Problemática:

Los carros motobomba son vehículos tipo todoterreno equipados con uno o varios contenedores de agua y líquido retardante, juegos de mangueras, un motor independiente y una bomba hidráulica que permite recargar sus tanques y descargar con alta presión el líquido haciendo mezclas simultáneas de agua y líquido retardante. Estos vehículos tienen la capacidad de recargar sus depósitos de agua en forma independiente.

Al integrar estos equipos especializados a las actividades de prevención y control de incendios forestales, los combatientes de incendios forestales reciben soporte que les permite trabajar en un ambiente más seguro. Por otra parte, y de manera directa, se obtienen mejores resultados y reducen las pérdidas de bienes e infraestructura en las zonas de interfaz urbano-forestal.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

De acuerdo con las características de los carros motobomba se requiere que el personal que los opere esté debidamente calificado, conozca sus capacidades y limitaciones, así como manejarlo de una manera segura y eficaz. Por otra parte, debido al tipo de equipo especializado que tienen estos carros motobomba y el papel crucial en el combate contra incendios forestales que desempeñan, es necesario mantenerlos en óptimas condiciones de uso, mediante mantenimientos constantes, y de tecnología, al permitir hacer frente a las contingencias de una manera segura y eficaz.

Actualmente los vehículos presentan deficiencias por desgaste de los equipos (motobomba), lo cual limita la capacidad de descargas de agua con la presión requerida para el combate de incendios forestales. Además, la CONAFOR no cuenta con el personal especializado para el mantenimiento de los equipos; esto aunado a la poca o nula especialización en el mercado nacional, lo cual se traduce en altos costos de mantenimiento.

Por ende la importancia de adecuar y actualizar los equipos así como mantener una capacitación permanente al personal usuario para aumentar la seguridad en la operación y la eficiencia del equipo especializado.

Objetivo general:

Rehabilitar el parque vehicular existente de modelos FL-70 mediante el diseño y construcción de dos sistemas de contenedores modulares, el primero con un sistema de bombeo adaptable y otro con equipos que integren un centro de mando móvil.

Objetivos específicos:

1. Diseñar y construir al menos un sistema modular de combate contra incendios (equipo hidráulico de alta presión, agua/agua-espuma) compatible con el parque vehicular existente en CONAFOR de vehículos del modelo FL-70.
2. Diseñar y construir al menos un sistema modular tipo centro de mando móvil compatible con el parque vehicular existente en CONAFOR de vehículos del modelo FL-70.
3. Realizar capacitación a personal de CONAFOR y la elaboración de manuales para el uso y mantenimiento básico del sistema.

Productos esperados:

Con base en los objetivos específicos los productos a entregar se dividen en dos grupos, rediseño y renovación para un vehículo FL-70 y otro para el Centro de Mando Móvil.

Producto 1	Descripción
Sistema modular de combate contra incendios compatible con vehículos FL-70	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de parque vehicular existente • Diseño y validación de propuesta de modificación vehicular • Selección de proveedores y equipos • Elaboración de planos y diagramas de construcción • Elaboración de documentación de mantenimiento y construcción • Construcción de sistema • Pruebas en campo del sistema en condiciones de operación normales.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

	<ul style="list-style-type: none"> Manual de Operación y mantenimiento básico de sistema modular de combate contra incendios. Solicitud de Registro de Modelo de Utilidad o de Diseño Industrial o según sea el caso ante el IMPI del sistema modular de combate contra incendios.
Producto 2	Descripción
Sistema modular tipo centro de mando móvil compatible con vehículos FL-70	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de parque vehicular existente Diseño y validación de propuesta de modificación vehicular Selección de proveedores y equipos Elaboración de planos y diagramas de construcción Elaboración de documentación de mantenimiento y construcción Construcción de sistema y .habilitación para la comunicación operación en campo. transmisión Pruebas en campo del sistema en condiciones de operación normales Manual de Operación y mantenimiento básico de sistema modular tipo centro de mando móvil. Solicitud de Registro de Modelo de Utilidad o de Diseño Industrial o según sea el caso ante el IMPI del sistema modular tipo centro de mando móvil.
Producto 3	Descripción
Evento de la Transferencia de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> Evento de entrenamiento a personal seleccionado por la CONAFOR en los siguientes temas: operación y mantenimiento básico de sistema modular de combate contra incendios y operación y mantenimiento básico de sistema modular tipo centro de mando móvil.

Consideraciones:

En general, los contenedores, tanto los que contienen equipo contra incendios, como los que conforman el centro de mando móvil deberán cumplir con las siguientes características:

- Cada contenedor deberá tener capacidad para ser transportable por carretera, ferrocarril y mar.
 - Deberán cumplir con la norma internacional de carga según STANAG 2832. El perfil de vida siguiente para una duración de 20 años. Carril: 5000 km a 80 km / h.
 - Deberán resistir a la resonancia del buque transmitido. El perfil de vida siguiente para una duración de 20 años. Mar: 100 días (2400 horas).
 - Cada contenedor deberá tener la capacidad de ser levantado por una grúa sin poner en peligro la integridad estructural.
 - La estructura de cada habitáculo (sin el equipo) deberá resistir una caída de 150 milímetros de acuerdo con MIL STD 810F.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

- El equipo de cada contenedor deberá estar sujeto mecánicamente al piso, techo y / o paredes para cumplir con los requisitos de transportabilidad descritos.
- Cuando sean desplegados sobre el terreno, los contenedores no deberán causar presiones superficiales mayores de 300 kPa (c/u).
- b) Los centros de gravedad deberán estar debidamente balanceados.
- c) Los materiales deberán ser no higroscópicos. Serán resistentes a la humedad, no permitirán la generación de bacterias, resistentes a soluciones degradantes. Además de propiedades mecánicas acordes al tipo de uso del sistema.
- d) Los contenedores deberán estar equipados en sus esquinas superior e inferior con sistema de sujeción ISO (8 esquinas ISO) que cumplan con las recomendaciones ISO 1161.
- e) Deberá contar con interruptores de emergencia de fácil acceso para interrumpir toda la energía eléctrica producida o distribuida.
- f) Seguridad de cada contenedor.
 - Alarma de CO luminosa y auditiva. Deberá ser posible activarlo manualmente.
 - Se proveerán extintores, extintores manuales y extintores apropiados. Estarán ubicados en la puerta, lado interno.
 - Escotilla de emergencia
- g) El habitáculo y todos los componentes en contacto con el exterior deberán resistir el efecto de la niebla salina sin corrosión o daños mecánicos.
- h) En el caso del contenedor con equipo de combate contra incendios, se deberá de contar con al menos el siguiente equipo:
 - Tanque de almacenamiento de agua con capacidad entre 3500 y 4000 litros.
 - Bomba de agua de alta presión.
 - Equipo mezclador agua/espuma.
 - Recipiente para transportar espuma en líquido.
 - Monitor (pistolas).
- i) Para el caso del contenedor que albergará el centro de mando móvil, se deberá considerar las siguientes características:
 - Puede ser construido en un contenedor simple o expandible
 - Se deben de considerar las necesidades de comunicación de servicio satelital de banda ancha con sus correspondientes terminales remotas, equipo de mobiliario consistente en una mesa de trabajo con gavetas integradas y cuatro sillas, equipo multimedia que consiste en cuatro monitores de pantalla plana, de equipo de cómputo con periférico de impresión y ergonomía de acuerdo al tipo de actividades que desempeñan los combatientes de incendios forestales, estableciendo como prioridad la seguridad de los operarios y la naturaleza táctica del mismo.
 - Deberá tener la capacidad ser desplegado en sitio en caso de ser necesario y:
 - Contar con un sistema de generación electrogénica.
 - La naturaleza y especificaciones particulares de los equipos del sistema de combate a incendios, así como del centro de mando móvil, deberán ser seleccionadas en conjunto con los responsables de CONAFOR.
- j) El evento de entrenamiento a personal se realizará en coordinación con la Gerencia de Manejo del Fuego de la CONAFOR siendo la sede en el Centro Regional de Manejo del Fuego Occidente (debe incluir manual del participante).
- k) El informe del evento incluirá (lista de participantes, material fotográfico, anexar la presentación o material del participante y evaluación del evento).

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Lugar de aplicación del proyecto:

Cobertura nacional.

Usuarios de los productos:

- La Gerencia de Manejo del Fuego de la CONAFOR.
- Los responsables de la operación y servicios técnicos de los vehículos de las Gerencias Estatales de la CONAFOR.

Periodo de ejecución: 12 meses.

Monto de apoyo hasta: \$7.00 millones de pesos.

Datos de contacto:

Ing. Alfredo Nolasco Morales.
Gerente de Manejo del Fuego, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2700
Correo: anolasco@conafor.gob.mx

Bibliografía:

Informe de resultados sobre la operación del carro Motobomba, Ing. Sotelo Parra Anselmo. 2006, Programa de Incendios Forestales en el Distrito Federal- Comisión Nacional Forestal. 25 páginas.

Programa Nacional de Prevención de Incendios Forestales 2013-2018.

Demanda 5: Métodos alternativos para la extracción de aceites esenciales en especies aromáticas (orégano, damiana, laurel, orégano de la sierra, poleo, etc.).

Divisiones de investigación forestal IUFRO.

División 1. Silvicultura.

Silvicultura y gestión en las regiones áridas y semiáridas.

División 5.- Productos Forestales.

Productos forestales no madereros.

Antecedentes:

El aprovechamiento de los productos forestales no maderables (PFNM) se realiza por recolección; con el fin de generar beneficios económicos, muchas veces representan la única fuente alternativa de ingresos económicos de la población rural de las zonas áridas y semiáridas de nuestro país, que coadyuvan al bienestar familiar mediante el suministro de recursos adicionales a los obtenidos por el trabajo asalariado, o bien a través de las actividades agrícolas, pecuarias o forestales (FAO, 1995 ; Tapia y Reyes, 2008).

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Se calcula que de las 20,000 especies vegetales que existen en el país, sólo 950 de estas se le pueden obtener productos forestales no maderables (PFNM) útiles, y el 10% de éstas se comercializa, además se encuentran sujetas a alguna forma de regulación gubernamental. En las zonas áridas y semiáridas se estima que alrededor de 450 especies tienen un uso actual, 425 son de uso local y regional pero sólo 25 especies tienen un uso comercial.

Para revalorizar la importancia de los PFNM, debemos partir del conocimiento de sus características únicas y potenciales, con el fin de fortalecer los mecanismos, lineamientos y la diversificación de su aprovechamiento y uso múltiple, dentro del concepto de sustentabilidad, mediante el impulso a la transferencia de tecnología, la organización productiva y su comercialización, el manejo técnico, la conservación, la promoción de esquemas de financiamiento y asistencia técnica, así como el establecimiento de un sistema de información para su seguimiento y control.

Dentro de las especies forestales no maderables se encuentran las aromáticas o que proveen de algún aceite esencial. Los aceites esenciales son sustancias aromáticas de constitución lipídica encontradas en todas las plantas, son numerosos y se localizan en las distintas partes de la planta: raíces, tallos, hojas, flores y frutos. Además son componentes heterogéneos de terpenos, sesquiterpenos, ácidos, ésteres, fenoles, lactonas, separables por métodos químicos o físicos, como la destilación, la refrigeración, la centrifugación entre otros (Vázquez et al., 2001).

Los aceites esenciales son los principales constituyentes del aroma y sabor de las especias. Estos son destilados por arrastre de vapor sencillo, en seco, a vacío u obtenidos por presión en frío (Farrel, 1985).

Debido a la importancia de los PFNM en las zonas áridas del Centro y Norte del país, se requiere contar con métodos alternativos para la extracción de aceites esenciales en especies aromáticas (orégano, damiana, laurel, orégano de la sierra, poléo, etc.).

Problemática:

La producción forestal no maderable de las zonas áridas cuenta con múltiples problemas, entre ellos la búsqueda de herramientas y equipo que permita el procesamiento de grandes volúmenes de materia prima y la obtención de buenos rendimientos, además de la calidad que el mercado requiere, teniendo en cuenta siempre el costo beneficio en la inversión para la adquisición de la tecnología adecuada para sus procesos productivos.

Actualmente el aprovechamiento de plantas aromáticas para la obtención de aceites esenciales es una práctica poco común entre los productores rurales, básicamente ellos comercializan el producto sin darle ningún valor agregado. En el caso de los productores que extraen los aceites esenciales de las plantas aromáticas utilizan equipos semi industriales de muy baja calidad, generalmente ensamblados por personal no calificado en la construcción de equipos para estos fines.

El proceso de extracción del aceite más común es la destilación por arrastre de vapor, donde se obtienen rendimientos bajos, las propiedades y composición del aceite en ocasiones no son aptos para su comercialización directa, teniendo que refinar, purificar u procesar nuevamente el compuesto para obtener un producto más puro y de mejor calidad.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Por lo anterior, se hace necesario contar con métodos alternativos para la extracción de aceites esenciales en especies aromáticas (orégano, damiana, laurel, orégano de la sierra, poléo, etc.).

Objetivo general:

Desarrollar innovaciones tecnológicas para el proceso de extracción de aceites esenciales mediante el rediseño de un equipo microindustrial, adaptado a las condiciones de los productores rurales; que permita elevar la producción y mejorar la calidad del producto final.

Objetivos específicos:

1. Realizar un diagnóstico para la identificación de los métodos, equipos y maquinaria existente para la extracción de aceites esenciales, obteniendo información sobre beneficio- costo, características y disponibilidad y condiciones de existencia, pureza y calidad del producto.
2. Rediseñar un equipo microindustrial para la extracción eficiente de aceites esenciales que pueda ser operado por productores rurales en sus comunidades.
3. Divulgar los resultados a los productores dedicados al manejo y aprovechamiento de las especies seleccionadas.

Productos esperados:

Producto 1	Descripción
Documento descriptivo con información sobre las tecnologías y métodos identificados y comparativos entre los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> • Comparativo entre los métodos alternativos identificados para la extracción de aceites esenciales (orégano, damiana, laurel, orégano de la sierra, poléo, etc.) utilizados actualmente, identificando los más eficientes teniendo en cuenta la problemática del productor, relación beneficio-costo, volumen de producción por día y pureza del producto final.
Producto 2	Descripción
Documento que describa el cambio o modelo innovador propuesto, la tecnología utilizada y su impacto en el producto final.	<ul style="list-style-type: none"> • Información técnica que describa la mejora tecnológica del método de extracción de aceite, según la tecnología seleccionada, indicando rendimientos, composición química, pureza y combustible o fuentes de energía utilizada en comparación con los equipos ya existentes. • Base de datos de los sitios de muestreados • Deberá presentar un análisis de los productos identificados en el diagnóstico.
Producto 3	Descripción
Prototipo del equipo para la extracción eficiente de aceites esenciales.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informe del análisis de la calidad de los aceites obtenida del prototipo diseñado. ▪ Documento en PDF que contenga la propuesta de especificaciones de materiales del prototipo

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Documento en PDF que contenga el diseño de las modificaciones, adecuaciones o mejoras del prototipo. ▪ Manual de operación del equipo microindustrial para la extracción de aceites esenciales. ▪ Equipo funcional a nivel microindustrial validado para la extracción eficiente de aceites esenciales. (incluye informe del proceso de validación). ▪ Solicitud de Registro de Modelo de Utilidad o de Diseño Industrial o según sea el caso ante el IMPI del prototipo microindustrial para la extracción eficiente de aceites esenciales.
Producto 4	Descripción
Eventos de transferencia de resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Dos eventos demostrativos de la tecnología con productores en los estados de Durango y Tamaulipas,

Consideraciones:

- a) En la propuesta técnica y económica a presentar deberá considerarse la inclusión de investigadores especializados en el diseño, desarrollo y validación del equipo microindustrial.
- b) La metodología a emplear deberá ser clara y a detalle para el logro de los objetivos y productos finales.
- c) Las bases de datos de los sitios muestreados (georeferenciados e incluyendo las variables de medición realizadas).
- d) La colecta del material deberá de realizarse en lugares que cuenten con constancia de aviso de aprovechamiento vigente.
- e) Los eventos deberán ser en coordinación con la CONAFOR, el informe del debe contener: lista de participantes, material fotográfico, anexar la presentación o material del participante y evaluación del evento demostrativo.

Lugar de aplicación del proyecto:

Los estados prioritarios del Proyecto de Desarrollo Sustentable para las Comunidades rurales de Zonas semiáridas (Regiones Norte-Mixteca) tendrán lugar en Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas; sin embargo su impacto permitirá replicar el proyecto al resto de las áreas semiáridas del país.

Usuarios de los productos:

- Productores de las zonas áridas y semiáridas el país
- La Gerencia de Fomento a la Producción Forestal Sustentable de CONAFOR.
- Productores de los PFNM de las especies seleccionadas.
- Dependencias de Gobierno Federal como la Comisión Nacional de Zonas Áridas, los Gobiernos de los Estados y Municipios.

Periodo de ejecución: 24 meses.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Monto de apoyo hasta: \$1.60 millones de pesos.

Datos de contacto:

Ing. José Antonio Pérez Ledezma.
Departamento de Aprovechamiento Forestal No Maderable, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2339
Correo: perez.antonio@conafor.gob.mx

M.C. Pedro Alberto Castillo Castillo
Coordinador del Proyecto de Desarrollo Sustentable para las Comunidades Rurales de Zonas Semiáridas (PRODEZSA), CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2054
Correo: zonasaridas01@conafor.gob.mx

Bibliografía:

FAO. 1995. Memoria–Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe. Serie forestal N° 1. Dirección de Productos Forestales, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

Farrel, K. T. 1985. Spices, Condiments and Seasonings Avi Connecticut. EE.UU. 414p.

Tapia T., Estrella del C. y R. Reyes Ch. 2008. Productos forestales no maderables: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. Madera y Bosques. 4(3): 95-112.

Vásquez, O., Alva y Marreros, J. 2001. Extracción y caracterización del aceite de jengibre. Elsevier. Nueva York. EE.UU. 707p.

Demanda 6: Innovación del proceso para la obtención de fibra o ixtle de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.), para mejorar su aprovechamiento.

Divisiones de investigación forestal IUFRO

División 1. Silvicultura

Silvicultura y gestión en las regiones áridas y semiáridas.

División 5.- Productos Forestales

Productos forestales no madereros.

Antecedentes:

El aprovechamiento de los productos forestales no maderables (PFNM) se realiza por recolección; con el fin de generar beneficios económicos, muchas veces representan la única fuente alternativa de ingresos económicos de la población rural de las zonas áridas y semiáridas de nuestro país, que coadyuvan al bienestar familiar mediante el suministro de recursos adicionales a los obtenidos por el trabajo asalariado, o bien a través de las actividades agrícolas, pecuarias o forestales (FAO, 1995 ; Tapia y Reyes, 2008).

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Se calcula que de las 20,000 especies vegetales que existen en el país, sólo 950 de estas se le pueden obtener productos forestales no maderables (PFNM) útiles, y el 10% de éstas se comercializa, además se encuentran sujetas a alguna forma de regulación gubernamental. En las zonas áridas y semiáridas se estima que alrededor de 450 especies tienen un uso actual, 425 son de uso local y regional pero sólo 25 especies tienen un uso comercial.

Para revalorizar la importancia de los PFNM, debemos partir del conocimiento de sus características únicas y potenciales, con el fin de fortalecer los mecanismos, lineamientos y la diversificación de su aprovechamiento y uso múltiple, dentro del concepto de sustentabilidad, mediante el impulso a la transferencia de tecnología, la organización productiva y su comercialización, el manejo técnico, la conservación, la promoción de esquemas de financiamiento y asistencia técnica, así como el establecimiento de un sistema de información para su seguimiento y control.

Las plantas proveedoras de fibra natural juegan un papel muy importante, debido a los usos múltiples que estas poseen. Para este caso específico se trata del Agave lechuguilla Torr. (Lechuguilla). Esta planta ha representado por años una fuente importante de ingresos para los campesinos de las zonas áridas del centro-norte de México. En realidad el aprovechamiento del ixtle se puede considerar la actividad forestal-industrial más importante de estas zonas, debido que a pesar de ser una de las pocas opciones de subsistencia de la población rural, es la de mayor magnitud y tradición, principalmente en los estados de Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas.

La demanda de fibra de la lechuguilla es nacional e internacional y en algunos otros países de Asia y Europa se ha incrementado el interés por este producto debido a que el desempeño obtenido difícilmente se compara con fibras sintéticas de plástico como el polipropileno o los poliésteres. Sin embargo, desde hace 60 años la demanda de esta fibra denominada ixtle ha disminuido de manera drástica, especialmente para el uso en cuerdas y lazos, debido a la baja competitividad en los costos de producción, aprovechándose de esta situación las empresas con más competitividad que se dedican a la producción masiva de resinas como las poliamidas, poliésteres y poliofelinas.

Por la importancia de los PFNM en las zonas áridas del Centro y Norte del país, se requiere contar con una innovación tecnológica en el proceso para la obtención de fibra o ixtle de lechuguilla (Agave lechuguilla Torr.), para mejorar su aprovechamiento.

Problemática:

La producción forestal no maderable de las zonas áridas cuenta con múltiples problemas, entre ellos la búsqueda de herramientas y equipo que permita el procesamiento de grandes volúmenes de materia prima y la obtención de buenos rendimientos, además de la calidad que el mercado requiere, teniendo en cuenta siempre el costo beneficio en la inversión para la adquisición de la tecnología adecuada para sus procesos productivos.

Asimismo, la extracción de la fibra de ixtle del Agave lechuguilla Torr., es una actividad que se realiza desde hace 100 años de la misma manera, tallando de forma manual los cogollos (hojas más tiernas de la planta) con un instrumento llamado “tallador” (instrumento similar a un cuchillo sin filo) que sirve para despulpar la hoja, “banco” pedazo de madera sobre el cual se talla la fibra y el “bolillo” (instrumento de madera con forma ovalada) que utiliza el productor para

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

sujetar la fibra al momento de ser tallada, el producto resultante del despulpado es llamado “guishe” y contiene hormonas y otros componentes que causan irritación y a la larga deforman las manos de los talladores. Esta es una de las principales actividades de subsistencia de los habitantes de las zonas áridas del centro-norte de México. En promedio, un tallador experimentado obtiene 6 kg de ixtle por día con el tallado manual.

Por otra parte, la extracción mecánica de la fibra de lechuguilla se inició en la década de 1970, cuando surgen las primeras máquinas “ripiadoras”, cuyo diseño consistía en un tambor macizo de madera con clavos y que funcionaba a base de energía eléctrica (Mayorga et. al., 2004).

En la actualidad, las máquinas desfibradoras no difieren mucho de los primeros prototipos, un cilindro metálico con clavos incrustados de una pulgada de largos que funcionan con energía eléctrica. (Castillo et. al., 2005).

El tallado con maquinaria genera aspectos positivos y negativos para la comercialización de la fibra. Un aspecto negativo se debe a la menor calidad de la fibra, derivado del maltrato mecánico que sufre esta por los clavos y a una mayor cantidad de residuos orgánicos que quedan adheridos a ella, además, la fibra sufre de manchado durante el proceso de desfibrado y no se seca uniformemente, por lo cual, al obtener menor calidad se tiene menor precio por su venta. Sin embargo, con el desfibrado a máquina el productor puede tallar mayor cantidad de fibra por jornada laboral y con menor esfuerzo (Castillo, et. al., 2005).

Por lo anterior, se hace necesario contar con una innovación tecnológica del proceso para la obtención de fibra o ixtle de lechuguilla (Agave lechuguilla Torr.), que mejore la calidad del producto y sea más seguro para el operador.

Objetivo general:

Desarrollar innovaciones tecnológicas del proceso de extracción de fibra de lechuguilla mediante el rediseño de un equipo microindustrial para elevar la producción y mejorar la calidad del producto final, impulsando la competitividad en el mercado, el valor agregado e incrementando los ingresos y calidad de vida de los productores rurales.

Objetivos específicos:

1. Realizar un diagnóstico para la identificación de métodos, equipos y maquinaria existente para la extracción de fibra de lechuguilla, obteniendo información sobre costos, características y disponibilidad y condiciones de existencia.
2. Rediseñar un equipo microindustrial para la extracción eficiente de fibra de lechuguilla para ser operado por productores rurales en sus comunidades.
3. Realizar propuestas de uso alternativo para los residuos (guishe) del tallado de la fibra.
4. Divulgar los resultados a los productores dedicados al manejo y aprovechamiento de las especies seleccionadas.

Productos esperados:

Producto 1	Descripción
Documento descriptivo con información sobre las tecnologías y métodos identificados y	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización técnica de los equipos analizados para la obtención de fibra (rendimientos, capacidad instalada para la producción, costos de adquisición,

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

comparativos entre los equipos.	<p>costos de operación, costos de mantenimiento, características del producto obtenido).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipificación de productores, acorde a las necesidades de transformación, para visualizar el tipo y capacidad de maquinaria que se adapta a sus necesidades (fibra).
Producto 2	Descripción
Documento que describa el cambio o modelo innovador de la tecnología utilizada para cada producto y su impacto en el producto final.	<ul style="list-style-type: none"> • Información técnica de los cambios propuestos a la tecnología o equipo para la extracción de fibra de lechuguilla, así como describir la característica física y mecánica del producto obtenido (densidad lineal o fineza, dureza, alta resistencia, durabilidad de la fibra, calidad del producto final) en comparación con los equipos ya existentes. • Deberá presentar un análisis de los productos identificados en el diagnóstico. • Datos sobre cantidades demandadas por los consumidores. • Base de datos de los sitios de muestreados.
Producto 3	Descripción
Prototipo de equipo para la extracción eficiente de fibra de lechuguilla.	<ul style="list-style-type: none"> • Documento en PDF que contenga la propuesta de especificaciones de materiales del prototipo • Documento en PDF que contenga el diseño del o los aditamentos del prototipo. • Equipo funcional a nivel microindustrial validado para la extracción eficiente de fibra de lechuguilla. (incluye informe del proceso de validación). • Manual de operación y mantenimiento del equipo microindustrial para la extracción eficiente de fibra de lechuguilla. • Solicitud de Registro de Modelo de Utilidad o de Diseño Industrial o según sea el caso ante el IMPI del prototipo microindustrial para para la extracción eficiente de fibra de lechuguilla.
Producto 4	Descripción
Uso alternativo para los residuos de lechuguilla (guishe)	<ul style="list-style-type: none"> • Documento que contenga las propuestas de uso alternativo para los residuos del tallado de la fibra de lechuguilla.
Producto 5	Descripción
Demostración de la tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Dos eventos demostrativos de la tecnología con productores en los estados de Coahuila y Tamaulipas.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

Consideraciones:

- a) En la propuesta técnica y económica a presentar deberá de considerarse la inclusión de investigadores especializados en el diseño, desarrollo y validación del equipo microindustrial.
- b) La metodología a emplear deberá ser clara y a detalle para el logro de los objetivos y productos finales.
- c) Las bases de datos de los sitios muestreados (georeferenciados e incluyendo las variables de medición realizadas).
- d) La colecta del material deberá de realizarse en sitios con permiso de aprovechamiento o constancia de aviso de aprovechamiento vigente.
- e) Los eventos deberán ser en coordinación con la CONAFOR, el informe del debe contener: lista de participantes, material fotográfico, anexar la presentación o material del participante y evaluación del evento demostrativo.

Lugar de aplicación del proyecto:

Los estados prioritarios del Proyecto de Desarrollo Sustentable para las Comunidades rurales de Zonas semiáridas (Regiones Norte-Mixteca) tendrán lugar en Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas; sin embargo su impacto permitirá replicar el proyecto al resto de las áreas semiáridas del país.

Usuarios de los productos:

- La Gerencia de Fomento a la Producción Forestal Sustentable de CONAFOR,
- Productores de los PFNM de las especies seleccionadas.
- Dependencias de Gobierno Federal como la Comisión Nacional de Zonas Áridas, los Gobiernos de los Estados y Municipios.

Periodo de ejecución: 24 meses.

Monto de apoyo hasta: \$1.40 millones de pesos.

Datos de contacto:

Ing. José Antonio Pérez Ledezma.
Departamento de Aprovechamiento Forestal No Maderable, CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2339
Correo: perez.antonio@conafor.gob.mx

M.C. Pedro Alberto Castillo Castillo
Coordinador del Proyecto de Desarrollo Sustentable para las Comunidades Rurales de Zonas Semiáridas (PRODEZSA), CONAFOR.
Tel. 01 3337777000 Ext. 2054
Correo: zonasaridas01@conafor.gob.mx

Bibliografía:

Castillo Q., D., C. A. Berlanga R. y A. Cano P. 2005. Recolección, extracción y uso de la fibra de lechuguilla (Agave lechuguilla Torr.) en el Estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación especial N° 6 Coahuila, Mexico. 13 p.

11 ANEXO: DEMANDAS ESPECÍFICAS DEL SECTOR 2018-1

FAO. 1995. Memoria–Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe. Serie forestal N° 1. Dirección de Productos Forestales, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

Mayorga, H. E.; D. Rössel, K., H. Ortiz L.; A. R. Quero C. y A. Amante O. 2004. Análisis comparativo en la calidad de fibra de Agave lechuguilla Torr. Procesada manual y mecánicamente. *Agrociencia* 38: 219-225.

Tapia T., Estrella del C. y R. Reyes Ch. 2008. Productos forestales no maderables: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y Bosques*. 4(3): 95-112.