

PLANTACIONES FORESTALES EN LA SIERRA PURHÉPECHA DE MICHOACÁN

J. Jesús García Magaña¹, H. Jesús Muñoz Flores¹,
Trinidad Sáenz Reyes¹ y J. Jesús García Sánchez¹

RESUMEN

El estado de Michoacán tiene una gran extensión de bosques de clima templado-frío y selvas tropicales bajas y medianas, con una superficie arbolada de 2.2 millones ha que aún se conserva, no obstante que en los últimos 20 años se han perdido más de 700 mil ha. Entre las zonas forestales más importantes destaca la Sierra Purhépecha, con un área estimada de 680 mil ha y que está ubicada en el sector centro-occidente de la entidad. Los principales problemas ambientales en la región derivados de la pérdida de la cubierta forestal, son: la deforestación calculada en 119,615 ha (17.60%), disminución de la biodiversidad, pérdida de hábitat y desaparición de especies faunísticas, escasa calidad de las masas forestales remanentes, erosión de suelos, agotamiento de manantiales, reducción del caudal hídrico en las áreas de escurrimiento, contaminación por el uso de agroquímicos y por desechos urbanos, industriales y agrícolas; cambio de uso del suelo, avance de la frontera agrícola y la fragmentación de bosques. Ante esta situación, el establecimiento de plantaciones forestales comerciales se plantea como una estrategia para restaurar las grandes extensiones que acusan ya severos problemas ecológicos; por lo tanto, el objetivo del presente ensayo consistió en analizar algunos aspectos ambientales, técnicos, económicos y sociales para futuros proyectos en esta región.

Palabras clave: Deforestación, Michoacán, plantaciones forestales, *Pinus* spp., reforestación, Sierra Purhépecha.

Fecha de recepción: 22 de enero de 2002.

Fecha de aceptación: 28 de junio de 2006.

¹ Campo Experimental Uruapan, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, INIFAP, Correo-e: muñoz.jesus@inifap.gob.mx

ABSTRACT

The State of Michoacan has a broad area of temperate cold forests as well as medium height tropical rain forests and tropical dry forests that, as a whole, cover 2.2 million ha that still exist, in spite of a 700 thousand ha loss during the last 20 years. One of the most important forests belong to the "Sierra Purhépecha" which has 680,000 ha and is located in the Central-West part of the state. The main environmental problems that have come from the loss of treeland are: deforestation that has affected 119, 615 ha (17.60 per cent of the region); biodiversity and habitat loss; wildlife decrease; low quality of the remaining woods; soil erosion; water spring exhaustion; hydric flow reduction; water pollution from agrochemicals as well as from urban and industrial debris; change in land use, advance of the agriculture borders, and forest land fragmentation. Thus, commercial forest plantations can be a strategy to restore the territories that have severe ecological problems; the purpose of this paper is to analyze some environmental, technical, economic and social aspects in order to carry out forest plantations projects in this region.

Key words: Deforestation, Michoacan, forest plantations, *Pinus* spp., reforestation, Sierra Purhépecha.

INTRODUCCIÓN

La desaparición de vegetación en grandes extensiones es un problema mundial y México no es ajeno a esa situación, como lo indica la pérdida de 42.7 millones ha arboladas. En 1950, las áreas impactadas se estimaron en 20.2 millones ha; durante el periodo 1950-1999 se perdieron 22.5 millones ha; el promedio anual de 500 mil ha de bosques tropicales y templados en las décadas de 1950 a 1970, y una disminución en el primer lustro de los años 90 de 300 mil ha (Varela, 1998) (Cuadro 1).

La extensión territorial aproximada del estado de Michoacán es de 5.986 millones ha, sobre la cual los factores de disturbio han ejercido un efecto negativo en el suelo; por ejemplo, la superficie con riesgo de erosión se cuantifica en 3.366 millones ha (57% del total de la entidad). De ellas, 2.777 millones están catalogadas como de alto riesgo de erosión, 0.575 millones como de riesgo medio y en 0.014 millones como de bajo riesgo. Las zonas forestales ocupan 4.2 millones ha, de las cuales se estima que 1.3 millones, que representan 31% del área forestal, presentan disturbio, mientras que las zonas arboladas en proceso de fragmentación cubren 0.228 millones ha. Para la última década del siglo XX, la deforestación se calculaba entre 30,000 a 40,000 ha/año (SARH, 1992a), cifra que seguramente ha cambiado hasta la fecha.

Cuadro 1. Deforestación de México hasta fines del siglo XX
(millones de hectáreas).

Periodo	Superficie arbolada	Deforestación	
		Total	Anual
Original a 1950	98.0 - 77.8	20.2	---
1950 - 1970	77.8 - 67.8	10.0	0.5
1970 - 1980	67.8 - 60.8	7.0	0.7
1980 - 1990	60.8 - 56.8	4.0	0.4
1990 - 1995	56.8 - 55.3	1.5	0.3
Total		42.7	

Fuente: Varela (1998).

Generalidades de la Sierra Purhépecha, Michoacán

La Sierra Purhépecha ocupa 680 mil ha en el sector centro-occidente de la entidad. Sus principales problemas ambientales son: la deforestación de 119,615 ha (17.6% de la superficie regional), con la consecuente erosión genética; disminución de la biodiversidad, pérdida de hábitat y desaparición de especies faunísticas; escasa calidad de las masas forestales remanentes, erosión de suelos; agotamiento de manantiales, reducción del caudal hídrico en las áreas de escurrimiento, disminución de los mantos acuíferos, reducción del aforo en zonas de descarga; contaminación por el uso de agroquímicos y por los desechos urbanos, industriales y agrícolas; cambio de uso del suelo; avance de la frontera agrícola; fragmentación de bosques; modificaciones del clima regional y otros de tipo social. Actualmente, debido a los factores mencionados, por lo menos 15 comunidades de la Sierra han agotado sus recursos forestales aprovechables.

Localización y superficie

La Sierra Purhépecha se localiza entre los 19° 10' y 19° 47' de latitud norte y los 101° 50' y 102° 30' de longitud oeste; las coordenadas del punto medio corresponden a los 19° 30' 00" de latitud norte y 102° 00' 00" de longitud oeste.

La población calculada de la zona constaba de 614,841 habitantes, ubicada en 17 municipios, con una densidad promedio de 90.3 habitantes por km² (INEGI, 1997) (Figura 1).



Figura 1. Localización de la Sierra Purhépecha, Michoacán, México.

Altitud y principales elevaciones

La altitud de la sierra es variable, pues su intervalo abarca de los 1,600 a los 3,750 m; la última corresponde a la mayor elevación regional representada por el Pico de Tancitaro, aunque sobresalen los cerros de Patamban con 3,250 msnm; Quinceo con 3,000 msnm; Angahuan con 3,200 msnm; La Virgen con 2,750 msnm; El Tecolote con 2,500 msnm y El Capén con 3,000 msnm (Bello, 1993).

Fisiografía

La topografía del lugar es accidentada y está conformada por elevaciones volcánicas, mesetas, bajos y zonas lacustres; los valles más importantes son: Paracho, Pichátaro, Sevina, San Juan Tumbio, Nahuatzen, Angahuan, Zacán,

Capacuáro, San Felipe de los Herreros, Nurío, Corupo y Santa Cruz Tanaco. Desde el punto de vista fisiográfico, limita al norte con la cañada de los 11 Pueblos y el Valle de Zamora, al sur con Tacámbaro y Peribán, al oriente con la Cuenca de Pátzcuaro y al oeste con el Valle de Los Reyes (Bello, 1993).

Hidrología

En la región hay dos grandes lagos, Pátzcuaro y Zirahuén, y son alimentados por escurrimientos de las montañas aledañas. Los arroyos de la Sierra Purhépecha ubicados por arriba de los 1,700 msnm son efímeros e intermitentes y escurren después de las lluvias; más abajo, a los 1,600 msnm se localizan varios ríos o arroyos permanentes. Los ríos Cupatitzio, Tepalcatepec, San Pedro, El Marqués, La Parota, El Duero y Arroyo Las Cruces constituyen los principales afluentes (Bello, 1993; INEGI, 1997).

Suelos

El material edáfico es de origen volcánico formado a partir de cenizas, rocas basálticas, tobas, brecha y andesitas; sobresalen las siguientes unidades: los Andosoles (vítrico, húmico, mólico y ócrico), Luvisoles, Acrisoles, Litosoles, Regosoles y Vertisoles. Del total, 67% son suelos profundos, en algunos casos con grava o rocas, 25% son suelos delgados y en una menor proporción, son someros (Bello, 1993; INEGI, 1997).

Clima

Se identifican cuatro variantes: el templado que ocupa cerca de 60% del área, distribuido en la parte norte, centro y este; el semicálido que abarca alrededor de 20% y se localiza en el centro, este y oeste; los climas seco y semisecho que cubren 4% de la Sierra y se distribuyen en la parte sur. La temperatura media anual comprende un intervalo de 9 a 21°C y los meses más calurosos son mayo y junio con 21°C en promedio. La época de lluvias abarca de junio a septiembre y la precipitación varía de 650 a 1,692 mm, en función de la localidad. Las fórmulas climáticas más representativas son las siguientes: C(m), A(C), BS₀, y BS₁ (Anguiano *et al.*, 2003).

Vegetación

Los principales tipos de vegetación en la región son los bosques de pino, oyamel, pino-oyamel, pino-encino y bosque mesófilo de montaña. A continuación se citan las especies predominantes: *Abies religiosa* (HBK.) Schlechtld. *et* Cham., *Pinus pseudostrobus* Lindl., *P. montezumae* Lamb., *P. douglasiana* Martínez, *P. michoacana* Martínez, *P. michoacana* var. *cornuta* Martínez, *P. ayacahuite* var. *veitchii* Shaw, *P. lawsonii* Roehl., *P. oocarpa* Martínez, *P. leiophylla* Benth., *P. teocote* Schlechtld. *et* Cham., *P. rudis* Endl. y *P. pringlei* Shaw (SDAF, 1995).

Entre los taxa de hoja ancha se distinguen *Tilia mexicana* Schlechtld., *Cornus disciflora* DC., *Arbutus xalapensis* HBK., *Alnus firmifolia* Fern., *Ternstroemia pringlei* Standley, *Clethra mexicana* A. DC., *Ilex toluhana* Hemsl., *Garrya laurifolia* Hartw., *Symplocos prionophylla* Hemsl., *Carpinus caroliniana* Walt, *Quercus castanea* Née, *Q. obtusata* Humb. et Bonpl., *Q. laurina* Humb. et Bonpl., *Q. candicans* Née, *Q. rugosa* Née y *Q. crassipes* Humb. et Bonpl. (SDAF, 1995).

Industria instalada

En la década anterior la capacidad industrial instalada estaba consignada entre 1,500 y 1,700 empresas; de ellas, sólo 918 están registradas y conforman 37.6% del total en el estado, y los municipios con mayor presencia son Uruapan (33.3%), con más del 13% Paracho, Cherán y Nahuatzen. La industria maderera la componen aserraderos de sierras-cintas (64.30%) en los que se elaboran, cajas para empaque de aguacate, melón y limón fundamentalmente, con una producción anual de casi 12 millones, a partir de materia prima de procedencia tanto legal, como ilegal (SDAF, 1995). Los talleres artesanales (32.20%) se concentran en Paracho, Cherán, Nahuatzen, Charapan y Tingambato; es importante señalar que en el primero, la población dedicada a la fabricación de artesanías es de alrededor de ocho mil habitantes (SARH, 1992b; INEGI, 1997).

Los aserraderos y talleres utilizan de 65 a 70% del volumen total aprovechado de madera, las carpinterías de 10 a 12%, los talleres de torno menos de 2% y el remanente se destina a otras actividades.

Existe una alta demanda de madera para leña combustible con fines domésticos y para la producción de tabique, con un volumen estimado de 50 mil m³ rollo anual. En esos procesos se utilizan principalmente las especies de pino, encino, madroño y aile; otra forma de usar la madera de *Quercus* es como carbón, para lo cual se emplean aproximadamente 2,500 m³ rollo por año (SDAF, 1995).

El producto no maderable de mayor importancia en la Sierra Purhépecha es la resina de pino, ya que se extrae en 39 mil 872 ha, aproximadamente (32% de la superficie estatal en resinación), con un volumen autorizado de 4,541 ton/año, 26.9% de lo aprovechado en la entidad. Del total regional, el municipio de Nuevo Parangaricutiro aporta 25%, Ziracuaretiro 24% y Tingambato 13.80%. Para la transformación de resina de pino se cuenta con cinco destiladoras, tres en el municipio de Uruapan, una en Nuevo San Juan Parangaricutiro y otra en Cherán (SDAF, 1995).

La recolecta de semilla de pino adquirió relevancia durante la segunda mitad de la década de los 90; dicha actividad la realizan los habitantes de la Sierra y recolectores contratados *ex professo*. En ambos casos es evidente la falta de asesoría para optimizar su trabajo, así como el beneficio y comercialización del

producto. La importancia de este aprovechamiento se refleja en la selección de rodales para la obtención exclusiva de semilla, por ejemplo: en La Palma, Municipio de Los Reyes, los comuneros han destinado áreas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* para ese fin, ya que les generan ingresos económicos importantes (SDAF, 1995).

Situación de las plantaciones forestales

En México se han establecido plantaciones forestales orientadas a la protección de superficies degradadas, preferentemente son pocas las de tipo comercial; entre ellas destacan las de San Luis Potosí con especies del género *Eucalyptus*, dedicadas a producir madera para la elaboración de tableros aglomerados y las de *Pinus caribaea* Morelet en La Sabana, Oaxaca, cuyo propósito es obtener materia prima para celulosa (Cuadro 2).

El estado de Michoacán es una de las tres entidades del país donde se ha tenido una mayor actividad en plantaciones forestales de protección y recuperación, pues durante el periodo de 1928 a 1986 se establecieron casi 40 mil ha, principalmente con taxa del género *Pinus*, *Eucalyptus* y *Cupressus*. La reforestación de algunas superficies pequeñas datan de 1928 y el ritmo de plantaciones a gran escala se acentuó a partir de 1960, hasta alcanzar su máximo anual en 1973, fecha en la que la Comisión Forestal del Estado de Michoacán logró plantar 3,336 ha en diversos puntos de la entidad, incluyendo la Sierra Purhépecha (Muñoz, 1997).

La mayor parte de las reforestaciones se hicieron en terrenos degradados con la finalidad de recuperar suelos y proteger cuencas hidrológicas, por lo que muy pocas pueden considerarse aptas para producción comercial. Además, la baja fertilidad de los suelos, una inadecuada selección de las especies y procedencias, la mala calidad de la planta producida en los viveros y la insuficiente preparación del sitio de plantación, han resultado en poca productividad, pues son comunes incrementos anuales de 2-5 m³, cuando podrían ser de 8-20 m³ según el taxón y la calidad de estación; un elemento adicional ha sido la supervivencia de las plántulas al año siguiente de su establecimiento, misma que es de tan sólo 38% (Sáenz y Lindig, 2004). En relación con lo anterior, de las 40 mil ha plantadas, únicamente se lograron 12 mil, y muchas de ellas ya no existen debido a la tala clandestina y a los incendios, entre otros factores de disturbio (COFOM, 2003a).

Desde el inicio del presente siglo se le ha dado un fuerte impulso económico a las actividades semejantes, con la participación de entidades públicas y organizaciones privadas, entre las que destaca el Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), que durante 2002 invirtió en la propagación de 23.4 millones de ejemplares y la plantación sobre 15,229 mil ha (Cuadro 3).

Cuadro 2. Proyectos de plantaciones comerciales en México.

Empresa o grupo	Especie(s)	Superficie (ha)
Fibracel	<i>Eucalyptus punctata</i> DC <i>E. camaldulensis</i> Dehnh. <i>E. urophylla</i> S.T. Blake	8,000
Mexicali	<i>Eucalyptus</i> spp.	10,000
Ponderosa Chihuahua	<i>Pinus duranguensis</i> Martínez <i>P. engelmanni</i> Carr. <i>P. arizonica</i> Engelm. <i>P. ayacahuite</i> C. A. Ehrenb.	20,000
Fapatux- Pipsa La Sabana	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. et Golf	10,000
Simpson-Veracruz	<i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maid <i>Gmelina arborea</i> Roxb.	800
Sociedad Cooperativa Cerro de Contepec	<i>Cedrela odorata</i> L. <i>Swietenia macrophylla</i> King	1,886
Planfosur	<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake <i>E. grandis</i> Hill ex Maid	6,416
Socama	<i>Cedrela odorata</i> L. <i>Swietenia macrophylla</i> King <i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) F. Miranda	2,313

Fuentes: Subsecretaría Forestal (1992); SEMARNAP (1998).

Cuadro 3. Resultados del PRONARE en el estado de Michoacán en el año 2002.

Dependencia	Superficie (ha)	Producción de planta
Comisión Forestal del Estado de Michoacán	9,501	15,049,883
Comisión Nacional Forestal	115	240,000
Organizaciones sociales	2,252	3,603,400
Secretaría de la Defensa	3,361	3,688,100
Reforestación Urbana y Suburbana (Cercos vivos)	-----	916,332
Unidades de Manejo Forestal	2,841	3,445,339
Secretaría de Desarrollo Social	820	280,000
Total	18,890	27,223,054

Fuente: Quiñónez (2003).

Los logros obtenidos han sido insuficientes para revertir los efectos de la erosión provocada por diversos factores de disturbio; en respuesta, dentro del Programa Estatal de Reforestación se consideró necesario reforzar las estrategias de operación mediante varias acciones, entre las que resaltan el suministro de germoplasma forestal de excelentes condiciones y acorde a las características específicas de los predios por reforestar, mejorar las técnicas de producción en vivero para incrementar la calidad de la planta y aplicar un programa de investigación paralelo que se traduzca en mejores resultados (Quiñónez, 2003).

En el 2003 el Gobierno de Michoacán firmó un acuerdo de colaboración con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), que incluye la promoción conjunta para el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales comerciales, procurando que los recursos destinados beneficien a los ejidos, comunidades y pequeños propietarios.

Con este propósito, la CONAFOR opera el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales (PRODEPLAN) mientras que el Gobierno estatal puso en marcha el Programa de Plantaciones Forestales Comerciales de Michoacán (PROPLANMI). En ese mismo año se apoyaron 80 proyectos aprobados por la federación, en una superficie de 13,073 ha y 18.3 millones de plantas, que representó un monto asignado de 90.4 millones de pesos. Las especies utilizadas correspondieron al género *Pinus*, principalmente *P. pseudostrobus* en 69%; 24% a *Cedrela odorata* y *Acrocarpus fraxinifolius* Wight y el resto (8%) fueron individuos de *Eucalyptus camaldulensis* y nativas tropicales como *Tebebuia roseae* y *Roseodendron donnell-smithii* (COFOM, 2003a).

Las plantaciones en la Sierra Purhépecha

Hasta la fecha, las plantaciones en el área tienen el mismo propósito que las existentes en gran parte del estado, pero sus perspectivas no son favorables debido a los problemas de orden político y social que inciden en el ritmo de destrucción de la vegetación forestal, la cual alcanza valores de 200 ha/año y es causada por diferentes agentes como los incendios, plagas, tala clandestina y cambios de uso del suelo (COFOM, 2003a).

En este contexto, se han realizado plantaciones forestales en la región considerando los siguientes objetivos: restaurar e incrementar la cubierta forestal, lo que permitirá recuperar el equilibrio de los terrenos degradados mediante la protección del suelo, y en consecuencia se reducirá la erosión del mismo, por lo tanto, el azolve de las presas que redundará en una prolongación de su vida útil; restablecer el hábitat de la fauna; mejorar el paisaje, el medio ambiente y abrir fuentes de empleo.

Desde el punto de vista social, son una alternativa para atender la oferta de mano de obra barata, y generar ingresos por la producción de materias primas, pues las labores agropecuarias pueden complementarse con las actividades forestales relacionadas con la propagación de planta en vivero y su establecimiento, manejo y aprovechamiento; es decir, fomenta el desarrollo socioeconómico de la región.

Contribución de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán

Durante 1951 la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (CFEM) inició su actividad por disposición oficial de la Secretaría de Agricultura y Ganadería y se constituyó como un organismo descentralizado, con participación del gobierno de la entidad y grupos de productores.

A partir de la promulgación de la Ley Forestal y su Reglamento en 1959, el gobierno estatal solicitó al Ejecutivo Federal la permanencia del organismo,

y en 1961 se expidió el decreto respectivo en el Diario Oficial de la Federación. Desde ese momento, la CFEM adquirió relevancia al convertirse en el centro técnico de los aspectos forestales estatales con una mayor participación en actividades de fomento, protección y divulgación de la cultura forestal (Moreno, 1999).

La reforma a la Ley Forestal de 1986 modificó el estatus de la CFEM: de organismo descentralizado pasó a formar parte de la administración pública estatal, con la denominación de Dirección Forestal dependiente de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Forestal del estado de Michoacán. Por ello es que las actividades realizadas en esta materia dentro de la entidad durante los años de 1986 a 1997 fueron llevadas a cabo por esa Secretaría.

Con el propósito de hacer más eficiente la atención a las acciones de conservación, fomento y aprovechamiento de los recursos forestales, en 1998 el Gobierno del Estado nuevamente creó la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), por decreto legislativo, como organismo descentralizado de utilidad pública. En 1999 por primera vez contó con presupuesto propio de poco más de 25 millones de pesos (Moreno, 1999).

En el periodo 1960-1986, la CFEM se destacó por el establecimiento de plantaciones en el estado, algunas muy exitosas, que incrementaron las masas forestales. En la actualidad la COFOM sigue en la misma línea pero con la aplicación de técnicas modernas sobre recolecta de germoplasma, propagación en vivero, así como pata el establecimiento, manejo y cultivo de plantaciones, a fin de lograr resultados relevantes en la recuperación del entorno ecológico y obtener productos útiles para la industria.

En 2002 la COFOM elaboró el Plan de Desarrollo Forestal Sustentable de Michoacán 2002-2008, cuyas metas principales consisten en realizar un programa de mejoramiento genético que incluye el establecimiento de siete áreas y dos huertos semilleros, así como el reacondicionamiento del banco de germoplasma.

Por conducto de la Fundación Produce Michoacán, A.C., en el lapso 2004-2005 se pudo contar con financiamiento para que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) seleccionara cinco áreas semilleras con las especies *Pinus pseudostrabus*, *P. montezumae* y *Abies religiosa*, y producir semilla certificada con posibilidad de una ganancia genética, a partir del conocimiento de su origen y la fuente parental femenina. Así mismo, se apoyó la selección de árboles superiores con el propósito de obtener material vegetativo para iniciar huertos semilleros clonales y suministrar germoplasma de alta calidad genética a los programas de reforestación y plantaciones comerciales en el estado de Michoacán (COFOM, 2003b).

Potencial de plantaciones en la Sierra Purhépecha

Por las características de suelo, clima, vegetación y componentes del medio físico, la Sierra Purhépecha es una zona de alta productividad forestal, como lo demuestran sus bosques naturales de pino, pino-encino, oyamel, pino-oyamel y mesófilo de montaña; su ritmo de crecimiento varía de 8 a 10 m³/ha/año, en lugares de buena calidad de estación y con el cultivo de plantaciones altamente productivas se pueden superar los 20 m³/ha/año (García, 1996c).

Investigadores del Campo Experimental Uruapan del INIFAP han realizado estudios en el área desde 1963 sobre la adaptación y crecimiento de especies con posibilidades de ser incorporadas por medio de reforestación; además, han desarrollado técnicas para el establecimiento de plantaciones, concluyendo que existe un excelente potencial de crecimiento de algunos taxa. Los resultados de esas experiencias se muestran en el Cuadro 4.

La información generada comprende aspectos sobre la preparación del terreno para plantaciones con plántula producida a raíz desnuda y en envase, así como niveles de fertilización; en ambos casos se refiere a *Pinus pseudostrobus*.

Se elaboró un instructivo para la evaluación de plantaciones forestales y determinación de los tamaños óptimos de planta en *P. patula* y *P. pseudostrobus*; densidades para fines específicos y técnicas de injerto para *P. pseudostrobus*, *P. douglasiana* y *P. michoacana*; establecimiento de huertos semilleros clonales, rutinas de fertilización, tipos de envases y contenedores; medios de crecimiento y métodos de cultivo en vivero para planta envasada y a raíz desnuda (Mas, 1984). Se tienen guías sobre producción de planta en envase y a raíz desnuda, podas en campo y para el desarrollo de plantaciones en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro.

No obstante, queda mucho por investigar en relación a bancos de germoplasma, áreas y huertos semilleros, conservación de recursos genéticos, propagación vegetativa, micropropagación, evaluación de atributos morfológicos y fisiológicos de plantas propagadas en contenedores y a raíz desnuda; en general, se requieren estudios referentes al establecimiento y manejo de plantaciones forestales, no sólo con especies de pino, sino con latifoliadas como el aile, que complementarían con sus productos las necesidades de un mercado versátil como es el regional.

Superficies potenciales para el establecimiento de plantaciones forestales

La superficie potencial por reforestar en la Sierra Purhépecha se estima en 100 mil ha, dimensión equivalente a las áreas de bosque improductivo y degradado que durante varias décadas han sido afectadas por diversos factores

Cuadro 4. Información general de las plantaciones forestales experimentales del INIFAP en la Sierra Purhépecha, Michoacán.

Localidad	Especie	Edad (años)	Espaciamiento (m)	Volumen (m ³ /ha)	IMAV (m ³ /ha/año)
Campo Experimental Barranca de Cupatitzio	<i>Pinus pseudostrobus</i>	18.8	2 x 2	278.2	14.8
	<i>P. michoacana</i>	24.3	2 x 2	347.8	14.3
	<i>P. herrerae</i>	14.6	3 x 3	218.2	14.9
	<i>P. greggii</i>	14.6	3 x 3	168.2	11.5
	<i>P. patula</i>	18.8	1.5 x 1.5	226.4	12.0
	<i>P. douglasiana</i>	8.6	2 x 2	46.3	5.4
Capacuaro	<i>P. pseudostrobus</i>	9.7	2 x 2	155.6	16.0
	<i>P. douglasiana</i>	9.7	2 x 2	210.4	21.7
	<i>P. montezumae</i>	9.7	2 x 2	185	19.0
	<i>P. leiophylla</i>	9.7	2 x 2	186.8	19.2
Angahuan	<i>P. pseudostrobus</i>	15.2	3 x 3	232.3	15.3
	<i>P. montezumae</i>	15.2	3 x 3	200.2	13.1
	<i>P. patula</i>	17.6	1.5 x 1.5	299.9	17.0

Fuentes: García (1996a); García (1996b); García (1996c)

de disturbio. Esas 200 mil ha susceptibles de reforestación contribuirían a la creación de una nueva riqueza forestal, por la multitud de beneficios directos e indirectos que se generarían para sus dueños o poseedores.

Costos de las plantaciones

En 1971 plantar una hectárea de pino costaba \$2,200.00 viejos pesos con un espaciamento de 3 x 3 m; para 1976 se elevó el precio a \$5,000.00 y en 1985 fue de \$100,000.00 viejos pesos, en 1986 ascendió a \$200,000.00, debido a las altas tasas de inflación (Mas, 1988). Durante 1991, con una densidad

de 2 500 árboles/ha, el valor era de \$5,075.00 nuevos pesos, incluyendo la preparación mecanizada del terreno y su cercado; posteriormente, esta cantidad se duplicó (Muñoz, 1997).

Política forestal en materia de plantaciones forestales en México

La Ley Forestal de 1992 tuvo como objetivo principal reconocer a los bosques como "Patrimonio de la Sociedad"; además consideró la inversión privada en forma integrada con ejidatarios y comuneros, lo que permitiría mejorar en términos de calidad y cantidad la explotación silvícola.

Como resultado de esta ley, las posibilidades de establecer plantaciones comerciales en el país fueron muy alentadoras; a su vez, el Gobierno Federal puso en marcha nuevas políticas y legislación en apoyo al subsector forestal. Entre otras acciones se propuso facilitar a los poseedores del bosque su manejo y fomentar la conservación, protección y aprovechamiento de los recursos forestales.

Las reformas al artículo 27 constitucional favorecieron que los pequeños propietarios forestales, o las asociaciones de inversionistas con el sector social, establecieran plantaciones en extensiones equivalentes a 25 veces el tamaño de la pequeña propiedad forestal (hasta 20 mil ha).

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003, tiene entre sus objetivos específicos promover y regular las forestaciones con propósito comercial, y contribuir al desarrollo socioeconómico de los pueblos y comunidades indígenas, así como de los ejidatarios, comuneros, cooperativas, pequeños propietarios y demás poseedores de recursos forestales.

Dicha ley menciona que en terrenos temporales y preferentemente forestales, se promoverá de manera primordial la utilización de especies nativas que sean viables, desde el punto de vista tecnológico y económico. La autoridad tendrá en todo momento la facultad de supervisar el manejo de la plantación, cuidando los posibles impactos ambientales adversos y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expedirá la Norma Oficial Mexicana que establezca las especies de vegetación forestal exótica que ponga en riesgo la biodiversidad.

Cita que las plantaciones forestales comerciales en terrenos temporales forestales o en predios con superficies menores o iguales a 800 ha, sólo necesitarán de un aviso por escrito del interesado a la Secretaría. Se requerirá autorización de la misma para realizar plantaciones comerciales en terrenos preferentemente forestales con superficies mayores a 800 ha, para lo cual el interesado deberá presentar un programa de manejo, documento que no se solicita en el primer caso (SEMARNAT, 2005).

En cuanto a las actividades de forestar y reforestar con fines de conservación y restauración, la ley establece que las acciones que se lleven a cabo en los terrenos forestales sujetos al aprovechamiento, tendrán que incluirse en el programa de manejo forestal. Los tres órdenes de gobierno impulsarán la reforestación con especies forestales nativas y la Norma Oficial Mexicana definirá las especies de vegetación forestal exótica, que por sus características biológicas afecten los procesos o patrones de distribución de la vegetación forestal nativa, en terrenos forestales y preferentemente forestales.

La reforestación o forestación de las áreas taladas será una acción prioritaria en los programas de manejo, así como las zonas incendiadas, especialmente las que hayan sufrido siniestros reiterados (SEMARNAT, 2005). La carencia de un seguro contra estos eventos es una causa importante que frena la afluencia de recursos financieros hacia programas de plantaciones comerciales.

Financiamiento de Plantaciones Forestales Comerciales

La banca de desarrollo, particularmente los Fondos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) y el Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural (FOCIR) alientan a los dueños del bosque, inversionistas e industriales, con préstamos blandos para el financiamiento de plantaciones forestales con fines comerciales. El FIRA apoya hasta con 90% del crédito, tanto para el establecimiento y mantenimiento, como para el aprovechamiento, la industrialización y la comercialización de los productos resultantes.

El FOCIR participa hasta con 25% del capital contable de las empresas del sector, con base en esquemas de asociación productiva a largo plazo entre los dueños de la tierra e inversionistas, o bien en apoyo directo al sector social (CONAFOR, 2005).

Nacional Financiera (NAFIN) colabora con participación accionaria a tasas preferenciales para ejecutar los proyectos de modernización y ampliación de la infraestructura industrial de aserraderos, fábricas de triplay, tableros y la producción de fibra y celulosa; en tanto que el Banco de Comercio Exterior (BANCOMEXT) ofrece un programa de ayuda al sector forestal de exportación, que incluye financiamiento e información comercial (CONAFOR, 2005).

En la región de la Sierra Purhépecha se cuenta con fuentes de financiamiento del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE) de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y del Fondo Nacional de Empresas en Solidaridad (FONAES) que actualmente apoya hasta con 35% de los costos del proyecto (Cuadro 5).

Cuadro 5. Apoyos de la banca de desarrollo para el establecimiento de plantaciones forestales.

Etapa	Banca de Fomento	Capital de riesgo	Seguro
Previo al aprovechamiento	FIRA	FONAES	-----
Aprovechamiento y cultivo del bosque	FIRA	FONAES	AGROASEMEX
Transporte de productos forestales	FIRA	-----	AGROASEMEX
Industrialización	FIRA NAFIN	FOCIR, FONAES	AGROASEMEX
Comercialización	FIRA BANCOMEXT	FONAES	-----

Una política importante en materia de plantaciones forestales fue la creación del Programa para el Desarrollo de las Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), mediante el cual el Gobierno Federal ha proporcionado subsidios directos para el establecimiento de 875 mil ha de plantaciones en un lapso de 25 años y la compensación parcial de los gastos efectuados en su etapa inicial y mantenimiento hasta por un periodo de 7 años.

Apoyos Fiscales

El Gobierno Federal otorga prerrogativas fiscales con la reducción de 25 a 50% en los impuestos sobre la renta y al activo; depreciación inmediata de 93% de la inversión en maquinaria y equipo a ejidos y comunidades; acreditación de inversiones en bienes de activo fijo contra el impuesto al activo, exención a los dividendos y las ganancias de capital; así como una tasa cero al impuesto del valor agregado (IVA) para los insumos de la actividad silvícola, además de un periodo de amortización de pérdidas fiscales de hasta 10 años.

En la Sierra Purhépecha, la mayoría de las plantaciones forestales se han establecido en terrenos comunales, ejidales y con menor frecuencia en propiedades particulares. Lamentablemente siguen siendo comunes los litigios

agrarios; así, en la Ex-Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal (UCODEFO) No. 6, se estima que hay 27 mil ha en litigio (SARH, 1987) y, en consecuencia, son muy susceptibles a un aprovechamiento clandestino. A este problema se le agrega la falta de titulación definitiva de la tierra, poca o nula organización de propietarios y poseedores de terrenos, y el desinterés económico en la producción silvícola a largo plazo.

La organización dentro de las comunidades es primordial para que se lleven a cabo proyectos de plantaciones comerciales en la Sierra Purhépecha, donde ya existen algunos ejemplos como es el caso de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich.

Tasa de retorno

La rentabilidad de la inversión o tasa de retorno es una magnitud económica de primera importancia y según la FAO, mientras el cultivo del bosque natural manejado permite retornar a interés compuesto del orden de 1 a 2%, las plantaciones proporcionan a menudo tasas que duplican o triplican este valor.

Al parecer el factor determinante del monto de la inversión inicial es el costo relativo de la mano de obra y del capital para compra de maquinaria, herramientas y materiales. En la medida que baja el costo de la mano de obra se reduce la inversión inicial de las plantaciones y viceversa; por otra parte, conforme se disminuye el costo del capital, tiende a reducirse la inversión inicial que representa el tiempo de espera para obtener la regeneración del bosque. Por ejemplo, un bosque natural de calidad de estación media en la Sierra Purhépecha supondría un lapso de 50 años para la producción de madera con una corta final estimada de 90 a 120 m³. En cambio, con las plantaciones en ese periodo, se tendrían de 2 a 2.5 cosechas, calculándose al menos 400 m³ volumen total árbol (VTA) por cosecha.

Mas y Pahuá (1990) proponen una estrategia para minimizar los efectos de la inversión inicial, que consiste en desmontar áreas arboladas muy aclaradas por la sobreexplotación, con existencias promedio de hasta 80 m³/ha y con escaso o nulo renuevo natural, con la finalidad de obtener un ingreso inicial que ayudaría a financiar parte de los costos de las plantaciones, posteriormente, incorporar al programa los terrenos con bajo rendimiento agrícola y los de aptitud forestal que estén sin ningún uso.

CONCLUSIONES

En la Sierra Purhépecha del estado de Michoacán se dispone de suficientes terrenos para el desarrollo exitoso de un programa de plantaciones comerciales. Sus características edafo-climáticas son propicias para el crecimiento de árboles forestales y presentan condiciones ecológicas favorables para dicho propósito.

Para su establecimiento en la Sierra Purhépecha se deberán utilizar de preferencia especies nativas como *Pinus pseudostrabus*, *P. douglasiana* y *P. michoacana* var. *cornuta*, que han mostrado los mejores rendimientos (20 m³/ha o mayores) y que tecnológicamente y económicamente son viables.

En el caso del desarrollo de bosques inducidos se sugiere incorporar las siguientes especies: *Pinus montezumae*, *P. herrerae*, *P. ayacahuite* var. *veitchii*, *P. patula* y *P. greggii*.

REFERENCIAS

- Anguiano C., J., J. Alcántar R., A. Ruíz C., J. González A., I. Vizcaino V., R. Regalado R. y C. de la Mora O. 2003. Recursos edafo-climáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Michoacán. Libro Técnico No. 1. CIRPAC, INIFAP, SAGARPA. 173 p.
- Bello G., M. A. 1993. Plantas útiles no maderables de la Sierra Purhépecha, Michoacán, México. Folleto Técnico No. 10. CIRPAC, INIFAP, SARH. 115 p.
- Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM). 2003a. Programa de Plantaciones Forestales de Michoacán. Bosques y Selvas de Michoacán 1(3): 6-7.
- Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM). 2003b. Plan de Desarrollo Forestal Sustentable de Michoacán (2002-2008). Bosques y Selvas de Michoacán 1(3): 11-13.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2005. Programa de Plantaciones Forestales.
<http://www.conafor.gob.mx/programasnacionalesforestales/prodeplan.htm>. (5 de octubre de 2005).
- Davis K., P. 1966. Forest management: regulation and valuation. McGraw Hill. 2nd. edition. New York, NY. USA. 519 p.
- García M., J. J. 1996a. Plantaciones forestales con *Pinus patula* Schl. et Cham en las regiones centro y suroccidente de Michoacán. Folleto Técnico No. 7. CIRPAC, INIFAP, SAGAR. 28 p.
- García M., J. J. 1996b. Crecimiento de dos especies de pino establecidas en suelos andosoles cubiertos con arena volcánica. Folleto Técnico No. 1. CIRPAC, INIFAP, SAGAR. 12 p.
- García M., J. J. 1996c. Coníferas promisorias para reforestación en la Sierra Purhépecha. Agenda Técnica No. 2. CIRPAC, INIFAP, SAGAR. 79 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1997. La producción forestal en la Meseta Purhépecha en el Estado de Michoacán. México. D. F. 59 p.
- Mas P., J. 1984. Instructivo para el registro de datos del inventario para manejo silvícola de plantaciones forestales de clima templado y frío. Bol. Div. Inst. Nal. Invest. For. No. 67, México. 28 p.

- Mas P., J. y A. Pahua G. 1990. El SPES La Nieve a 27 años de su establecimiento. Folleto Técnico No. 2. CIFAP-Michoacán, INIFAP, SARH. 68 p.
- Muñoz F., H. J. 1997. Plantación de *Pinus pseudostrobus* Lindl. a raíz desnuda y en envase con dos sistemas de preparación de terreno. Cien. For. en Méx. 22(82): 33-58.
- Moreno G., S. 1999. La creación de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (Proceso Legislativo). Tesis Profesional. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. Méx. 115 p.
- Programa Nacional de Solidaridad. 1994. Programa de desarrollo de la Meseta P'urhepecha de Michoacán. Secretaría de Desarrollo Social. México D. F. 89 p.
- Quiñónez A., V. 2003. Programa Estatal de Reforestación 2002. Bosques y Selvas de Michoacán. 1(1): 17-19.
- Sáenz R., C. y R. Lindig, C. 2004. Evaluación y propuestas para el programa de reforestación en Michoacán, México. Ciencia Nicolaita. No. 37. pp. 107-120. <http://isis.cic.umich.mx/revista/CN37-107.PDF> (13 de enero de 2005).
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1987. Estudio dasonómico general de la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 6 "Meseta Tarasca". s/p.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1991-1992. Inventario nacional forestal de gran visión. Subsecretaría Forestal, SARH. México. D. F. 53 p.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (SARH). 1992a. Política nacional de fomento a las plantaciones forestales industriales. Subsecretaría Forestal, SARH. Documento informativo. 6 p.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (SARH). 1992b. Industria forestal instalada en Michoacán. Delegación estatal en Michoacán. Documento informativo. 12 p.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Forestal (SDAF). 1995. Inventario forestal estatal región Meseta Tarasca. Gobierno de Estado de Michoacán. Documento informativo. 37 p.
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1998. Las plantaciones forestales comerciales en México. Subsecretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Dirección de Plantaciones Forestales Comerciales. SEMARNAP. Documento Informativo. 4 p.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación (25 de febrero de 2003) <http://www.gob.mx/wb2/egobierno/egob-ley-GeneraldeDesarrolloForestalSustentable.htm>. (5 de octubre de 2005).
- Varela H., S. 1998. Los recursos forestales de México. In: Memoria del ciclo de conferencias: El sector forestal de México, avances y perspectivas. SEMARNAP. México, D. F. pp. 29-43.