



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN CIENCIAS FORESTALES

**VALORACIÓN FINANCIERA DE DOS
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE
PLANTA FORESTAL EN VIVERO CON
FINES DE RESTAURACIÓN**

JOSÉ RICARDO SÁNCHEZ VELÁZQUEZ

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

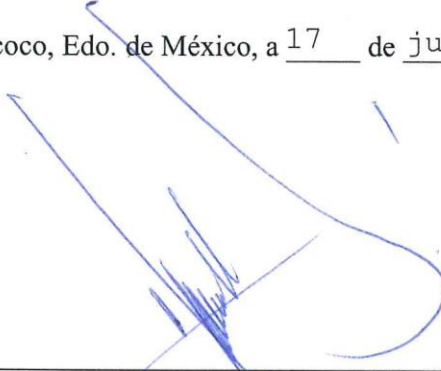
2018


CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe José Ricardo Sánchez Velázquez, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. Arnulfo Aldrete, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis Valoración financiera de dos sistemas de producción de planta forestal en vivero con fines de restauración

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 17 de julio de 2018


Firma del
Alumno (a)


Dr. Arnulfo Aldrete
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: "Valoración financiera de dos sistemas de producción de planta forestal en vivero con fines de restauración" realizada por el alumno: José Ricardo Sánchez Velázquez bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
CIENCIAS FORESTALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO (A) 
Dr. Arnulfo Aldrete

ASESOR (A) 
Dr. J. Jesús Vargas Hernández

ASESOR (A) 
Dr. Juan Manuel Torres Rojo

Montecillo, Texcoco, Estado de México, agosto de 2018

VALORACIÓN FINANCIERA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO CON FINES DE RESTAURACIÓN

José Ricardo Sánchez Velázquez, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2018

RESUMEN

En las últimas dos décadas la cantidad y calidad de planta forestal para la restauración se ha incrementado significativamente. El aumento de la calidad se ha logrado con la mejora de procesos, mayor calidad del germoplasma y protocolos de fertilización y riego más eficientes. Hasta 1993, la planta se produjo en viveros gubernamentales con el sistema tradicional; hoy en día la mayor producción se realiza en viveros privados con el sistema de contenedores. En la presente investigación se analizó la condición de operación actual de los viveros, encontrándose una baja correlación de la planta producida con las necesidades de restauración, un alto grado de concentración y baja competitividad de las instancias productoras. Con base en una zonificación de 4 grandes regiones se obtuvieron los costos de producción en 40 escenarios constituidos por las ocho especies forestales más producidas en México. Los costos de producción en la región norte y península de Yucatán resultaron ser 12 % y 17 % mayores a los obtenidos para la región centro, en tanto que la región sur resultó ser 17 % menor. Los costos unitarios variaron entre \$2.13 y \$4.19 planta⁻¹ para ambos sistemas de producción; los costos fijos y variables representaron en promedio 29 % y 71 % respectivamente. Los factores que más impactaron el costo final por orden de importancia fueron los fertilizantes, la mano de obra y los sustratos. El costo de los envases representa menos del 10 %, en tanto que el germoplasma fluctúa entre 5 % a 8 %. Con base en una proyección a 10 años, el sistema de contenedores es más económico y eficiente que el sistema tradicional. Con el uso de sustratos alternativos y fertilizantes de liberación controlada se redujeron los costos de producción en \$0.37 planta⁻¹ para un contenedor de 170 ml con planta de *Pinus cembroides* Zucc. en la región centro del país. Los indicadores financieros del Valor Actual Neto, Relación Beneficio Costo y Tasa Interna de Retorno sugieren una rentabilidad baja como modelo de negocio.

Palabras clave: Viveros forestales, sistemas de producción, red de viveros, concentración del mercado, índice Herfindahl-Hirschman, costos de producción, indicadores financieros.

FINANCIAL ASSESSMENT OF TWO NURSERY SEEDLINGS PRODUCTION SYSTEMS FOR FOREST RESTORATION ACTIVITIES

José Ricardo Sánchez Velázquez, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2018

ABSTRACT

In the last two decades, the quantity and quality of the seedlings for forest restoration activities has increased significantly. The quality increase has been achieved with the improvement of processes, better seeds quality and more efficient fertilization and irrigation protocols. Until 1993, the seedlings was produced in government nurseries with the polibag system; At present, the largest production is carried out in private nurseries with the container system. In the present research the current operation condition of the nurseries was analyzed, finding a low correlation between seedlings production and restoration needs, a high degree of concentration and low competitiveness of the producing companies. Based on a zoning of four large regions, production costs were obtained in 40 scenarios integrated by the eight forest species most produced in Mexico. Production costs in the northern region and the Yucatan Peninsula were 12 % and 17 % higher than those obtained for the central region, while the southern region was 17 % lower. The unit costs varied between \$ 2.13 and \$ 4.19 plant⁻¹ for both production systems; fixed and variable costs averaged 29 % and 71 % respectively. The factors that most impacted the final cost in order of importance were fertilizers, labor and growing media. The cost of containers represents less than 10 %, while seeds fluctuates between 5 % to 8 %. Based on a 10-year projection, the container system is more economical and efficient than the polibag system. With the use of alternative substrates and controlled release fertilizers, production costs were reduced by \$ 0.37 plant⁻¹ for a 170 ml container with *Pinus cembroides* Zucc seedling in the central region. The financial indicators of Net Present Value, Cost Benefit Ratio and Internal Rate of Return suggest a low profitability as a business model.

Key words: Forest nurseries, production systems, nursery net, market concentration, Herfindahl-Hirschman index, production costs, financial indicators.

AGRADECIMIENTOS

Al personal académico del Colegio de Postgraduados y con afecto especial al del Postgrado en Ciencias Forestales por todo el apoyo recibido durante mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por proveer el soporte económico para la realización de mis estudios de maestría.

Al Dr. Arnulfo Aldrete por brindarme su amistad, experiencia, asesoría y atinada dirección para realizar el presente trabajo de investigación.

Al estimado Dr. Jesús Vargas Hernández por sus acertadas opiniones, observaciones, retroalimentación, apoyo y disposición brindada durante el proceso de investigación.

Al Dr. Juan Manuel Torres Rojo, por su entrañable amistad, asesoría y acertadas sugerencias para contextualizar y focalizar elementos prioritarios del trabajo de investigación.

Al Ing. Rafael Álvarez Reyes por su amistad, disposición, experiencia y valioso apoyo para la obtención de gran parte de la información que sustenta el presente trabajo. Sin su ayuda este trabajo no hubiera sido posible.

Al M.C. Manuel Aguilera Rodríguez por sus sugerencias, apoyo y tenacidad en discusiones permanentes en torno al enfoque del presente trabajo.

A todos los colegas productores, con especial agradecimiento a Biól. José Villa Castillo, Ing. Javier Magaña Cárdenas y Mayor José Set Rosas.

A las empresas especializadas de venta de insumos y viveristas, que proporcionaron información valiosa de sus servicios, productos quehaceres y retos diarios del proceso de producción de planta.

DEDICATORIAS

A Silvia, por su amor, cariño, apoyo infinito, paciencia, comprensión e impulso para realizar los estudios de maestría.

A mi madre Delfina, por su cariño, apoyo incondicional, querencia eterna y por albergarme en su casa durante el tiempo de estudio.

A la memoria de mis ausentes físicos, Faustino, Mary, Alejandro Jr. y Margarita.

A mis hermanos José Alejandro, Juan Manuel, Eduardo, Sergio y Angélica por todo su cariño, comprensión y complicidad en tantos momentos vividos.

A mi familia jalisciense García Godínez por el soporte, cariño y cobijo en momentos ordinarios y extraordinarios.

A mis otros hermanos en calidad de amigos, Alberto Ortega, Carla Pech, David Quiróz, Gabriela Buamsha, George Hernández, Jorge Fernández, José L. Hernández, Mauricio Mendoza, Miriam Vargas, Patricia Valdéz, Ramón Silva, Victor Sierra y Vicente Arriaga, por tantos y tantos momentos compartidos en este caminar.

A todos aquellos personas que sin referirlos, están siempre comprometidos con el cuidado y conservación de los ecosistemas forestales de México.

Sinceramente
José Ricardo Sánchez Velázquez

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
DEFORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN	3
CALIDAD DE PLANTA Y PRODUCCIÓN.....	6
ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I. ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO CON FINES DE RESTAURACIÓN	13
1.1 RESUMEN	13
1.2 ABSTRACT.....	14
1.3 INTRODUCCIÓN	15
1.4 MATERIALES Y MÉTODOS	16
1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
1.5.1 Producción nacional y por entidad federativa.....	17
1.5.2 Número de viveros y producción por tipo de instancia productora	25
1.5.3 Sistemas y envases de producción	26
1.5.4 Especies producidas	31
1.5.5 Producción por condición climática y tipo de especies	37
1.5.6 Esquema legal para la producción de planta forestal.....	40
1.5.7 Concentración del mercado de producción de planta	41
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
CAPÍTULO II. ANÁLISIS FINANCIERO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO.	46
2.1 RESUMEN	46
2.2 ABSTRACT.....	47
2.3 INTRODUCCIÓN	48
2.4 MATERIALES Y MÉTODOS	49

2.4.1 Integración de información e identificación de variables	49
2.4.2 Costos fijos y variables	51
2.4.3 Zonificación	52
2.4.4 Cálculo de costos totales y unitarios.....	52
2.4.5 Análisis financiero	57
2.4.6 Estimación de indicadores financieros.....	57
2.4.7 Obligaciones tributarias	59
2.4.8 Alternativas técnicas de factores de producción y factibilidad financiera.....	61
2.5 RESULTADOS Y DISCUSION	63
2.5.1 Costos unitarios.....	63
2.5.2 Rentabilidad del modelo de negocio.....	67
2.5.3 Costos de producción por la adopción de nuevos componentes.....	69
2.5.4 Indicadores financieros	70
2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
LITERATURA CITADA	73
ANEXOS	82
ANEXO I	82
ANEXO II.....	86

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Número de viveros y cifras de producción total y promedio por instancia productora para el ciclo de producción 2015-2016.....	28
Cuadro 2. Nivel de producción de planta actual (ciclo 2015-2016) por volumen de los envases usados a nivel nacional en los sistemas de producción en contenedor y tradicional.....	31
Cuadro 3. Resumen del número de especies de las cuatro familias más producidas y sus valores porcentuales, total y acumulado, con respecto a la cifra de producción total	33
Cuadro 4. Número de especies producidas en niveles de proporción del 25 %, 50 %, 75 %, 90 % con respecto al total nacional.....	33
Cuadro 5. Nivel de producción de planta forestal a nivel nacional con fines de restauración por tipo de condición climática.....	38
Cuadro 6. Valor resultante del Índice de Herfindahl-Hirschman a nivel de entidad federativa y nivel de concentración del mercado de la producción de planta forestal con fines de restauración.....	44
Cuadro 7. Tiempo de cultivo mínimo, máximo para las ocho especies más producidas a nivel nacional.....	54
Cuadro 8. Conjunto de parámetros utilizados para el cálculo del costo total y unitario de las ocho especies más producidas en México, por tipo de instancia productora.	50
Cuadro 9. Características de los envases, fertilización y sustratos usados en la producción de planta de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schtdl. & Cham realizada en el vivero del Colegio de Postgraduados.....	56
Cuadro 10. Estructura de costos involucrados en el proceso de producción de planta forestal de vivero. Con base en FAO (1998).....	56
Cuadro 11. Costo unitario de planta para los sistemas de producción en contenedor y tradicional, para las ocho especies más producidas a nivel nacional en las zonas norte, centro, sur y península, por instancia productora.	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de superficies identificadas de restauración en la República Mexicana derivadas de la zonificación forestal propuesta por CONAFOR.....	5
Figura 2. Rangos de producción de planta forestal en vivero en el ciclo 2015-2016 con fines de restauración.....	19
Figura 3. Tendencia de la producción nacional de planta forestal con fines de restauración con base en cifras de los ciclos de producción 1999-2000, 2009-2010 y 2015-2016.....	20
Figura 4. Cantidad de planta producida por entidad federativa con fines de restauración para el ciclo 2015-2016.	21
Figura 5. Gráfica de dispersión de la superficie de restauración vs. planta producida por entidad federativa, para el ciclo de producción 2015-2016; cada punto corresponde a una entidad federativa.	22
Figura 6. Producción de planta para el ciclo 2015-2016 y superficie de restauración por entidad federativa.	24
Figura 7. Ubicación geográfica de la red de viveros por tipo de instancia productora (Fuente: elaboración propia con datos de la CONAFOR).	27
Figura 8. Producción promedio por vivero y por instancia productora para el ciclo de producción 2015-2016.....	28
Figura 9. Tendencia del uso de los sistemas de producción de planta en los viveros forestales del país durante el periodo 1992-2016.	29
Figura 10. Cantidad de planta de las 3 especies más producidas que concentran 25% del total de la producción nacional.....	34
Figura 11. Cantidad de planta de las ocho especies más producidas que concentran el 50 % del total de la producción nacional.....	34
Figura 12. Cantidad de planta de las 20 especies más producidas que concentran 75 % del total de la producción nacional.....	35

Figura 13. Cantidad de planta de las 37 especies más producidas que concentran 90 % del total de la producción nacional.	36
Figura 14. Tendencia de los niveles de producción acumulada de planta por especie producida en viveros forestales con fines de restauración. Línea continua: datos originales. Línea punteada: ajuste exponencial.	37
Figura 15. Proporción de la producción nacional en viveros forestales por tipo de especie, respecto de la producción total.	39
Figura 16. Proporción de la producción nacional en viveros forestales por tipo de condición climática, respecto de la producción total.	39
Figura 17. Proporción de la producción en vivero de especies nativas e introducidas para realizar trabajos de restauración.	40
Figura 18. Resultados del índice Herfindahl-Hirschman a nivel nacional por instancia productora de planta forestal con fines de restauración.	43
Figura 19. Zonificación del país considerando niveles y grado de concentración de la producción de planta forestal con fines de restauración en las entidades federativas, para el ciclo de producción 2015-2016. Fuente: elaboración propia.	53
Figura 20. Flujo de caja para la producción de planta de <i>Pinus cembroides</i> Zucc. en viveros forestales para un ciclo de producción, considerando la adquisición de contenedores en el mes 0.	57

INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción de planta en viveros forestales dirigida a actividades de reforestación y restauración forestal se ha realizado de manera sistemática en México durante más de 100 años; el primer vivero forestal con estos fines se estableció en 1907 (SEMARNAT, s.f.). La planta como producto representa uno de los insumos básicos en una plantación; la fase de producción a su vez es uno de los componentes principales en el ciclo de la reforestación.

Las actividades de reforestación surgen como respuesta gubernamental a la fuerte preocupación de la sociedad y del mismo estado mexicano de contrarrestar la evidente y creciente afectación a los ecosistemas forestales, producto de una sobreutilización y limitaciones de los esquemas de gestión de su uso, con fundamentos sostenibles. Hasta nuestros días, estas actividades son lideradas por el gobierno federal y se enmarcan como política pública nacional dirigida a la protección y restauración de los ecosistemas forestales.

Desde sus inicios y hasta hace poco más de dos décadas, la producción de planta forestal en México se realizó con el sistema tradicional en instalaciones de bajo nivel tecnológico, caracterizado por el uso de suelo forestal, agrícola o mezclas de éstos como sustrato y bolsas de polietileno negro de diferentes características y medidas, como envases. Esta situación prevaleció hasta inicios de los años noventas, época en la cual se puso en marcha el Programa Nacional de Reforestación (en 1989) y el Programa Solidaridad Forestal (en 1993). A partir del surgimiento de estos programas se logró dar un giro importante tendiente, entre otros múltiples aspectos, a la modernización de los procesos de producción y adopción de esquemas tecnológicos innovadores, dirigidos a producir planta en mayor cantidad y calidad.

En la actualidad son significativos los cambios y avances en la producción de planta forestal, destacando el sistema intensivo en contenedores rígidos como el principal esquema de producción, con una amplia variedad de instalaciones de producción, de tipos y características de envases, de esquemas y protocolos de fertilización y del uso de sustratos con componentes orgánicos e inorgánicos, tanto de origen local como de importación, para una gran diversidad de especies.

Tal desarrollo ha obligado a realizar importantes inversiones de capital tanto por la parte de los productores como de los entes gubernamentales, orientados a mejorar los procesos productivos, a desarrollar o mejorar las instalaciones de producción, a adquirir insumos de

producción más eficientes y a fortalecer el capital humano, buscando dar cumplimiento con la normatividad y estándares de calidad de planta definidos por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), como principal instancia demandante de planta a nivel nacional.

Dada la gran variabilidad de condiciones climáticas, zonas geográficas y socioeconómicas, especies, sistemas de producción, instalaciones, costos de mano de obra, servicios e insumos, entre otros factores, resulta necesario obtener una valoración financiera y de eficiencia para los diferentes sistemas de producción, así como de las condiciones específicas particulares; para una gran cantidad de viveristas, independientemente del tipo y destino de la producción, representa un modelo de negocio del que esperan un determinado nivel de rentabilidad.

Tanto para los productores como para las instancias gubernamentales resulta relevante desarrollar un análisis detallado de todas las variables del proceso de producción de planta, a fin de determinar el costo real de la planta por ciclo de producción, teniendo en cuenta la disponibilidad a pagar por el comprador, con lo cual sea posible proyectar eficiencias económicas para cada sistema. Esta información permitirá ser financieramente más eficiente en los procesos, así como identificar aquellos factores que representan el mayor impacto en el costo final de producción, cumpliendo a su vez con los estándares de calidad de planta previamente determinados para las diferentes especies. Ante este escenario la planta forestal se convierte en un bien de producción, que a su vez sirve para producir otros bienes y servicios.

El presente trabajo muestra un diagnóstico general de la producción de especies forestales en México y se presenta un análisis financiero de dos sistemas de producción de planta forestal en vivero con fines de restauración, tomando como base la situación actual de producción de la red nacional de viveros y el conjunto de variables identificadas del proceso que inciden en el costo final, para identificar las más representativas en términos de eficiencia financiera y recomendar mejoras a los procesos y opciones de inversión.

REVISIÓN DE LITERATURA

DEFORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN

La principal problemática ambiental que enfrentan los ecosistemas terrestres mexicanos incluye la deforestación y la degradación. Ambos fenómenos implican una reducción de la cubierta vegetal, lo que representa problemas como modificaciones en los ciclos hídricos y cambios regionales de los regímenes de temperatura y precipitación, favoreciendo con ello el calentamiento global, la disminución de la captura de bióxido de carbono y la pérdida de hábitats y biodiversidad, y la fragmentación de ecosistemas (CONAFOR, 2009).

La deforestación en México se ha reducido de manera significativa, pasando de 354,000 ha anuales en el periodo 1994-2000, a 155,000 ha anuales para el periodo 2005-2010 (DOF, 2013). Sin embargo, aun persisten fuertes presiones para el cambio de uso del suelo forestal que es necesario atender mediante la alineación y aplicación de políticas públicas adecuadas, y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales. En México, el cambio de uso del suelo forestal se debe en mayor medida a actividades agrícolas, pecuarias y turísticas (82 %), tala ilegal (8 %), incendios (6 %) y otros factores (4 %) (CIFOR, 2010).

En México, la CONAFOR ha implementado acciones de apoyo al sector forestal con la finalidad de disminuir estos efectos adversos. Además, promueve el aumento de la productividad de los bosques mediante la conservación del suelo, sanidad forestal y la reforestación de áreas prioritarias (Garza *et al.*, 2011). De acuerdo con la legislación mexicana, la reforestación se define como el establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales (DOF, 2003); siendo estas actividades las prácticas mayormente usadas para rehabilitar ecosistemas degradados o deforestados (CONAFOR, 2013) por lo que representa una de las actividades forestales de mayor importancia año con año (Wightman y Santiago-Cruz, 2003).

Hoy en día no existe cifra precisa o única relativa a la superficie nacional forestal que, dados los niveles de degradación o deforestación, requieran acciones de restauración. No obstante, se cuenta con aproximaciones cuyas cifras resultan alarmantes, tomando como referencia comparativa las acciones en términos de superficie que se atiende en forma anual para

revertir tales procesos. Con base en la zonificación generada por CONAFOR¹, las áreas identificadas como de restauración suman aproximadamente 14.6 millones de ha (Figura 1), de las cuales 8.9 millones se caracterizan por tener una cobertura de copa inferior al 20 % y mostrar evidencia de erosión laminar del suelo (SEMARNAT, 2014).

En el documento del Programa Nacional Forestal (PRONAFOR), en su objetivo 4 se identifica una superficie prioritaria de 18.3 millones de ha que demandan acciones de restauración (CONAFOR, 2014a), cálculo basado en la definición de áreas elegibles susceptibles de apoyo para trabajos de restauración. Por su parte, el área de suelos de la misma CONAFOR ha desarrollado acciones en 12 cuencas prioritarias del país, donde se estimó una superficie potencial de restauración de 3,656,873 hectáreas².

Otras instancias señalan cifras en función de su ámbito de acción; la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) trabaja en un esquema denominado análisis de vacíos y omisiones (gap analysis), para identificar áreas que demandan acciones para restaurar servicios ecosistémicos que fomenten la biodiversidad³. En este mismo sentido, la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN) trabaja en actividades específicas a nivel país, en coordinación con organizaciones de la sociedad civil para restaurar bosques degradados y deforestados, desde el concepto de restauración del paisaje productivo. Tan sólo en la península de Yucatán se han identificado 3.35 millones de hectáreas con potencial para desarrollar estas actividades (UICN, 2107).

Con independencia de instancias, cifras y objetivos, las necesidades de restauración a nivel país son altas, lo que obliga a mantener e incrementar acciones que permitan retornar la productividad a los ecosistemas alterados, en el mediano y largo plazos. La mayoría de estos procesos se basan en la recuperación de la cobertura vegetal, por lo cual, la producción de planta es elemento clave para cumplir con las acciones establecidas en diferentes programas o proyectos con fines de restauración forestal que se desarrollan en el país.

¹ Cifra calculada con base en la suma de poligonales de archivos geoespaciales disponibles en el Sistema Nacional de Información Forestal usando el software QGis (SIG). Fuente: <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/zonificacion>.

² Programa de restauración forestal de cuencas hidrológicas prioritarias. Documento de trabajo. Comisión Nacional Forestal. 2012.

³ Análisis gap. Información disponible en <http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Portada>. Consultado el 10 de febrero del 2018.

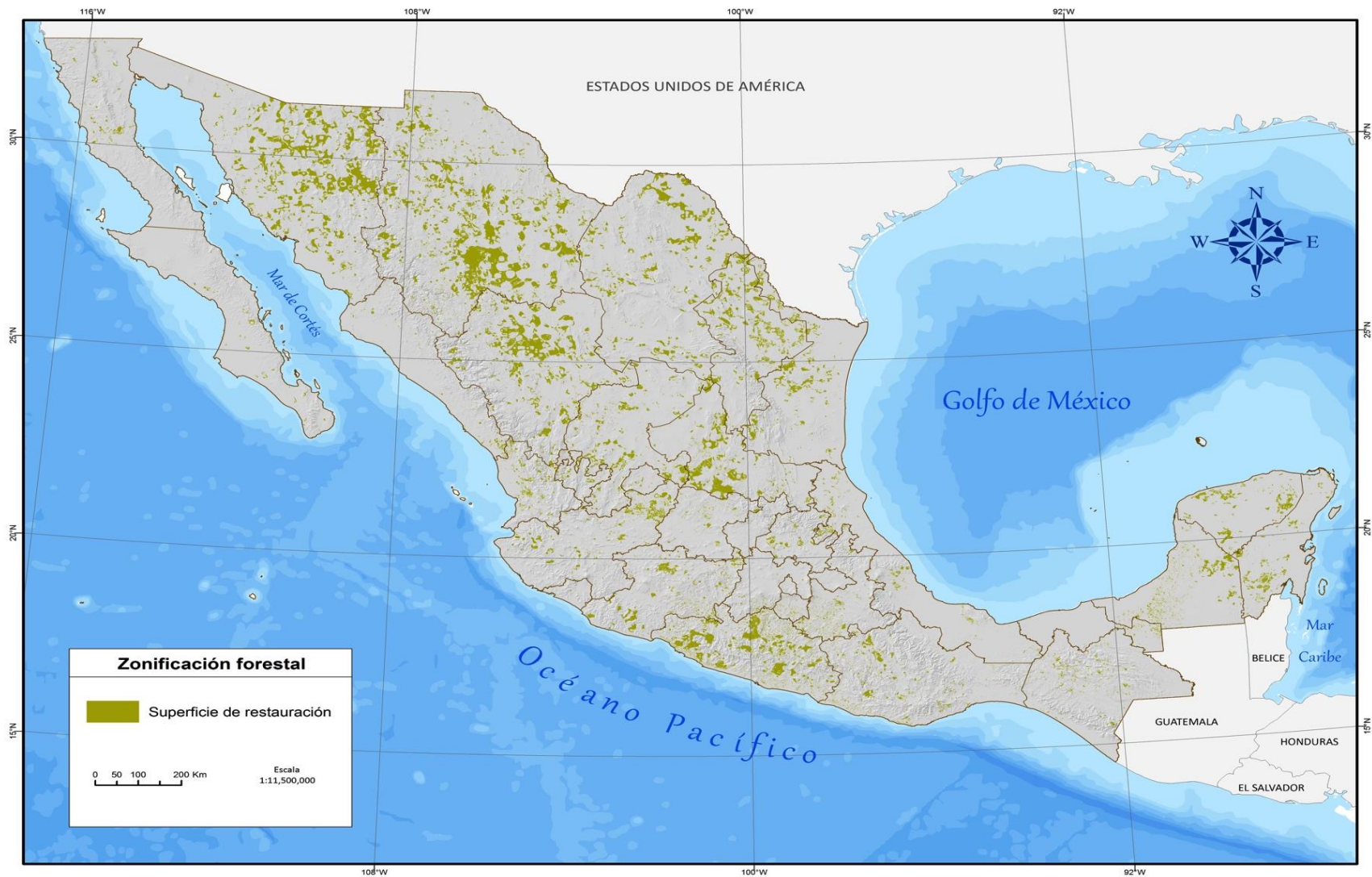


Figura 1. Mapa de superficies identificadas de restauración en la República Mexicana derivadas de la zonificación forestal propuesta por CONAFOR.

Fuente: diseño propio con información pública de las poligonales del Sistema Nacional de Información Forestal. <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/zonificación>. Consulta realizada 18/01/2018.

CALIDAD DE PLANTA Y PRODUCCIÓN.

Mucho se ha escrito en diversos países sobre el concepto de calidad de planta forestal y su importancia para cumplir con los objetivos de una plantación. Ejemplos se encuentran desde inicios del siglo XX con Tillotson (1917) buscando clasificar las plantas en función de su calidad, hasta Rook (1980), Duryea y Brown (1984), South y Mexal (1984), Duryea (1985), Mexal y Landis (1990), Rose *et al.* (1990), Wagner y Colombo (2001) y MacLennan y Fennessy (2006), Grossnickle y MacDonald (2018), quienes abordan el concepto de calidad de planta, las formas de cómo valorarla y los métodos (directos e indirectos) para su determinación. Sin embargo, la mayoría de los autores coinciden en que una planta de calidad es aquella que tiene una alta probabilidad de sobrevivir el primer año después de haberse establecido y una vez que lo ha logrado, mostrar un buen desempeño en su crecimiento (Duryea, 1985; Feret, 1986).

La calidad de las plantas puede medirse mediante una variedad de técnicas sofisticadas de laboratorio (y no tan sofisticadas), que van desde la conductividad eléctrica de los tejidos de las plantas hasta el estado de nutrientes y carbohidratos en ellas. También puede medirse por métodos cualitativos o cuantitativos relacionados con su morfología incluyendo, entre otros, el diámetro del cuello de la raíz, la relación tallo/raíz, la altura del tallo o su peso seco, su morfología y la masa de la raíz o simplemente su apariencia natural (Duryea, 1985).

Estas propiedades morfológicas y fisiológicas influyen en la supervivencia y crecimiento inicial de las plantas en el lugar de plantación, por lo cual es importante que los viveristas y plantadores evalúen dichas características antes de que salga del vivero, de tal forma que exista control en la selección de planta a utilizar en las actividades de reforestación (Prieto *et al.*, 1999; Sigala, 2009).

Gadgil y Harris (1980) y Willen y Sutton (1980) establecen que la calidad está representada por la adecuación al propósito o finalidad. En el sentido más amplio, la calidad de la producción se utiliza para denotar tanto la adecuación para el propósito como la viabilidad, aunque siempre debe reconocerse la diferencia entre los términos calidad y viabilidad (Mohammed, 1996).

El éxito de los programas de reforestación depende principalmente de la calidad de la planta que se produce en los viveros, la cual puede asegurar una mayor probabilidad de supervivencia y desarrollo cuando llegan a establecerse en el lugar definitivo (Mas, 2003). En

México, en las últimas dos décadas se ha incrementado sustancialmente la calidad y cantidad de planta producida para los trabajos de restauración.

Durante el ciclo de propagación de planta en vivero se realizan diversas operaciones de cultivo que permiten al viverista manipular algunas de las condiciones ambientales y acciones de manejo, para influir en la morfología y la fisiología de la planta (Birchler *et al.*, 1998). En la determinación de la calidad de las plantas, los parámetros utilizados se basan en los aspectos fenotípicos denominados morfológicos, o en los internos, denominados fisiológicos (Gomes *et al.*, 2002).

Los sistemas de producción utilizados en México han evolucionado desde 1993, fecha en la cual se introdujo el sistema de contenedores en los viveros forestales, aunado al uso de sustratos inertes, protocolos de fertilización e instalaciones específicas, con lo cual se produjo planta que reuniera determinados estándares morfológicos de calidad. De acuerdo con Burney *et al.* (2015), en el 2000 el sistema de producción tradicional representaba el 70 % del total de la infraestructura de viveros, mientras que el restante 30 % correspondía al de contenedores.

En 2013 se contaba con una red de 358 viveros en los cuales se producía cerca de 275 millones de plantas por año (Burney *et al.*, 2015), mismas que se evaluaban durante el proceso de producción, hasta su salida a campo. Las variables morfológicas a valorar (identificadas en los convenios de concertación y colaboración como parámetros mínimos de las características técnicas de la planta) son el tipo de envases (contenedores de poliestireno expandido, de plástico rígido o bolsas de polietileno con medidas y características específicas), talla o altura del tallo (cm), diámetro del tallo o cuello de la raíz (mm), cantidad de raíces y conformación del sistema radical (visual), relación tallo/raíz, grado de lignificación (cm), nivel de micorrización (visual), ausencia de plagas o enfermedades (visual) y edad (meses), cuyos valores corresponden a especies o grupos de especies⁴.

En el apartado de la investigación, en México se ha trabajado en forma constante cómo evaluar la calidad de la planta producida en los viveros forestales. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha desarrollado publicaciones

⁴ Con base en los parámetros establecidos en los convenios de concertación determinados por la Conafor como instancia adquirente de planta y las diferentes empresas contratadas para la producción de planta.

referentes a procesos metodológicos para determinar la calidad de planta producida en viveros en los estados de Durango (INIFAP, 2009) y Michoacán (INIFAP, 2010). Adicionalmente se han generado diversos artículos en revistas especializadas sobre los resultados de la calidad de la planta en los viveros forestales como los presentados por Orozco *et al.* (2010) para los viveros del estado de Colima y Rueda-Sánchez *et al.* (2014) para los viveros del estado de Nayarit.

El tema de calidad de planta también ha sido abordado en un marco más general. Rodríguez-Trejo (2008) presentó una publicación con el tema de los indicadores de calidad de planta forestal, mientras que INIFAP (2004) aborda las prácticas que influyen en la producción de planta de calidad.

Estudios específicos recientes realizados por Torrente y Pemán (2004), Mateo *et al.* (2011), Hernández *et al.* (2014), Escamilla *et al.* (2015), Aguilera *et al.* (2016) y Sánchez *et al.* (2016) han demostrado que el uso de aserrín crudo y la corteza de pino molida y compostada como sustrato, aunado a fertilizantes de liberación controlada y envases que promueven sistemas radicales mejor estructurados pueden producir plantas con tallas adecuadas para la restauración.

Actualmente, mediante la operación del PRONAFOR se plantea una meta de restauración de ecosistemas forestales en un millón de hectáreas, para un periodo de 6 años (SEMARNAT, 2014), lo cual implica, asumiendo una plantación promedio de mil plantas por hectárea, una producción aproximada de mil millones de plantas. Las plantas que serán usadas para realizar estos trabajos deberán reunir estándares predefinidos en términos de calidad morfológica.

Recientemente el gobierno federal ha impulsado la creación y puesta en marcha de la primera Norma Mexicana de carácter voluntario definida como “Certificación de la Operación de Viveros Forestales” – NMX-AA-170-SCFI-2016 (NMX170), que regula los procesos productivos en los viveros forestales y promueve el incremento de la calidad de la planta producida (SE, 2016).

ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PRODUCCIÓN

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son las erogaciones necesarias para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto (FAO, 1998).

En un vivero forestal se deben seguir y lograr tres objetivos básicos: producir la cantidad de planta que cubra las necesidades reales, producir planta de alta calidad y tener costos de producción que garanticen márgenes de rentabilidad que permitan continuar con el negocio (Hernández *et al.*, 1999).

En México son aun escasas las investigaciones referidas al análisis del costo que representa la producción de la planta con fines de restauración y que cumpla con estándares de calidad. Como se mencionó anteriormente, una planta de calidad es aquella que puede sobrevivir en un ambiente con estrés prolongado y producir un crecimiento vigoroso posterior a su plantación. A este concepto Johnson y Cline (1991) le suman el aspecto económico, y definen una planta de calidad como aquella que además se produce a costo mínimo. Existen muchos trabajos relacionados con los procesos de calidad de planta, de los procesos de producción tanto a nivel nacional, regional o local, o de manera específica, a nivel de especies producidas; sin embargo, son pocos los relacionados con aspectos de índole financiero que permitan analizar el conjunto de factores que se deben considerar para su valoración.

SEMARNAP (1998) realizó un análisis de costos de producción de planta en vivero, para los sistemas *tradicional* y de *contenedores* (poliestireno expandido), de los viveros participantes en el Programa Nacional de Reforestación, usando costos promedio de insumos a nivel nacional, y el salario por jornal con la mayor percepción, buscando que con el valor más alto se cubrieran todas las regiones del país. No se consideraron costos de instalaciones productivas y como premisa se asumió una operación eficiente. Tampoco fueron considerados rubros relacionados con la adquisición de maquinaria y equipo, ni de construcción y mantenimiento de instalaciones, razón por la cual la depreciación tampoco fue un elemento del análisis.

La CONAFOR (2007) realizó un análisis de costos de producción como requisito normativo para adquirir planta forestal como caso de excepción, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. Para el análisis se obtuvieron los costos unitarios de referencia (valores máximo y mínimo) de la producción de planta forestal en contenedor y bolsa de polietileno, para especies de clima templado frío (periodos de producción de 6 a 12 meses) y tropical (periodos de producción de 3 a 6 meses), considerando cinco conjuntos de variables: insumos, asistencia técnica especializada, mano de obra, operación y ajuste por depreciación de infraestructura.

Los valores de rendimientos y costos fueron valores promedio, haciendo variar tanto el jornal como el número de salarios mínimos requeridos por sistema y condición climática. Los resultados obtenidos corresponden al grupo de especies por condición climática y sistema de producción. Se obtuvieron rangos del costo por planta variando el tamaño de la cavidad y el número de salarios mínimos requeridos en cada grupo de especies, para semillas grandes y pequeñas. En promedio, la semilla grande influye en el costo hasta 23 % adicional con respecto a las semillas pequeñas⁵ en especies de clima templado frío, y hasta 13 % adicional para especies de clima tropical o de rápido crecimiento. El concepto que más influye en el costo final de la planta es el de insumos (40 % al 48 %), seguido de la mano de obra (16 % al 24 %), depreciación (16 % al 21 %), operación del vivero (10 % al 12 %) y asistencia técnica especializada (6 % al 8 %) (CONAFOR, 2007).

INIFAP (2011), desarrolló un análisis de la rentabilidad de nueve viveros del Estado de Chihuahua, para los ciclos de producción 2007-2008 y 2008-2009. En dicho trabajo se destaca la importancia de mejorar la información económica de los procesos productivos con base en los registros contables básicos tanto de los costos fijos como variables, los ingresos y la información indispensable para una evaluación económica. En estos trabajos se establece como corolario que cuándo cada viverista conozca la rentabilidad del proceso, tendrá mayores elementos de juicio para programarlo y mejorar su rentabilidad. En este trabajo se usaron los indicadores del Valor Actual Neto (VAN)⁶, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio/Costo (B/C). Los resultados obtenidos indican que, en su mayoría, los índices de rentabilidad del capital son bajos y cinco de los nueve viveros resultaron ser no rentables.

En fechas recientes CONAFOR (2013a) publicó un manual de evaluación de costos de producción para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, mediante el uso de costos promedio del conjunto de requerimientos e insumos para producir planta que permitiera abastecer a este modelo de negocio, en el cual se consideró el costo de instalación de infraestructura, equipamiento, mantenimiento y el mismo proceso de producción. Los resultados obtenidos se presentan en rangos de costos, los cuales variaron de \$1.60 hasta \$3.57 para las

⁵ El estudio no cuantifica o describe a qué semillas se les denomina grandes y pequeñas.

⁶ En algunas publicaciones al valor actualizado neto también se le conoce como valor neto presente (VNP) o valor actual neto (VAN)

especies producidas en un ciclo largo (de 6 a 12 meses) y de \$1.63 a \$3.34 para las de ciclo corto (de 3 a 6 meses). Otro factor de variación que influyó fue el volumen del contenedor, con un rango de 115 a 250 ml. En este cálculo no se incluyó el concepto de rentabilidad financiera dado que estas actividades cuentan con subsidios gubernamentales. Si bien el objetivo de la producción fue para las plantaciones forestales comerciales, el esquema de cálculo utilizado y una buena parte de las variables pueden ser usadas como referencia para realizar el cálculo del costo de producción con fines de restauración, realizando ciertos ajustes correspondientes a estas especies y objetivo.

Hernández *et al.* (2015), desarrollaron con fines de planeación, un simulador de costos de producción denominado SIMCOVIV (versión v.1) que busca estimar de forma rápida los costos de producción en diferentes escenarios, con base en los insumos y los procesos. Se toman en cuenta las especies, origen y calidad de semilla, envases, crecimiento, fertilización, riego y productos agroquímicos, embalaje de la planta, instalaciones y mano de obra. Una referencia importante en la proyección es la variable “adquisición del terreno” por unidad de superficie. También considera el apartado de depreciación del equipo, instalaciones, herramientas y equipamiento. Como plataforma de cálculo se usó el software Excel[®] de Microsoft[®].

Otra aplicación de características similares fue desarrollada en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno Argentino (Hansen *et al.*, 2015). La aplicación es denominada “Guarán, Modelo de Gestión Económica de Viveros” en su versión 2.0. El objetivo de este desarrollo es brindar una herramienta para los viveristas que permita realizar el cálculo de costos de producción, comercialización y financiamiento, así como determinar la utilidad que se podría obtener al finalizar el ciclo productivo. El desarrollo se basa igualmente en la hoja de cálculo Excel[®] de Microsoft[®], apoyándose con código de programación VBA y macros. Con la aplicación es posible obtener el total de costos variables, el total de costos de las instalaciones (estructuras de operación-producción). Además, el modelo genera el precio de venta (por unidad producida), el costo directo y el costo fijo, con lo cual es posible obtener la utilidad marginal y la utilidad neta.

La empresa “Asesoría Forestal Técnica y Operativa S.A. de C.V.” que produce planta forestal para la restauración con sede en Chilpancingo (Estado de Guerrero), desarrolló un software que opera mediante módulos, uno de los cuales es identificado como “Sistema de

Viveros”. Permite operar como simulador para el cálculo implícito de la producción, además de realizar otra serie de procesos relacionados con la administración y gestión de los recursos de la empresa dedicada a la producción de planta forestal en vivero (ASFOR, 2017).

El menú principal permite la creación, integración, modificación, consulta y gestión de diferentes catálogos, dentro de los cuales se encuentran los de especies, proveedores, el registro, consulta y modificación de los proyectos de producción para diferentes especies de rápido y lento crecimiento, además de otros módulos adicionales para la programación de la producción, el registro y consulta de actividades realizadas, el de seguimiento y programación de la producción, que incluye las fechas estimadas de salida de la planta y por último, el módulo de administración que considera los catálogos de recursos humanos, inventarios, clientes, cuentas y proyección de gastos. El software se encuentra aún en fase de prueba y se espera que en fechas próximas pueda ser liberado al mercado como una herramienta de apoyo a los productores de planta forestal en vivero (ASFOR, 2017).

CAPÍTULO I. ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO CON FINES DE RESTAURACIÓN

1.1 RESUMEN

Con el propósito de conocer cuál es la situación actual que presenta la red nacional de viveros que abastecen de planta al proceso de restauración forestal y cuantificar las principales variables de los procesos y los valores de referencia que den soporte al cálculo de costos para los diferentes sistemas de producción, en el presente documento se sistematiza y analiza información relativa a 291 viveros forestales correspondientes al ciclo de producción 2015-2016 donde se produjeron cerca de 210 millones de plantas. Se obtuvo la cantidad de planta producida por especie y por tipo de ecosistema. Se determinaron los tipos de envase usados y los volúmenes de las cavidades de producción e instancia productora. Las cinco entidades federativas con mayor producción fueron Chiapas, Estado de México, Guerrero, Michoacán y Puebla; en contraparte las cinco con menor producción fueron Baja California, Baja California Sur, Campeche, Ciudad de México y Tamaulipas. El sistema de producción en contenedor es el más usado en los viveros del país (93 %) seguido del tradicional (5 %) y a raíz desnuda (2 %). El volumen del envase más usado a nivel nacional fue de 220 ml en el sistema de contenedores y de 1.3 L para el sistema tradicional. El volumen de los envases fluctúa entre 150 y 310 ml para el sistema de contenedor y entre 0.7 y 3.8 L para el tradicional. Las familias botánicas más representativas fueron Pinaceae, Fabaceae, Bignoniaceae y Meliaceae, que en conjunto representan poco más del 90 % de la producción nacional. Las cinco especies más producidas fueron *Pinus cembroides* Zucc., *P. pseudostrobus* Lindl., *P. devoniana* Lindl., *P. oocarpa* Shiede. ex Schltdl. y *P. montezumae* Lamb., con una producción acumulada de 77.5 millones de plantas (33 % de la producción nacional). Las especies de clima templado y templado frío son las más producidas (66 %), seguidas de las tropicales y subtropicales (31 %) y de ecosistemas semiáridos (3 %). Las especies más producidas son las coníferas (64 %), seguidas de las latifoliadas (33 %) y los agaves, palmas y otras especies representativas del semidesierto (3 %). Se determinó el nivel de concentración de las empresas productoras, lo que dio como resultado un mercado de planta forestal con fines de restauración con alta concentración y baja competitividad.

Palabras clave: Viveros forestales, sistemas de producción, especies producidas, red nacional de viveros, concentración del mercado, índice Herfindahl-Hirschman.

1.2 ABSTRACT

This chapter presents an analysis of 291 forest nurseries along the 2016 production cycle when approximately 210 million of seedlings were produced. The objective of this analysis is to identify the current situation presented in the national network of nurseries supplying the tree seedlings used for ecosystem restoration, as well as the identification of the main variables defining the cost structure for the different production systems. The amount of plant produced per species and type of ecosystem, the types of containers used, volumes of the cavities and production instance were determined. The states with the highest production were Chiapas, State of Mexico, Guerrero, Michoacan and Puebla; in contrast, the ones with the lowest production were Baja California, Baja California Sur, Campeche, Mexico City and Tamaulipas. The production system with containers is the most used in Mexico (93 %) followed by the traditional polybag system (5 %) and bare root system (2 %). The production with 220 ml containers and with 1.3 L polybags are the most frequent production systems. Nation wide, the volume of containers fluctuates between 150 ml and 310 ml for the container system and between 0.7 L and 3.8 L for traditional system. The most representative botanical families were Pinaceae, Fabaceae, Bignoniaceae and Meliaceae, which together represent just over 90 % of the national production. The five most produced species were *Pinus cembroides* Zucc., *P. pseudostrobus* Lindl., *P. devoniana* Lindl., *P. oocarpa* Shiede. ex Schltdl. and *P. montezumae* Lamb., with an accumulated production of 77.5 million seedlings (33 % of national production). Temperate and temperate-cold species are the most produced ones (66 %), followed by tropical and subtropical (31 %), and semi-arid ecosystems species (3 %). The most produced species are conifers (64 %), followed by broadleaves (33 %) and agaves, palms and other species present in the semi-desert (3 %). The level of market concentration for the production of seedlings was determined. The Herfindahl-Hirschman index suggests a high concentration and low competitiveness.

Keywords: Forest nurseries, production systems, produced species, forest nursery network, market concentration, Herfindahl-Hirschman index.

1.3 INTRODUCCIÓN

La planta producida en viveros forestales que abastece a los trabajos de restauración en el país se realiza hasta la fecha de manera sistemática como una acción impulsada y subsidiada principalmente por el gobierno federal, en coordinación con los gobiernos locales y organizaciones no gubernamentales. En las últimas dos décadas, la cantidad de planta producida se ha incrementado de manera significativa, dada la necesidad de cubrir grandes metas de reforestación, como acción para revertir la fuerte pérdida de la cubierta forestal. En este periodo se ha trabajado en diferentes aspectos para incrementar la calidad de planta mediante la mejora de los procesos de producción, incremento de la calidad del germoplasma, uso de mejores protocolos de fertilización y esquemas de riego, acorde al tipo de planta producida y cumplimiento de estándares de calidad.

A diferencia de lo sucedido desde el establecimiento del primer vivero en 1907 (SEMARNAT, s.f.) hasta inicios de los años 90 del siglo pasado, cuando la mayoría de la planta se produjo en viveros de instancias gubernamentales mediante el sistema tradicional, en la actualidad, la mayor parte de la producción se realiza en viveros de particulares con el sistema de producción en contenedores. Tal situación ha permitido generar condiciones que fomentan el desarrollo del mercado de planta forestal con fines de restauración, al promover que algunos de los procesos de producción tengan relación directa con la ley de oferta-demanda, principalmente en la adquisición de insumos.

El presente trabajo de investigación plantea como objetivos conocer la condición de operación actual de los viveros forestales que producen planta forestal para las actividades de restauración, mediante la identificación y sistematización de los factores y variables de los procesos (información estadística, cuantitativa y de categorización), conocer el nivel de correlación entre la cantidad de planta producida con las necesidades de restauración forestal y el grado de concentración de la producción de las diferentes instancias productoras (a nivel nacional y por entidad federativa) con lo cual sea posible inferir su grado de competitividad, todo en un contexto de planeación y economía de mercado.

1.4 MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvo de la CONAFOR la base de datos de producción de planta forestal por vivero correspondiente al ciclo de producción 2015-2016, cuyas plantas respaldaron los trabajos de reforestación en el año 2016. Adicionalmente se solicitó información específica a la CONAFOR mediante la plataforma del Sistema Nacional de Transparencia (snt.org.mx), se realizaron consultas específicas de información en los sitios de la CONAFOR (www.gob.mx/conafor), de la Secretaría de la Defensa Nacional (www.gob.mx/sedena), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (www.gob.mx/conabio) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (www.gob.mx/semarnat).

Aquellos viveros que aun cuando han tenido su origen en un contexto social (emanados de ejidos o comunidades), por el hecho de conformar una asociación o sociedad civil legalmente constituida para realizar actividades de producción – entre otras actividades afines – reúnen las características y elementos necesarios para ser catalogadas como empresas privadas. Dado el cumplimiento de condicionantes para su conformación, así como requerimientos y obligaciones contraídas de tipo fiscal, en la presente investigación se les considera como empresas privadas.

Para verificar la escritura correcta y correspondencia taxonómica de las familias y nombres científicos de las plantas producidas, se usaron para cotejo, corrección o actualización, los sitios de internet del Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS⁷ por sus siglas en inglés), del Jardín Botánico de Missouri (Tropicos⁸) y del Índice Internacional de Nombres de Plantas (IPNI⁹, por sus siglas en inglés).

La sistematización, análisis y presentación gráfica de la información se realizó con la hoja de cálculo Excel de Microsoft® usando tablas dinámicas para la generación de información específica de las variables correspondientes a la producción total, por especie, por entidad federativa, por tipo de planta, por instancia productora, por sistema de producción, por tamaño de contenedor, por tipo de condición climática y tipo de especie determinada por su ecosistema correspondiente.

⁷ <https://www.itis.gov/>. Integrated Taxonomic Information System. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

⁸ <http://www.tropicos.org>. Missouri Botanical Garden, EEUU

⁹ <http://www.ipni.org/index.html>. The Royal Botanic Gardens, Kew, The Harvard University Herbaria and the Australian National Herbarium.

Para la generación de coberturas geográficas y mapas se usaron los Sistemas de Información Geográfica ArcGis¹⁰ (versión 10.1) y Qgis¹¹ (versión 2.18), con datos geográficos obtenidos de la CONAFOR y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La cobertura de zonificación generada por la CONAFOR sirvió de base para la cuantificación de la superficie de restauración a nivel de entidad federativa. Con esta información y mediante el uso de un diagrama de dispersión y el coeficiente de correlación, se verificó el nivel de relación entre la superficie identificada como de restauración con la cantidad de planta producida por entidad federativa, para el ciclo de producción 2015-2016.

Para la determinación del nivel de concentración del mercado de producción de planta forestal con fines de restauración se calculó el Índice Herfindahl-Hirschman (IHH) a nivel nacional y por entidad federativa, cuyo valor estadístico permite inferir la concentración y grado de competencia de las empresas. Entre más alto es el índice, menos competitivo es el mercado. Éste índice se calcula como la suma al cuadrado de la participación porcentual de la *i*-ésima empresa:

$$IHH = \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{X} 100 \right)^2$$

Donde $\frac{X_i}{X}$ es la participación porcentual de la *i*-ésima empresa en el mercado y *N* es el número de empresas en la industria. El indicador varía entre cero y diez mil ($0 < IHH < 10,000$). Cuando el indicador IHH es cercano a cero indica que hay un bajo nivel de concentración, mientras que un indicador de 10,000 muestra que el mercado se comporta como un monopolio.

1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.5.1 Producción nacional y por entidad federativa

La producción con fines de restauración (ciclo 2015-2016) fue de 213.6 millones de plantas. Las cinco entidades federativas con la producción mayor en orden descendente fueron Michoacán (20.5 millones de plantas), Estado de México (17.4 millones de plantas), Guerrero (16.8 millones de plantas), Chiapas (15.7 millones de plantas) y Puebla (10.8 millones de

¹⁰ ESRI (Environmental Systems Research Institute Inc. - USA).

¹¹ <https://qgis.org/es/site/forusers/download.html>

plantas), sumando un total de 81.2 millones de plantas (38 % de la producción nacional). Inversamente, las cinco entidades con la producción menor en orden ascendente son la Ciudad de México (220 mil plantas), Campeche (948 mil plantas), Baja California Sur (1 millón de plantas), Tamaulipas (1.4 millones de plantas) y Baja California (1.5 millones de plantas), sumando 5.1 millones de plantas. La suma de estas cinco entidades federativas representa una producción menor a la producción individual de los primeros quince estados con mayor producción. En la Figura 2 se muestra cómo la producción se concentra en el centro del país, específicamente en los estados que se encuentran dentro o en el entorno del eje neovolcánico.

Mediante un análisis comparativo considerando cifras previas, tomando como referencia la producción obtenida con los programas PRONARE (ciclo 1999-2000) y PROÁRBOL (ciclo 2009-2010) donde se produjeron 297,368,860 plantas (CONAFOR, 2004) y 264,313,982 plantas (CONAFOR, 2016) respectivamente, la producción del PRONAFOR (ciclo 2015-2016) es 28.2 % menor con respecto al PRONARE y 19.2 % menor con respecto al PROÁRBOL. La media de producción nacional del PRONAFOR fue de 6.6 millones de plantas por entidad federativa, en tanto que para el PRONARE y PROÁRBOL fueron 9.29 y 8.26 millones de plantas, respectivamente. En los últimos 15 años se aprecia una tendencia a la baja de la producción de planta forestal con fines de restauración (Figura 3). Las cifras de producción por entidad federativa se presentan en la Figura 4.

Con información obtenida de la cobertura geográfica de zonificación nacional se obtuvo la superficie identificada de restauración por entidad federativa para contrastarla con la cantidad de planta producida, buscando una correlación entre ambas variables bajo la premisa de que la producción de planta y por consiguiente la superficie a restaurar, obedece a necesidades de restauración regional, estatal o local. Una adecuada planeación debe focalizar acciones en aquellas entidades federativas con mayores superficies a restaurar y que sean estratégicas con la política nacional del uso, conservación y fomento de los recursos forestales.

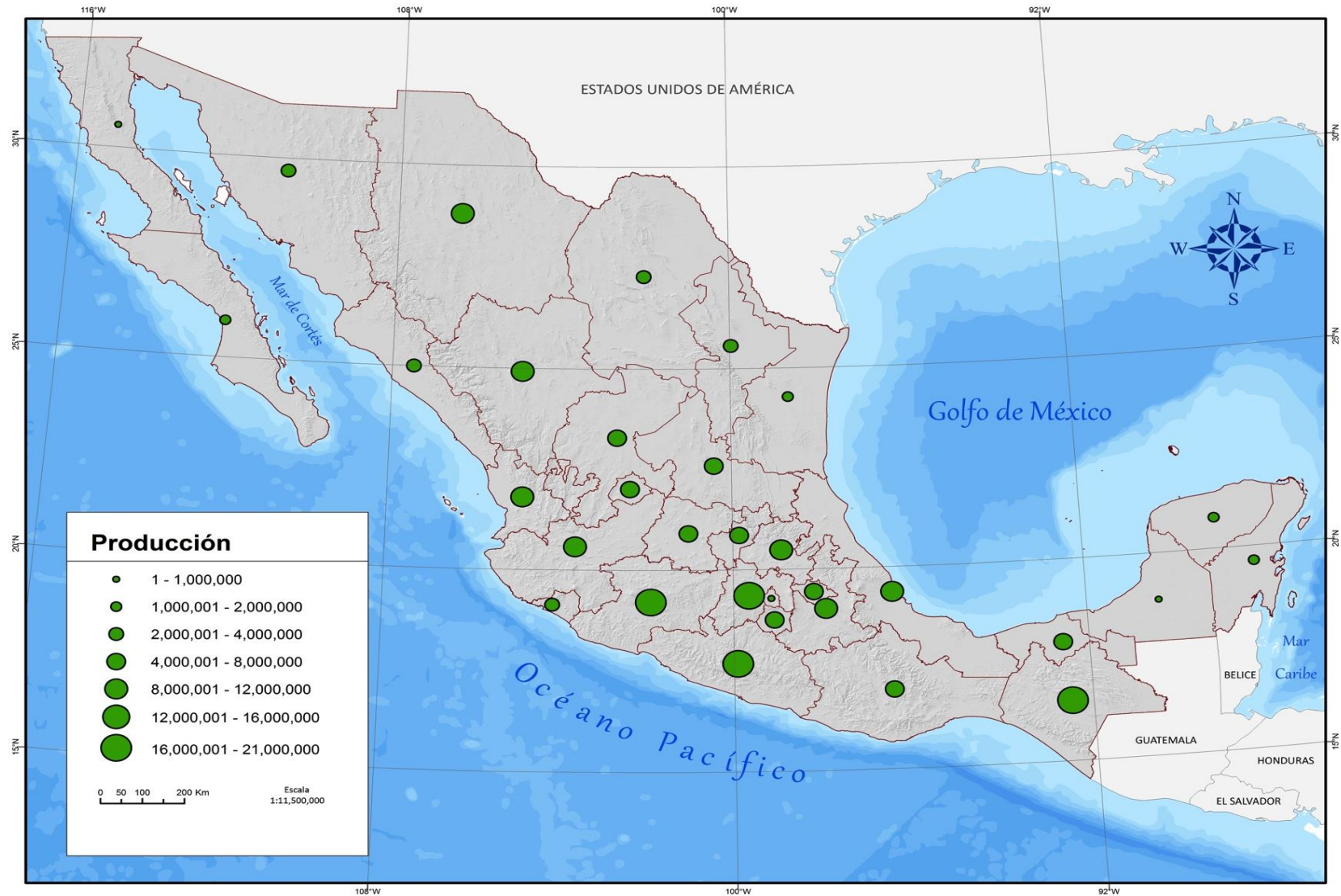


Figura 2. Rangos de producción de planta forestal en vivero en el ciclo 2015-2016 con fines de restauración.
Fuente: elaboración propia con datos de producción de la CONAFOR.

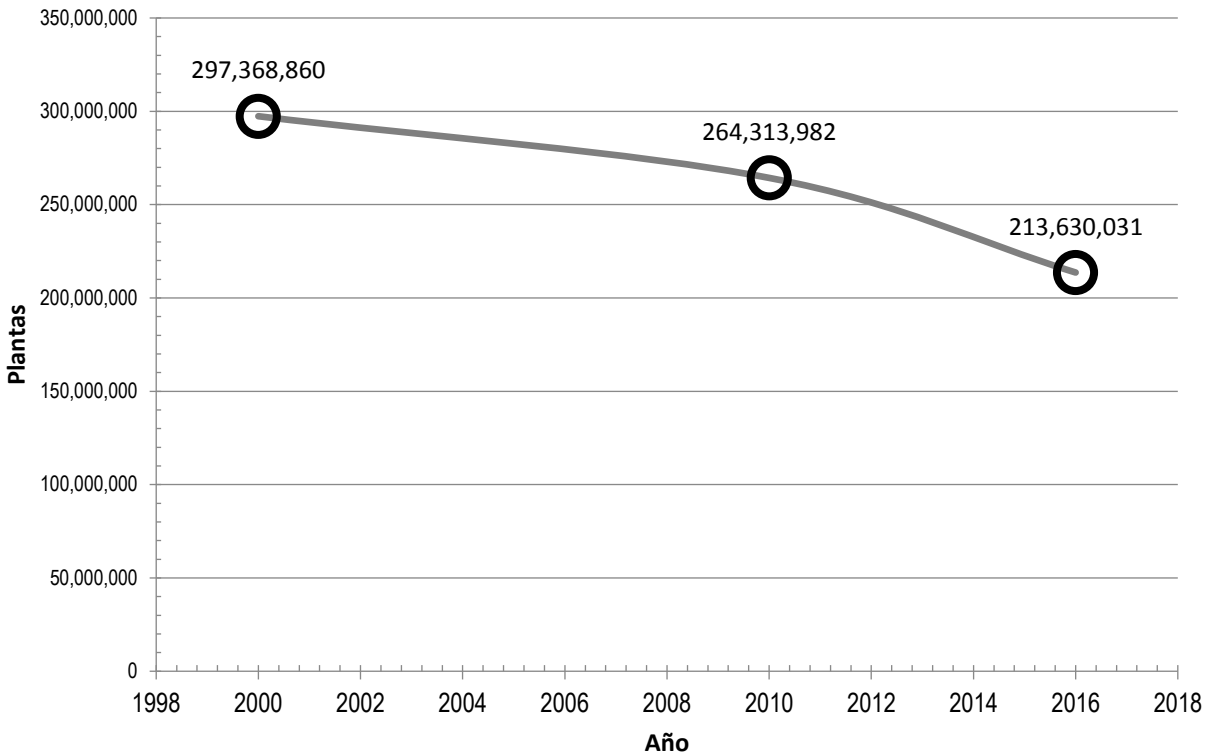


Figura 3. Tendencia de la producción nacional de planta forestal con fines de restauración con base en cifras de los ciclos de producción 1999-2000, 2009-2010 y 2015-2016.

Visualizando ambas variables (*i.e.* las necesidades de restauración *vs.* la producción de planta) en una gráfica de dispersión, el comportamiento de la nube de puntos generados permite inferir que no existe una correlación entre ellas ya que no logra generar una línea de tendencia (Figura 5) que explique una dependencia entre ambas variables; la cantidad de planta producida por entidad federativa no está relacionada con la cantidad de superficie que requiere ser restaurada, siendo con otros factores los que en todo caso determinan la cantidad de planta a producir. Tal condición se confirma con el cálculo del coeficiente de correlación entre ambas variables, cuyo valor resultante es de 0.085. Los resultados obtenidos de la superficie identificada de restauración y la producción de planta por entidad federativa se presentan en la Figura 6.

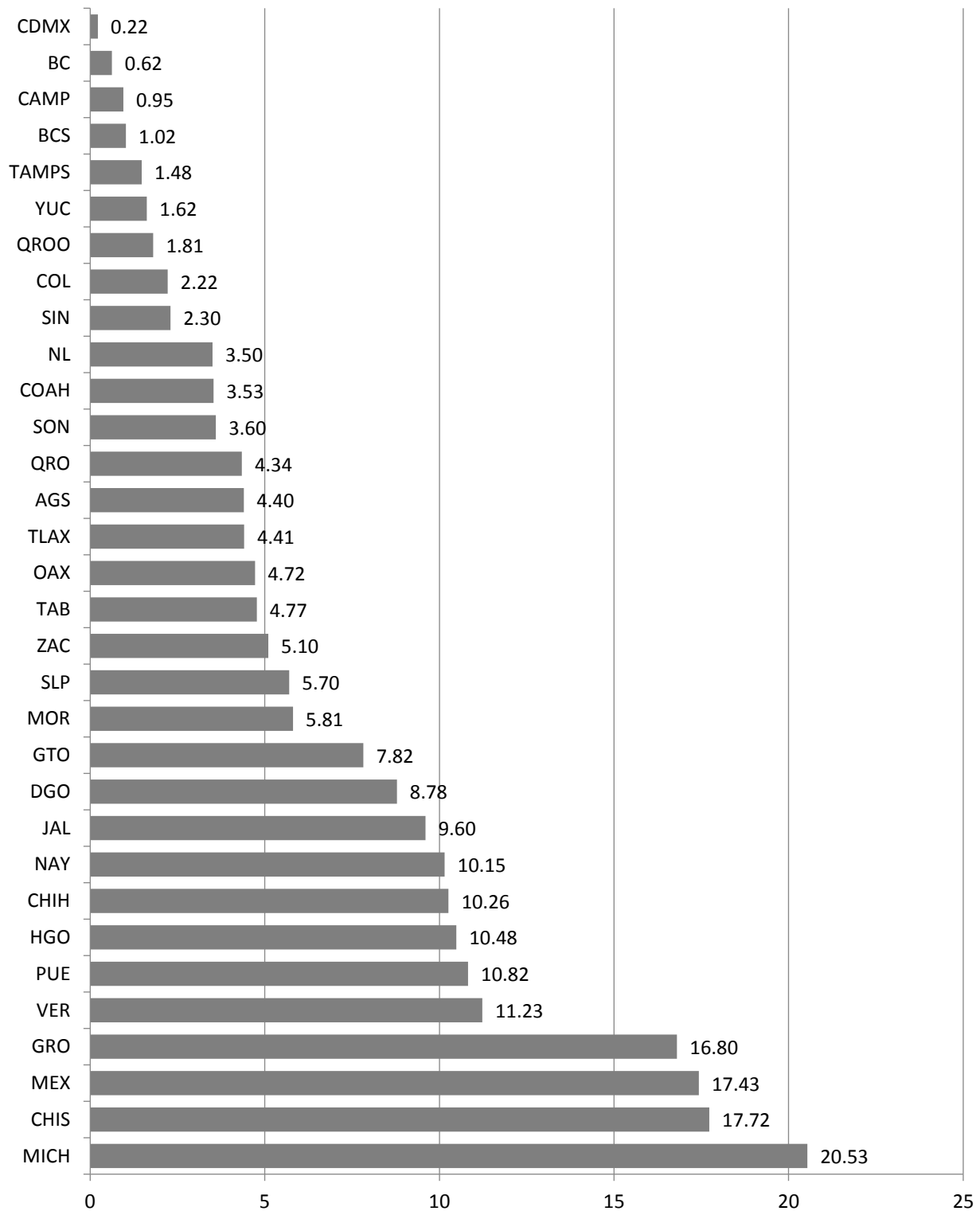


Figura 4. Cantidad de planta producida por entidad federativa con fines de restauración para el ciclo 2015-2016.

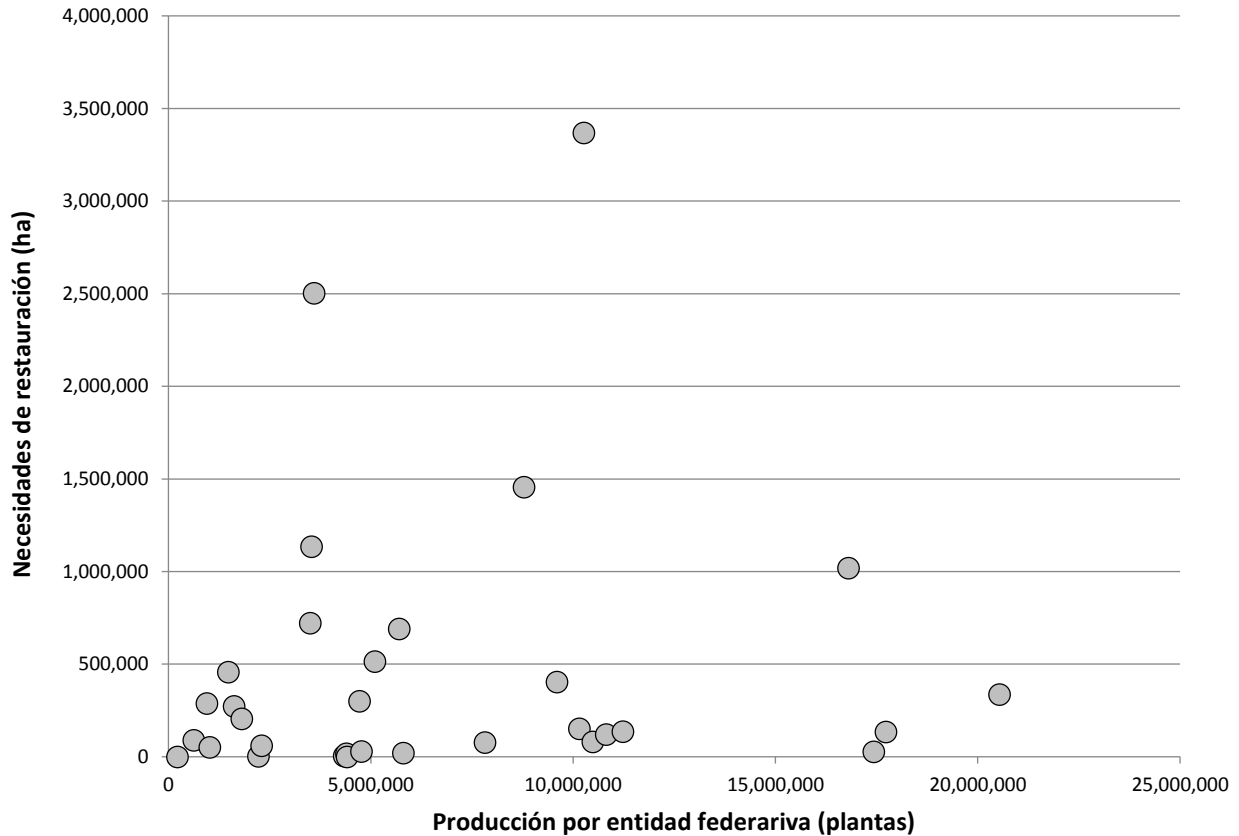


Figura 5. Gráfica de dispersión de la superficie de restauración vs. planta producida por entidad federativa, para el ciclo de producción 2015-2016; cada punto corresponde a una entidad federativa.

La cinco entidades federativas con mayor superficie de restauración son Chihuahua (3.3 millones de ha), Sonora (2.5 millones de ha), Durango (1.4 millones de ha), Coahuila (1.1 millones de ha) y Guerrero (1 millón de ha); las cinco entidades federativas con la mayor producción de planta son Michoacán (20.5 millones de plantas), Chiapas (17.7 millones de plantas), Estado de México (17.4 millones de plantas), Guerrero (16.8 millones de plantas) y Veracruz (11.2 millones de plantas). Sin embargo, en este orden de prioridades la única entidad federativa que se identifica en ambas condiciones es Guerrero. Por ello resulta evidente que existe una mala asignación de metas de producción de planta en las entidades federativas, ya que estados con altos niveles de producción como México y Michoacán no poseen la mayor superficie que demanda acciones de restauración, como sí sucede con Sonora, Chihuahua o Coahuila. En consecuencia, no existe correspondencia evidente entre la cantidad de planta producida y las necesidades de superficies por restaurar.

La producción tampoco obedece a la magnitud de los recursos forestales de cada estado; bajo esta lógica, que no sucede, Chihuahua y Durango tendrían la mayor cantidad de viveros. Por lo tanto, las metas de producción y en consecuencia, el número y ubicación de los viveros por entidad federativa han obedecido a otros factores, no necesariamente derivados de una adecuada planeación. El interés político del gobierno federal por conducto de Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) de realizar acciones de producción, de los gobiernos locales por desarrollar estas actividades de manera tradicional, el fomento del empleo e interés de los mismos productores de involucrarse en acciones de recuperación de sus predios afectados, y la incursión de la iniciativa privada en la producción son, posiblemente, factores que inciden en el esquema actual. Una adecuada planeación y considerando la superficie de restauración como uno de los factores clave para la asignación de metas de producción de planta, obligaría a establecer nuevos planteamientos de producción en las políticas públicas dirigidas a la restauración de los ecosistemas forestales.

Se debe considerar que la estimación de la superficie de restauración en la cobertura de zonificación que desarrolló la CONAFOR como instrumento de política nacional, se basó en fuentes de información y coberturas geográficas de diferentes escalas, desde aquellas con escalas grandes (1:50,000) hasta escalas pequeñas (1:1,000,000)¹². Por ello, las superficies obtenidas de la cobertura nacional deben ser consideradas como indicativas y de aplicación nacional. Una cifra a nivel estatal, regional o local deberá recalcularse con mayor detalle y mediante coberturas de mayor escala, por la cual las cifras resultantes a este nivel de detalle podrán modificarse de manera significativa respecto de las obtenidas de la base nacional.

¹² Con base en el acuerdo por el que se integra y organiza la zonificación forestal. Comisión Nacional Forestal. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. 30 de noviembre de 2011. Pp. 102-112.

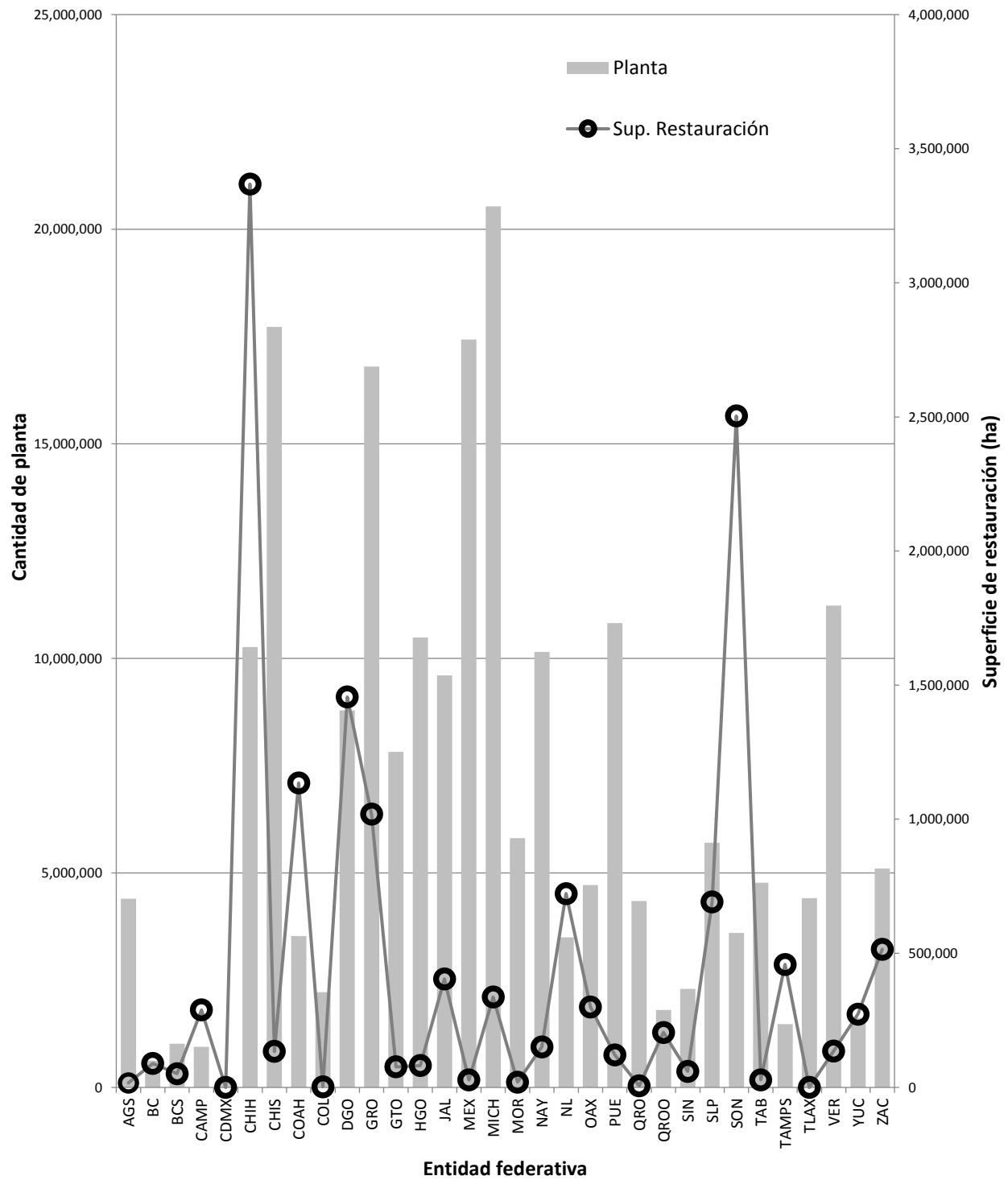


Figura 6. Producción de planta para el ciclo 2015-2016 y superficie de restauración por entidad federativa.

1.5.2 Número de viveros y producción por tipo de instancia productora

La red nacional actual para la producción de planta forestal con fines de restauración está integrada por poco más de 330 viveros. En términos del número de viveros, el tipo de propiedad predominante es el privado, seguido de los oficiales pertenecientes a los gobiernos federal, estatal y municipal; dentro de éstos últimos destacan por sus instalaciones relativamente homogéneas, capacidad y protocolos uniformes de los sistemas de producción los administrados por la SEDENA. Se incluyen también los pertenecientes a ejidos y comunidades (referidos como sociales) y los de Instituciones de Enseñanza e Investigación (IEI), básicamente de universidades e instituciones de educación media superior.

Esta infraestructura extensa es resultado de programas previos que atendieron metas de reforestación y restauración superiores a la actual administración, con lo cual se fomentó tanto la creación de nuevos viveros (SEDENA es un claro ejemplo de ello), como la modernización de muchos de los ya existentes. La distribución geográfica de la red de viveros por tipo de instancia participante se muestra en la Figura 7.

En el ciclo de producción 2015-2016 participaron 291 viveros forestales, de los cuales 182 son privados, 34 pertenecen a gobiernos estatales, 2 a gobiernos municipales, 19 a ejidos y comunidades, 6 son propiedad de instituciones de enseñanza e investigación y 48 del gobierno federal; de estos últimos, 25 son manejados y administrados por la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y 23 por la CONAFOR.

El sistema y nivel de producción de los viveros por tipo de propiedad varía considerablemente dada la gran diversidad de factores, desde aquellos relacionados directamente con su ubicación, que a su vez determina las necesidades de producción y tipo de planta, hasta su capacidad instalada, el sistema de producción, las características de las especies requeridas y, en algunas ocasiones, la disponibilidad de semilla de las especies a producir. Derivado del análisis se identifica que de las instancias productoras, la SEDENA es la que presenta el valor más alto de producción promedio por vivero, con una media de 2.4 millones de plantas por año, seguido de los viveros privados con una media de producción de 718 mil plantas, mientras que los de valor menor corresponden a los de Instituciones de Enseñanza e Investigación (IEI) y de la CONAFOR, con un promedio de 230 mil plantas y 64 mil plantas, respectivamente (Figura 8).

En términos relativos a la producción total de planta a nivel nacional, la instancia que más produce es la privada, con 130.8 millones de plantas (61.2 % de la producción nacional), seguida de la SEDENA con cerca de 60 millones de plantas (28 % de la producción nacional) y las restantes instancias en total suman aproximadamente 23 millones de plantas (10.8 % de la producción nacional). En el Cuadro 1 se muestran los datos correspondientes al número de viveros por instancia productora y cifras relativas a la producción total.

Una condición particular con influencia nacional la presenta SEDENA derivado de sus altos niveles de producción promedio por vivero, ya que con sólo 25 viveros (9 % de los viveros en el país) se produce cerca de 30 % de la totalidad de la planta a nivel nacional. En contraparte, 23 viveros de CONAFOR (8 % de los viveros del país) producen 1 % del total de planta a nivel nacional (Cuadro 1).

1.5.3 Sistemas y envases de producción

Son tres los sistemas identificados: el tecnificado (comúnmente referido como de contenedores), el tradicional y el de raíz desnuda. La tendencia en la actualidad ha sido migrar del sistema tradicional al de contenedores; este último representa ventajas tecnológicas competitivas para la producción de planta a gran escala (Ruano, 2008).

En 1992 prácticamente la totalidad de la producción (99 %) se realizaba en el sistema tradicional y sólo 1 % correspondió a raíz desnuda (SARH, 1994). En el 2000 el sistema de producción en contenedores se consolidó como el segundo más usado con 46 % del total de producción, mientras que 53 % se realizaba con el sistema tradicional y el restante (1 %) fue a raíz desnuda (PRONARE, 2001). En este proceso de migración del sistema tradicional al de contenedores, muchos de los viveros mantuvieron ambos sistemas a cierta escala; en algunos casos, aun cuando el vivero se identificaba como de contenedores, parte de la producción se realizaba en el sistema tradicional o viceversa. Para 2008, 22 % de los viveros a nivel nacional produjeron solamente con el sistema tradicional, 56 % sólo con el sistema de contenedores, 21 % incluían ambos sistemas en el mismo vivero y sólo 1 % producía a raíz desnuda (CONAFOR, 2009b).

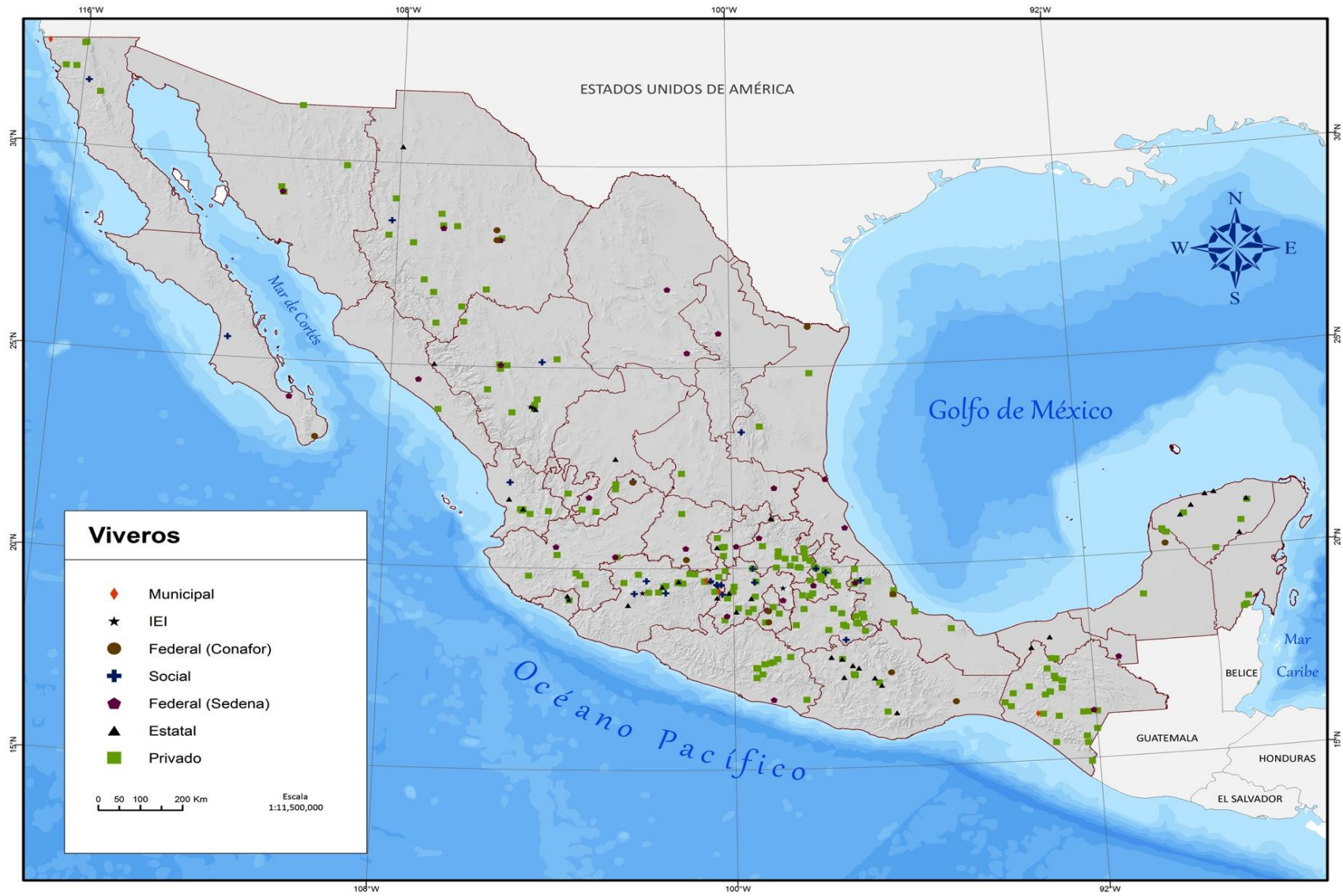


Figura 7. Ubicación geográfica de la red de viveros por tipo de instancia productora (Fuente: elaboración propia con datos de la CONAFOR).

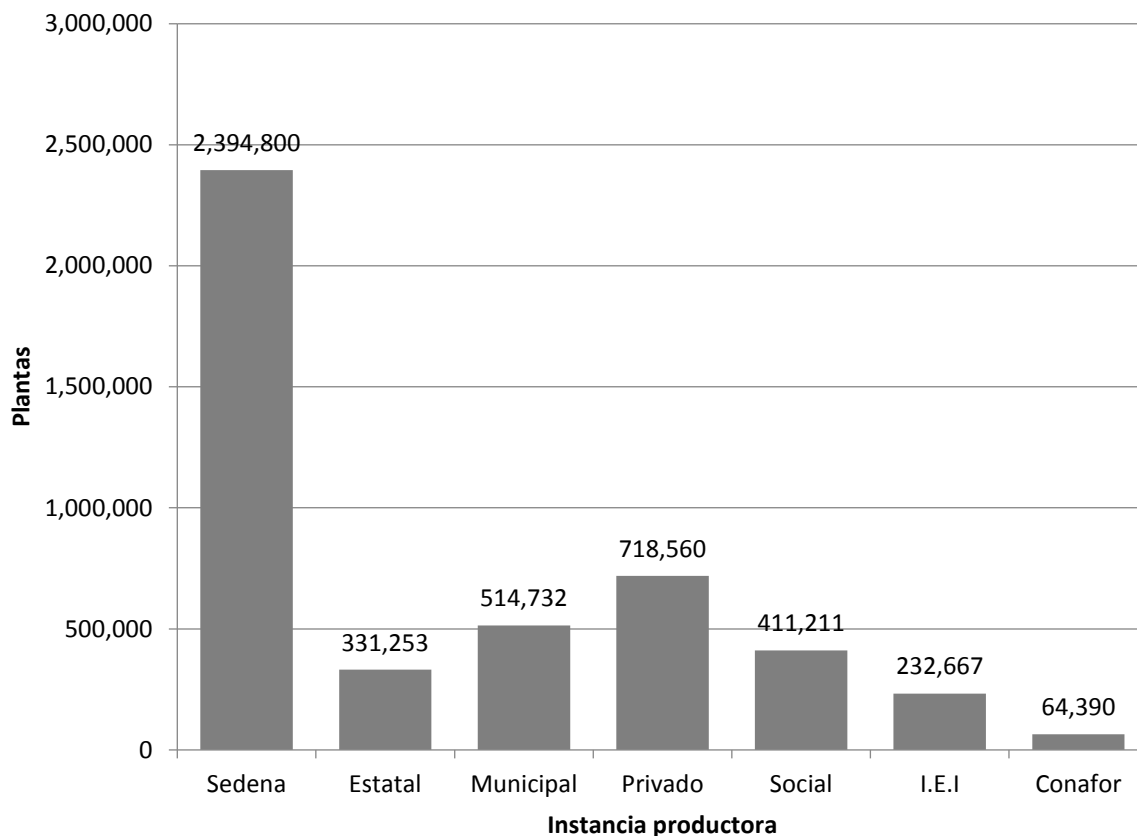


Figura 8. Producción promedio por vivero y por instancia productora para el ciclo de producción 2015-2016.

Cuadro 1. Número de viveros y cifras de producción total y promedio por instancia productora para el ciclo de producción 2015-2016.

Instancia productora	Viveros (No.)	Viveros (%)	Producción total (millones de plantas)	Producción total (%)
Sedena	25	8.6	59.9	28.0
Estatales	34	11.7	11.3	5.3
Municipales	2	0.7	1.0	0.5
Particulares	182	62.5	130.8	61.2
Sociales	19	6.5	7.8	3.7
IEI	6	2.1	1.4	0.7
Conafor	23	7.9	1.5	0.7
Total	291	100	213.6	100.0

Para 2016, el sistema de producción predominante es de contenedores, que representa 93 % de los sistemas en el total de viveros, mientras que el tradicional y raíz desnuda son usados en 5 % y 2 % de los viveros, respectivamente. En la Figura 9, se aprecia la tendencia del uso de los sistemas de producción de planta en los últimos 24 años.

Otra circunstancia que recientemente ha motivado este cambio tecnológico ha sido el impulso de CONAFOR para poner en operación la norma NMX170. Entre otros aspectos, en ella se establecen especificaciones de las instalaciones requeridas y volúmenes mínimos de cavidad de producción para cada sistema y los tipos de especies a producir. El sistema de contenedores cuenta con múltiples variables para la producción de planta. Los viveros que lo usan presentan variantes en sustratos (materiales y sus proporciones), tipo de envases (material de fabricación, diseño y volúmenes de cavidades), sistemas de riego (móvil, fijo o manual y sus características particulares), protocolos de fertilización (elementos hidrosolubles proporcionados a través del riego, o componentes de liberación lenta incorporados en el sustrato) y control de plagas y enfermedades (diferentes tipos de productos químicos y orgánicos).

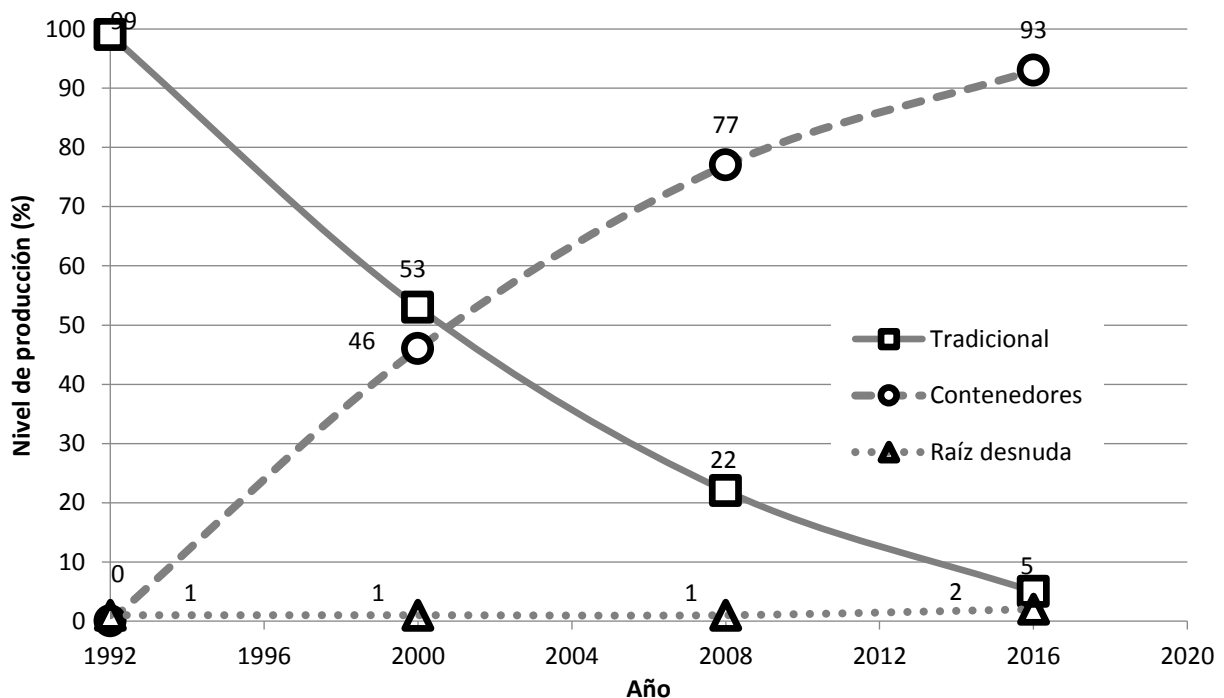


Figura 9. Tendencia del uso de los sistemas de producción de planta en los viveros forestales del país durante el periodo 1992-2016.

Los viveros forestales cuentan con envases de tres tipos de resinas como material de fabricación: poliestireno expandido (charolas de unicel), polipropileno (plástico rígido) y el polietileno (bolsas de plástico). Derivado de los datos recabados en los viveros, fabricantes y proveedores, existe una relación directa entre la durabilidad del envase, el material de fabricación y su costo. En términos generales, la menor durabilidad se asocia con los contenedores de poliestireno expandido la cual puede ser de 3 a 6 años, en función de factores como un manejo y almacenamiento adecuado, clima donde se utilizan, grado de impregnación de las paredes de las cavidades con sales de cobre, para evitar la penetración de raíces al bloque. Los envases de plástico rígido son de mayor durabilidad tomando como referencia al de poliestireno, y la vida útil puede variar entre 8 a 10 años o incluso más, también en función de un manejo y almacenamiento adecuado, el tipo de materias primas de fabricación y uso de compuestos mezclados en las resinas para reducir el daño provocado por rayos UV. La bolsa de polietileno es la más barata en términos de cavidad de producción, pero tiene la desventaja de usarse sólo en una ocasión.



A nivel nacional, los viveros forestales producen en una gran variedad de tamaños de cavidad del envase, en rangos que van desde los 150 ml hasta los 310 ml en el sistema de contenedores y de diferentes tamaños de bolsa de polietileno, en tamaños desde 10 X 24 cm (0.7 L aprox.) hasta 20 X 30 cm (3.8 L aprox.) para el sistema tradicional¹³. Un aspecto sobresaliente que se observa en el tiempo desde la adopción del sistema de contenedores, es el incremento del volumen de la cavidad de producción, bajo la premisa de que a mayor volumen se pueden producir plantas de tallas mayores que favorecen los estándares requeridos y el nivel de supervivencia en campo (Mexal y Landis, 1990; South *et al.*, 2005; Prieto *et al.*, 2007;). En 1993, el primer contenedor que se utilizó en forma masiva fue la charola de unicel de 60 cavidades con 80 ml cada una; posteriormente con la incursión más intensiva del sistema, en 2002 se incrementó el volumen de la cavidad de producción a 125 ml y 170 ml en charolas de 77 cavidades (CONAFOR, 2002).

En la actualidad, los volúmenes de cavidad a nivel nacional más comúnmente usados en el sistema de contenedores se encuentran en el rango de 161 – 180 ml (28.6 %) y de 220 ml (28 %),

¹³ La precisión del cálculo del volumen de la bolsa de polietileno variará en función de factores como la existencia de un fuelle lateral y en la base, y la precisión de las medidas reportadas por el fabricante.

produciendo en ellos 121 millones de plantas, lo que representa 61 % de la producción total bajo este sistema y 57 % con respecto a la producción total nacional. Para el sistema tradicional los envases más comúnmente usados son las bolsas de polietileno con medidas 10 X 24 cm (0.7 L aprox.) y 13 X 25 cm (1.3 L aprox.), en las cuales se producen 7.4 millones de plantas, lo que representa 70 % de la producción bajo este sistema. En el Cuadro 2 se resumen los volúmenes de las cavidades usadas a nivel nacional para cada sistema, la cantidad de planta producida para el ciclo 2015-2016 y su proporción correspondiente con base en el total de la producción nacional. La NMX170 establece que el volumen mínimo de las cavidades de producción para el sistema tradicional debe ser mayor o igual a 160 ml sin importar el material de fabricación o tipo de contenedor; la bolsa de polietileno en el sistema tradicional deberá ser mayor o igual a 13 X 25 cm (aprox. 1.3 L).

Cuadro 2. Nivel de producción de planta actual (ciclo 2015-2016) por volumen de los envases usados a nivel nacional en los sistemas de producción en contenedor y tradicional.

Sistema de producción	Volumen (ml)	Producción plantas	%
 Contenedor	150 - 160	31,314,101	14.7
	161 - 180	61,078,014	28.6
	181 - 200	6,793,650	3.2
	201 - 220	35,562,775	16.6
	220	59,870,000	28.0
	221 - 310	2,481,109	1.2
	 Tradicional	700 (10 x 24 cm)	1,355,000
1,000 (13 x 20 cm)		322,600	0.2
1,300 (13 x 25 cm)		6,034,500	2.8
1,800 (13 x 35 cm)		600,000	0.3
3,000 (18 x 30 cm)		105,000	0.0
3,800 (20 x 30 cm)		250,000	0.1
Raíz desnuda	--	3,723,000	1.7
Ambos	Varios	4,140,282	1.9
Total		213,630,031	100.0

1.5.4 Especies producidas

La cantidad de planta producida por tipo de especie es variada, prevaleciendo aquellas que por sus características y fenología son aptas a los sitios de plantación, privilegiando las especies

nativas, que a su vez, representan un beneficio potencial para los dueños y poseedores de los predios sujetos a trabajos de restauración.

En el apartado taxonómico, la producción nacional se encuentra representada por 37 familias y 146 especies. De éstas, aproximadamente 90 % de la producción (192.3 millones de plantas) se concentra en sólo 4 familias (Pinaceae, Fabaceae, Bignoniaceae y Meliaceae) con 73 especies, donde destacan las pináceas con 23 especies, de las cuales, 22 corresponden al género *Pinus* y una al género *Abies*, con 130.9 millones de plantas producidas (61.3 % del total). El resumen de esta información se presenta en el Cuadro 3. La producción total a nivel de familia y especie se incluye en el Anexo I.

Aún cuando existe cierta diversificación de especies en la producción nacional, con base en los datos obtenidos se observa que de las 146 especies identificadas, el 90 % de la producción (192.3 millones de plantas) se concentra en sólo 37 especies, mientras que el 10 % restante (21.3 millones de plantas) incluye a 109 especies.

Acorde con la cantidad de planta producida a nivel de especie y en correspondencia a las cifras obtenidas a nivel de familia, los pinos son los más producidos a nivel nacional. En los cinco primeros lugares se encuentran: *Pinus cembroides* Zucc., *P. pseudostrobus* Lindl., *P. devoniana* Lindl., *P. oocarpa* Shiede. ex Schltdl. y *P. montezumae* Lamb., con una producción total de 21.4, 17.6, 13.5, 13.4 y 11.6 millones de plantas, respectivamente, con un total de 77.5 millones de plantas (36 % de la producción nacional). No obstante, Sánchez-González (2008), indica que México cuenta con 46 especies de pino, 3 subespecies y 22 variedades, por lo que más de 50 % de las especies de este género no se usan en la actualidad para estos fines.

La especie más producida fue *Pinus cembroides* Zucc, con 10 % de la producción total. Aun y cuando se desconoce el motivo por el que esta especie con características particulares fue la más producida, tal priorización sólo puede entenderse si obedece a un programa especial de rescate o fomento de la especie o la necesidad de canalizar recursos económicos y potenciar la productividad de las áreas de donde es originaria. En este sentido, las especies a producir de cualquier tipo de ecosistema deberán satisfacer requerimientos específicos y cumplir con una estricta planeación para determinar objetivos y alcances esperados de la restauración, tomando en cuenta el nivel de perturbación, población objetivo, beneficios esperados y recursos disponibles (materiales, económicos, humanos). Una valoración adecuada y desarrollo de

prioridades de reforestación a nivel nacional permitirá identificar la conveniencia de incorporar otras especies a la producción, cubriendo los diferentes tipos de climas y ecosistemas forestales, así como desarrollar más y mejores protocolos de investigación-producción, acorde a la fenología y características propias de las especies.

Mediante la cuantificación de la producción a nivel de especie es posible conocer la variabilidad taxonómica y la proporción de cada una respecto del total de planta producida. Los resultados obtenidos en un esquema de proporcionalidad de las especies (de la más producida a la menos producida) por cuartiles de producción de 25 %, 50 %, 75 % y 90 %, se resumen en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Resumen del número de especies de las cuatro familias más producidas y sus valores porcentuales, total y acumulado, con respecto a la cifra de producción total

Familia	No. de especies	Plantas producidas	% del total	% acumulado
Pinaceae	23	130,925,004	61.29	61.29
Fabaceae	39	42,388,668	19.84	81.13
Bignoniaceae	6	10,745,950	5.03	86.16
Meliaceae	5	9,304,400	4.36	90.51
Otras (33)	73	20,266,009	9.49	100.00
Total	146	213,630,031	100.00	---

Cuadro 4. Número de especies producidas en niveles de proporción del 25 %, 50 %, 75 %, 90 % con respecto al total nacional.

Proporción acumulada (%)	Proporción relativa (%)	Especies producidas (No.)	Especies producidas acumuladas (No.)	Plantas producidas (millones)	Plantas producidas acumuladas (millones)
25	25	3	--	52.5	52.6
50	25	5	8	53.3	105.9
75	25	12	20	54.3	160.2
90	15	17	37	32.2	192.4

Como se observa, el 25 % de la producción (52.5 millones de plantas) se concentra en sólo 3 especies que corresponden a pináceas; al acumular las cifras de producción hasta alcanzar 50 % se suman 5 especies, dando un total de 8 especies con una producción acumulada de 105.8 millones de plantas de las cuales 6 especies son pináceas, una bignoniácea y una fabácea. Para producir 75 % se adicionan 12 especies dando un total de 20, con una producción de 160.1 millones de plantas; en este grupo se incluyen 11 especies de pináceas, 5 de fabáceas, 2 de meliáceas, una bignoniácea y una cupresácea. Las especies y el número de plantas producidas en cada nivel de proporción (25 %, 50 %, 75 % y 90 %) en una secuencia acumulativa, se presentan en la Figura 10, Figura 11, Figura 12 y Figura 13 y respectivamente.

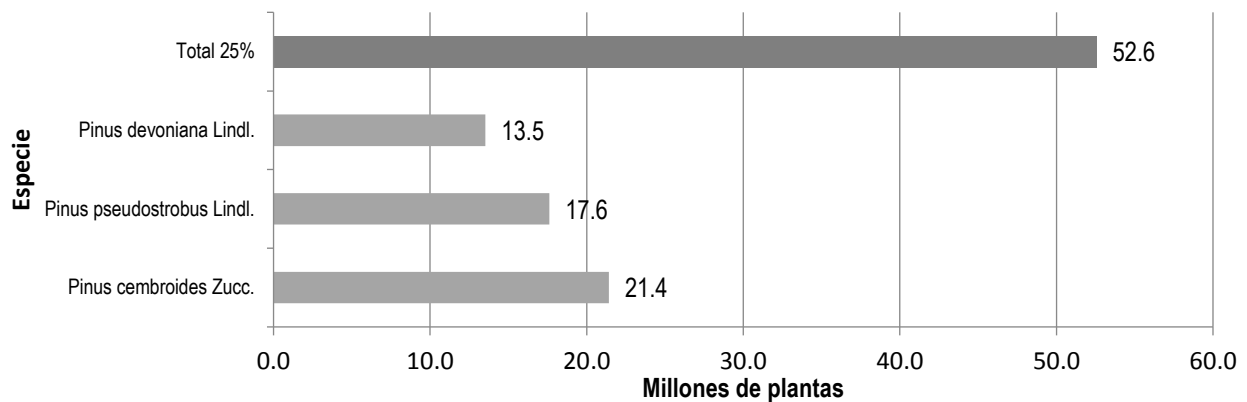


Figura 10. Cantidad de planta de las 3 especies más producidas que concentran 25% del total de la producción nacional.

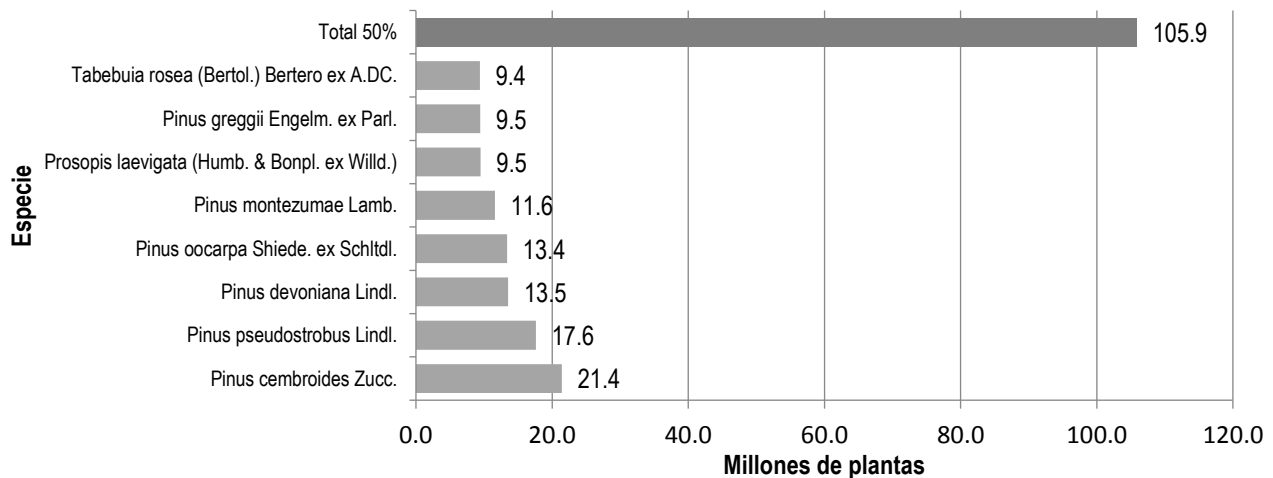


Figura 11. Cantidad de planta de las ocho especies más producidas que concentran el 50 % del total de la producción nacional.

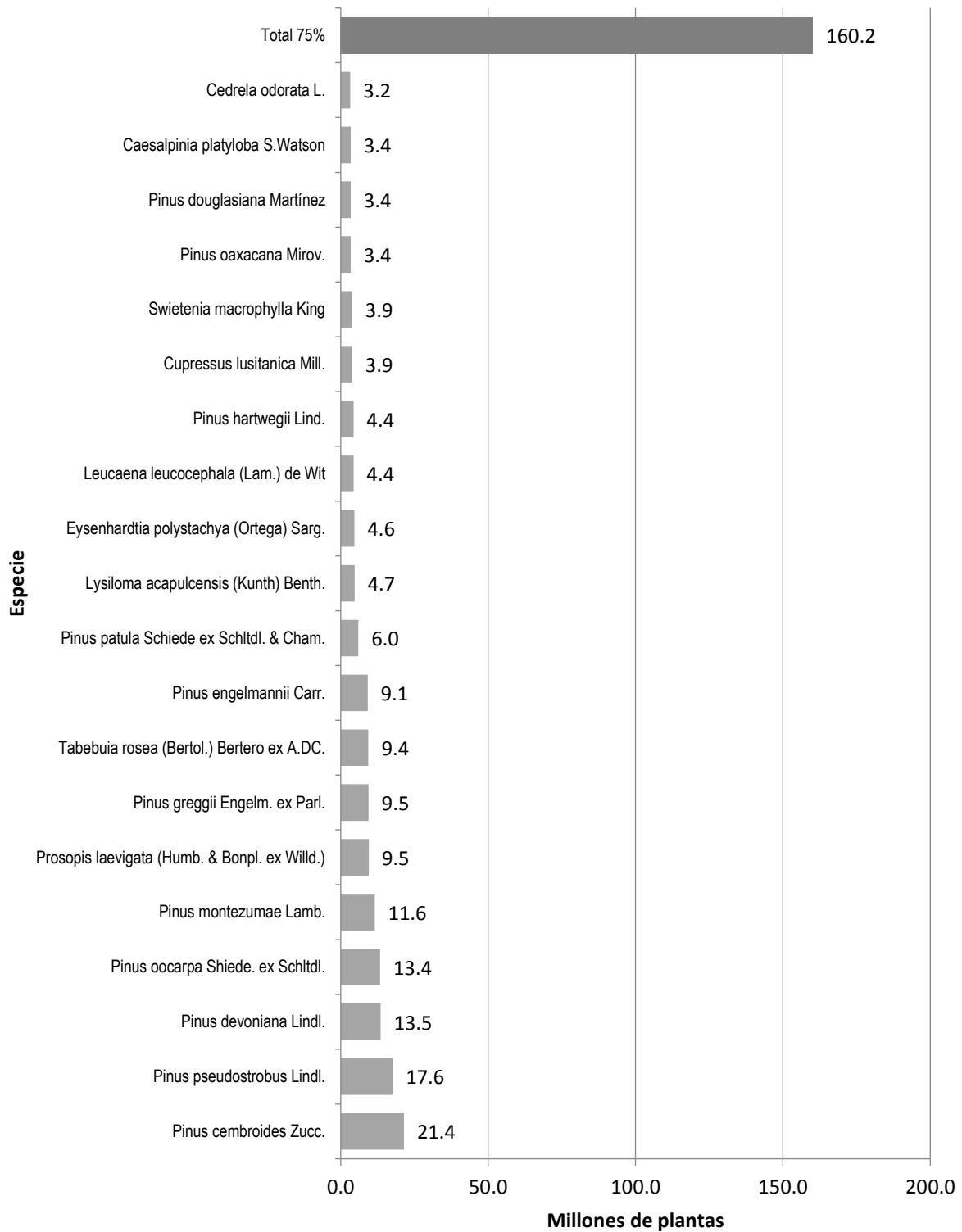


Figura 12. Cantidad de planta de las 20 especies más producidas que concentran 75 % del total de la producción nacional.



Figura 13. Cantidad de planta de las 37 especies más producidas que concentran 90 % del total de la producción nacional.

La relación entre el número de plantas producidas y el número de especies en viveros forestales con fines de restauración a nivel de especie presenta una forma exponencial de “J” invertida (Figura 14).

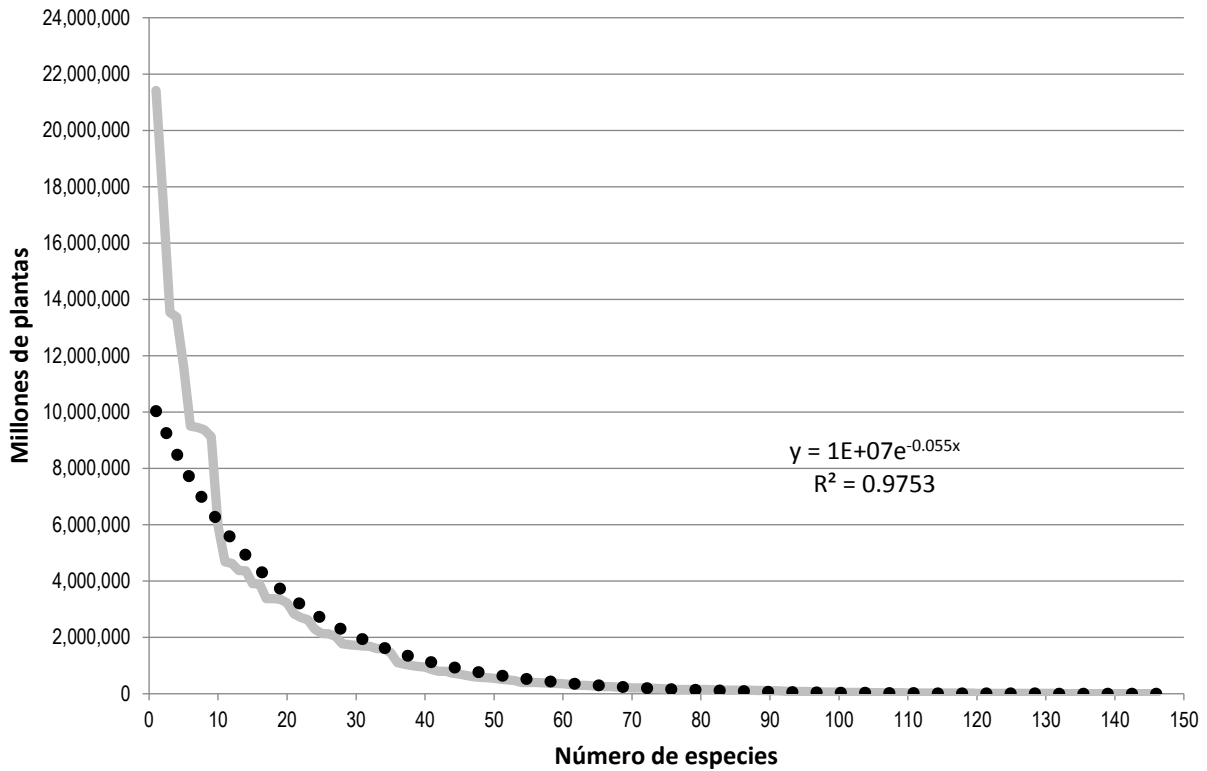


Figura 14. Tendencia de los niveles de producción acumulada de planta por especie producida en viveros forestales con fines de restauración. Línea continua: datos originales. Línea punteada: ajuste exponencial.

1.5.5 Producción por condición climática y tipo de especies

La NMX170 presenta una categorización de la producción de planta con fines de restauración forestal en función de los tipos de ecosistemas de las especies o de las características propias de la especie. Se identifican cuatro grupos: a) coníferas, b) tropicales, c) latifoliadas de clima templado frío y d) tropicales producidas a raíz desnuda. Sin embargo y con el fin de realizar una clasificación más apropiada a los tipos de ecosistemas, se replantearon las siguientes cuatro categorías: a) especies de coníferas de clima templado y templado frío, b) especies de latifoliadas de clima templado frío, c) especies de clima tropical y sub-tropical, y d) especies de clima semi-árido. Con base en este ajuste, los resultados obtenidos de la producción

considerando los niveles de producción para cada especie y para cada condición climática se resumen en el Cuadro 5.

Los resultados de producción indican mayor atención a los ecosistemas forestales de clima templado y templado frío con especies de coníferas y latifoliadas (pinos principalmente), cuya producción acumulada es de 141 millones de plantas (66 % del total), seguido de los ecosistemas forestales de clima tropical y sub-tropical con especies de latifoliadas, con una producción de 66.9 millones de plantas (31 % del total). Consecuentemente, los ecosistemas menos atendidos son los semiáridos cuya producción fue de 5.4 millones de plantas (5 % del total). La producción por tipo de especie y condición climática se presenta en la Figura 15 y Figura 16, respectivamente.

En lo relativo al origen de las especies (*i.e.* nativas e introducidas), las cifras de producción y una adecuada identificación permitieron obtener su cuantificación. De las 146 especies reportadas, 121 corresponden a especies nativas, con una producción de 212.5 millones de plantas (99.5 % del total). Las restantes 25 especies identificadas como introducidas, representan sólo 0.5 % de la producción nacional, con un millón de plantas (Figura 17).

Cuadro 5. Nivel de producción de planta forestal a nivel nacional con fines de restauración por tipo de condición climática.

Tipo de clima	Tipo de especies	Especies producidas (No.)	Producción (plantas)	Proporción del total (%)
Templado y templado frío	Coníferas	29	136,768,318	64
Templado y templado frío	Latifoliadas	23	4,491,890	2
Tropical y sub-tropical	Latifoliadas	83	66,926,023	31
Semiárido	Agaves, palmas, otras	11	5,443,800	3
Total		146	213,630,031	100

A diferencia de lo que sucedía en épocas pasadas cuando muchas especies introducidas fueron utilizadas con fines de restauración, destacando eucaliptos, álamos y casuarinas, principalmente, en la actualidad las especies nativas son la constante en la producción. Entre las especies introducidas destacan *Acacia melanoxylon* R. Br., *Morus alba* L., *Casuarina equisetifolia* L. y *Jacaranda mimosifolia* D. Don., concentrándose en viveros de CONAFOR.

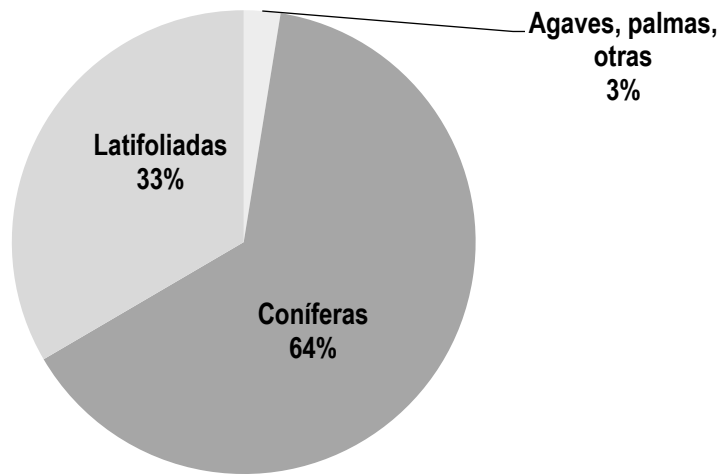


Figura 15. Proporción de la producción nacional en viveros forestales por tipo de especie, respecto de la producción total.

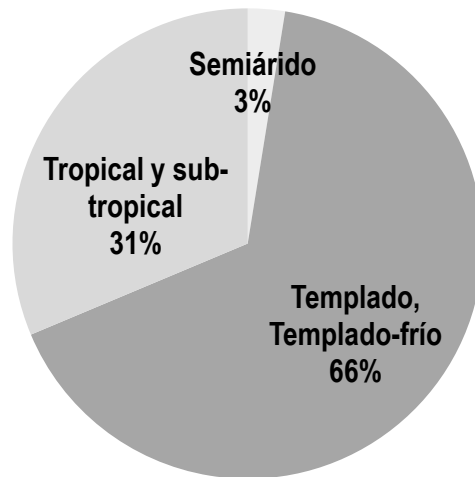


Figura 16. Proporción de la producción nacional en viveros forestales por tipo de condición climática, respecto de la producción total.

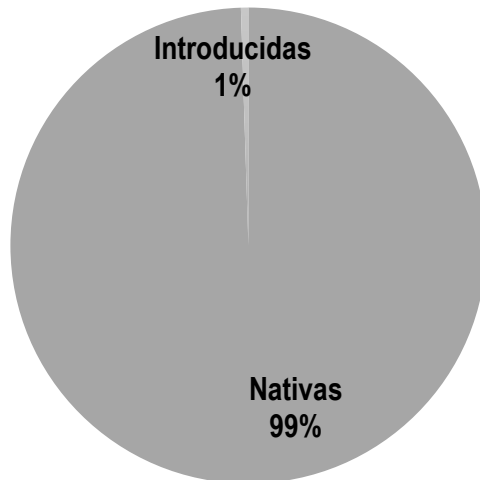


Figura 17. Proporción de la producción en vivero de especies nativas e introducidas para realizar trabajos de restauración.

1.5.6 Esquema legal para la producción de planta forestal

El esquema legal-administrativo utilizado para proveer certeza jurídica a los viveristas (empresas privadas, ejidos y comunidades, sociedades civiles y organizaciones no gubernamentales) y fomentar la inversión para el establecimiento de un vivero y que a la vez coadyuve a que los productores participen anualmente en la producción y entrega de planta forestal para las acciones de restauración forestal, se basa en convenios de concertación. Un convenio de concertación es un acuerdo entre un particular y el gobierno, el cual no está sujeto a la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. En ellos, además de la definición de montos, precios y tiempos de entrega, se establecen los parámetros de calidad de la planta que deben cumplir los productores en cada sistema de producción: talla (cm), diámetro del cuello de la raíz (mm), sistema radical (cm), grado de lignificación (cm), presencia de micorrizas (ausencia/presencia), sanidad (visual) y edad (meses).

El mismo convenio establece el monto total que respalda la producción de la planta, el esquema de pagos diferidos y las condicionantes para su realización. Como norma, el monto total se paga en tres parcialidades: la primera correspondiente a 30 %, se paga al momento de iniciar la producción y se comprueba que cuenta con insumos e instalaciones de producción; la segunda, que equivale a 40 %, cuando se constata mediante verificación de campo que la totalidad de la planta está en desarrollo y concuerda con los calendarios y especies comprometidas. Finalmente, una tercera ministración, correspondiente a 30 %, cuando se entrega la planta y se realiza el

cierre técnico de la producción, con lo cual se da por finiquitado el acuerdo de concertación. Adicionalmente se integra información de las instalaciones de producción disponibles consistentes en mesas de producción, tipo(s) de cubierta(s), sistema(s) de riego, sustratos empleados, tipo y cantidad de contenedores disponibles, maquinaria, equipo, mano de obra y personal de apoyo (técnico-administrativo).

Con las entidades gubernamentales como SEDENA, gobiernos estatales y municipales así como instituciones de enseñanza e investigación se signan convenios de colaboración (dado que las instituciones no son propiamente particulares) y un expediente técnico; en éste se establece la cantidad de recursos económicos que la CONAFOR debe transferir, el destino que tendrán y la mecánica operativa para realizar las actividades de producción de planta. Otros preceptos y consideraciones de índole administrativo-operativo incluyen la cantidad de planta a producir y los calendarios del ejercicio de los recursos y ejecución de la inversión. En el caso específico de la SEDENA, el mismo anexo técnico incluye el conjunto de proyectos a realizar dentro de los cuales destacan acciones de mantenimiento de planta de ciclos previos, de instalaciones y la adquisición de insumos.

En años pasados, una parte importante de la producción de planta se realizó mediante procesos de licitación cumpliendo con lo establecido en la Ley General de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público (LGAASSP), en cuyo esquema los viveros particulares jugaron un papel importante. En la actualidad, la mayor parte de la producción se obtiene mediante convenios de concertación.

Los convenios de concertación tienen vigencia de sólo un ciclo de producción debido a que un contrato multianual sólo se podría realizar en el marco de la LGAASSP. En otros países como en EE.UU., la asignación de la producción se realiza mediante contratos a las empresas con vigencia de 3 años, aunque se incluye una revisión anual del grado de cumplimiento de sus clausulados, cuya certeza permite a las empresas generar escenarios de mediano plazo relativo a inversiones y fuentes de financiamiento.

1.5.7 Concentración del mercado de producción de planta

Se identificaron 184 empresas a nivel nacional, 8 de las cuales producen en dos o más entidades federativas. SEDENA como instancia federal está presente en 20 estados. Con base en los cálculos realizados, a nivel nacional el valor IHH por entidad productora fue 4,621 (Figura

18), lo que indica un mercado con un alto nivel de concentración, o visto de otra forma, un mercado poco competitivo. Lo anterior es entendible debido al reducido número de empresas estatales, municipales, sociales y de instituciones de enseñanza e investigación, con baja participación tanto en planta producida como en número de viveros; en el extremo, las empresas consideradas privadas y federales (SEDENA)¹⁴ son las que cuentan con mayor participación en el mercado, sea por tipo de instancia como por cantidad de planta producida.

La SEDENA vista como empresa representa un componente relevante dentro del modelo de negocio de la producción de planta forestal con fines de restauración, que demanda ser analizado a mayor profundidad y valorar la pertinencia de ser una entidad productora más. Su participación si bien desde el punto de vista socio-ambiental apoya en la producción de planta para estos fines, desde el punto de vista económico es un actor preponderante que provoca menor competitividad del mercado de la producción de planta al concentrar una tercera parte de la producción nacional, e imposibilita el fortalecimiento de los viveros privados que a su vez, limita la creación de empleos de los mismos dueños y poseedores de los recursos forestales que pueden involucrarse en estos procesos. Adicionalmente, dada la naturaleza de su participación al no pretender una rentabilidad del modelo de negocio y al competir de manera directa con aquellas empresas que sí lo hacen, puede representar una fuerte externalidad que distorsiona las reglas de libre competencia y a su vez, evita el desarrollo de mejores condiciones del mercado de producción de planta.

La mayoría de los viveros militares han sido establecidos en terrenos dentro o en cercanía a instalaciones con que cuenta la SEDENA para cumplir con sus obligaciones, en diferentes entidades federativas. Desde el punto de vista de planeación, esta ubicación no necesariamente obedece a los requerimientos de las áreas a reforestar. Si bien la producción en sí puede resultar financieramente eficiente, la sobreproducción en algunas zonas y la falta de planta en otras genera mayores costos de transporte, repercutiendo finalmente en ineficiencias económicas en el proceso de producción-reforestación.

¹⁴ Se incluye en esta categoría sólo a SEDENA, dado que CONAFOR por tipo de especies producidas, cantidad de planta y participación en el mercado no cumple con los elementos de considerarse como empresa.

Al analizar las condiciones de participación a nivel de las entidades federativas, la concentración del mercado se acentúa en ciertos estados llegando incluso a representar un monopolio en la producción; tal condición se presenta en Campeche (empresa privada), Ciudad de México (empresa estatal), Coahuila (SEDENA) y Nuevo León (SEDENA), donde sólo un tipo de empresa produce la planta con fines de restauración. Las únicas entidades que resultaron con un nivel de concentración bajo fueron Chiapas y Michoacán, donde la producción se encuentra ampliamente diversificada tanto por el tipo de empresas productoras como en la cantidad de planta por tipo de especies. El resumen de los valores resultantes del IHH por entidad federativa y el nivel de concentración se presentan en el Cuadro 6.

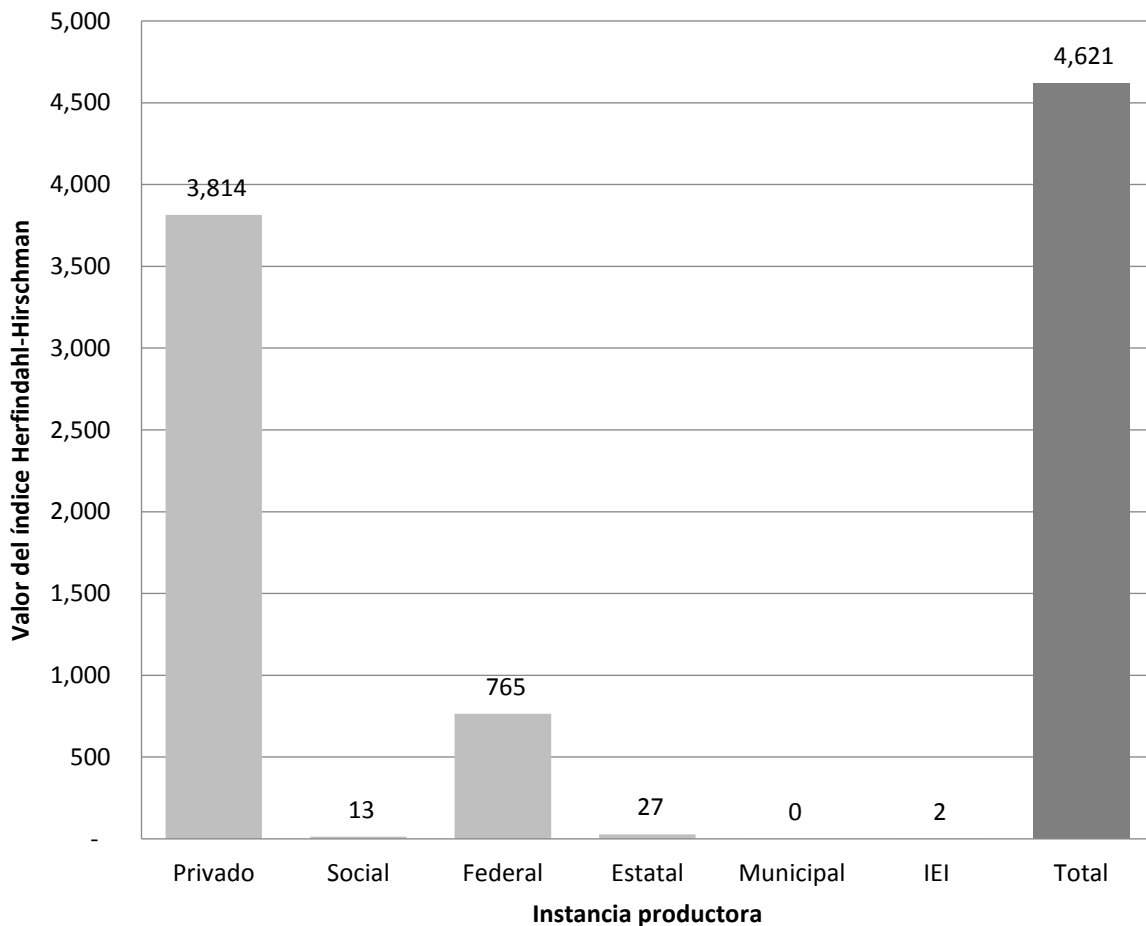


Figura 18. Resultados del índice Herfindahl-Hirschman a nivel nacional por instancia productora de planta forestal con fines de restauración.

Cuadro 6. Valor resultante del Índice de Herfindahl-Hirschman a nivel de entidad federativa y nivel de concentración del mercado de la producción de planta forestal con fines de restauración.

Entidad federativa	Producción (plantas)	Empresas (No.)	IHH	Nivel de concentración
Aguascalientes	5,551,836	5	3,093	Alto
Baja California	1,507,463	5	2,525	Alto
Baja California Sur	995,000	4	3,460	Alto
Campeche	927,900	1	10,000	Monopolio
Chiapas	15,585,483	20	849	Bajo
Chihuahua	10,160,000	4	4,262	Alto
Ciudad de México	220,000	1	10,000	Monopolio
Coahuila	3,500,000	1	10,000	Monopolio
Colima	2,170,000	3	3,548	Alto
Durango	8,684,000	13	1,673	Moderado
Estado de México	17,331,109	15	2,037	Alto
Guanajuato	7,800,000	2	5,266	Alto
Guerrero	16,800,000	8	1,628	Moderado
Hidalgo	10,452,500	14	1,216	Moderado
Jalisco	9,600,000	3	5,790	Alto
Michoacán	20,533,000	20	998	Bajo
Morelos	5,745,875	5	3,935	Alto
Nayarit	10,150,000	10	1,307	Moderado
Nuevo León	3,500,000	1	10,000	Monopolio
Oaxaca	4,687,600	6	3,224	Alto
Puebla	10,819,740	18	1,468	Moderado
Querétaro	4,342,506	3	3,728	Alto
Quintana Roo	1,805,000	2	5,562	Alto
San Luis Potosí	5,700,000	2	5,014	Alto
Sinaloa	2,300,000	2	7,732	Alto
Sonora	3,600,000	3	5,972	Alto
Tabasco	4,569,000	5	3,202	Alto
Tamaulipas	1,225,000	5	2,234	Alto
Tlaxcala	4,410,000	6	2,689	Alto
Veracruz	10,756,544	16	1,263	Moderado
Yucatán	1,619,500	5	2,456	Alto
Zacatecas	5,100,000	4	2,801	Alto

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La producción de planta forestal en vivero con fines de restauración se concentra en el centro y sur del país, sin embargo, no se identificó correspondencia expresa entre las cifras de producción con las necesidades de restauración a nivel nacional, lo que sugiere falta de una planeación estratégica con base en la focalización de acciones aunada a prioridades nacionales.

La diversidad taxonómica de la cantidad de planta producida es limitada; la mayor cantidad se concentra en pocas especies. Es necesario incrementar la variabilidad taxonómica y revalorar otras especies propias de los ecosistemas forestales para actividades de restauración, fomentando la investigación y producción de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.

El mercado de planta forestal producida en vivero con fines de restauración se encuentra poco desarrollado y fuertemente limitado. Dada la alta concentración de la producción y bajo nivel de competitividad, es necesario revisar a futuro el modelo de negocio más adecuado para México. En el modelo actual, la SEDENA distorsiona el mercado convirtiéndose en una externalidad que limita su desarrollo, llegando a representar en algunas entidades federativas un monopolio de producción.

Los mayores esfuerzos de restauración se realizan en ecosistemas de montaña con climas templados y templados fríos; es necesario una adecuada planeación para priorizar, y en su caso, reorientar la restauración a otros ecosistemas, con base en factores ecológicos, económicos y sociales.

Un factor que limita el desarrollo del mercado de planta es la inseguridad de las empresas para mantener una producción continua en años subsecuentes, por ello se debe valorar que los contratos o convenios de producción de planta se realicen en un esquema multianual, con revisiones contractuales anuales y cumplimiento de estándares de calidad.

Desde el punto de vista económico, la planta producida en vivero debe ser considerada como un bien de producción, necesario para desarrollar otros bienes y servicios socio-ambientales. La restauración forestal es un mecanismo que permite, entre otros beneficios de índole productivo, mitigar efectos adversos del cambio climático, por lo cual tiene un valor potencial al mejorar las condiciones de vida de la población.

CAPÍTULO II. ANÁLISIS FINANCIERO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO.

2.1 RESUMEN

Se identificaron y sistematizaron los factores que influyen en la producción de planta en vivero con fines de restauración. El costo de producción en los sistemas de contenedores y tradicional se proyectó mediante un esquema detallado de cálculo para 40 escenarios de producción constituidos por las ocho especies forestales más producidas en México, haciendo variaciones en el volumen de los envases e instancias productoras, en una zonificación de cuatro grandes regiones (norte, centro, sur y península de Yucatán). Los costos de producción en la región norte y península de Yucatán resultaron 12 % y 17 % mayores a los obtenidos para la región centro, en tanto que la región sur resultó ser 17 % menor. Los costos variaron entre \$2.13 y \$4.19 planta⁻¹ para ambos sistemas, en tanto que los costos fijos y variables representaron en promedio 29 % y 71 % respectivamente. Los factores de mayor impacto en el costo final por orden de importancia fueron los fertilizantes, la mano de obra y los sustratos. El costo de los envases representa menos del 10 % y el germoplasma entre 5 % a 8 %. En una proyección a 10 años, el sistema de contenedores es más económico y eficiente que el tradicional. El uso de sustratos alternativos a la mezcla base (turba de musgo más perlita más agrolita), conformados por corteza de pino molida (40 %), aserrín (50 %) y turba (10 %) y fertilizantes de liberación controlada en sustitución de la fertirrigación, es posible reducir costos en \$0.37 planta⁻¹, en un contenedor de 170 ml para producir planta de *Pinus cembroides* Zucc. en la región centro. Los indicadores financieros del Valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio Costo (RBC) y Tasa Interna de Retorno (TIR) calculados a partir de estas cifras, sugieren que el esquema de producción actual tiene una rentabilidad mínima como modelo de negocio. La estimación de los montos a pagar por parte de CONAFOR deberá realizarse a nivel de especie, zona geográfica, sistema de producción y volumen del contenedor, considerando un monto adicional de rentabilidad.

Palabras clave: indicadores financieros, costos de producción, sistemas de producción, fertilizantes de liberación controlada, sustratos, aserrín, corteza de pino.

2.2 ABSTRACT

The factors that influence the production of forest seedlings in the nursery for restoration activities were identified and systematized. The cost of production in the container and polibag systems was projected by a detailed calculation scheme for 40 production scenarios integrated for the eight forest species most produced in Mexico, considering the volume of the containers and production companies, in a four large regions (north, center, south and Yucatan peninsula). Production costs in the northern region and the Yucatan Peninsula were 12 % and 17 % higher than those obtained for the central region, while the southern region was 17 % lower. Costs varied between \$ 2.13 and \$ 4.19 seedling⁻¹, for both systems, while fixed and variable costs averaged 29 % and 71 % respectively. The factors with the greatest impact on the final cost in order of importance were fertilizers, labor and growing media. The cost of containers represents less than 10 % and seeds between 5% to 8%. Based in a 10-year projection, the container system is more economical and efficient than the polibag system. The use of alternative substrates to the base mix (peat moss plus perlite plus agrolite), integrated by ground pine bark (40 %), sawdust (50 %) and peat moss (10 %), and controlled release fertilizers to replace the fertirrigation, it is possible to reduce costs by \$ 0.37 seedling⁻¹, in a 170 ml container to produce *Pinus cembroides* Zucc seedling in the center region. The financial indicators of Net Present Value (NPV), Cost Benefit Ratio (RBC) and Internal Rate of Return (IRR) calculated from these figures suggest that the current production scheme has a minimum profitability as a business model.

Keywords: financial indicators, production costs, production systems, controlled release fertilizers, growing media, sawdust, pine bark.

2.3 INTRODUCCIÓN

La producción de planta forestal en vivero con fines de restauración, al igual que otros cultivos de características similares (plantaciones forestales comerciales, ornamentales y frutales), es un proceso detallado de actividades secuenciadas para obtener planta que reúna ciertas especificaciones demandadas en el mercado o para cumplir con ciertos objetivos. Las variaciones entre estos cultivos (sistemas de producción) se centran básicamente en las especies producidas, tipos de envases, protocolos de fertilización, tiempo de permanencia del cultivo en el vivero y estándares de calidad.

La calidad de planta se ha abordado en las últimas dos décadas tanto en el plano operativo como en la investigación. Las investigaciones se han dirigido a determinar aquellos factores que pueden influir de manera positiva en la calidad, destacando los regímenes de fertilización, uso de sustratos alternativos al estándar (turba, vermiculita y perlita), y prueba de ciertos tipos de contenedor para favorecer el desarrollo de una estructura radical que favorezca la supervivencia y crecimiento de la planta, una vez establecida en campo.

En el proceso de producción de planta en vivero cada componente tiene un valor implícito que influye en el costo final de la planta; conocer este valor resulta esencial en el modelo de negocio para tener claridad del grado de competitividad en el mercado y nivel de rentabilidad proyectado. En el proceso de cultivo debe predominar como objetivo principal producir planta de calidad, equivalente a la posibilidad de su arraigo posterior frente al costo de producción, aunque lógicamente, garantizado el primer objetivo, el costo deberá ser minimizado (Serrada, 2000).

Landis *et al.* (2010) establecen que se deben considerar los costos de producción para determinar si las plantas podrán ser competitivas en el mercado. Como paso final se debe hacer un estudio de factibilidad en el cual sean estimados los precios de las plantas y sus respectivos costos de producción, para compararlos con los riesgos y la ganancia económica esperada.

Es esencial conocer los costos de producción, los cuales tienen dos características opuestas: la primera es que para producir bienes uno debe gastar, lo que significa generar un costo; la segunda es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminar los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente (FAO, 1998).

El desconocimiento del nivel de rentabilidad en la producción de planta no ha sido valorado suficientemente, dado que es una más de diversas actividades productivas que realizan los técnicos responsables de la producción. Cuando cada viverista conozca la rentabilidad de este proceso, entonces tendrá mayores elementos de juicio para programarlo y mejorar su productividad (Alvidríguez-Vitolas *et al.*, 2011).

Cualquier modificación del precio de venta o reducción de costos de producción generará un impacto en el beneficio derivado del balance entre el ingreso y el costo de producción. Una constante en la red nacional de viveros forestales es que no cuentan con una estructura de costos adecuada, que permita determinar con mayor nivel de precisión, el grado de rentabilidad o eficiencia económica del proceso de producción.

En la presente investigación se plantea identificar y sistematizar el conjunto de factores y variables involucradas en los dos sistemas de producción de planta forestal en vivero con fines de restauración más usados en México (contenedores y tradicional), así como realizar un análisis financiero de ellos cuyos resultados puedan servir como herramienta para que las empresas, responsables técnicos o dueños de viveros puedan desarrollar o perfeccionar su estructura de costos, e identificar aquellos componentes del proceso de producción, los costos inherentes en cada fase y proyectar mejores niveles de eficiencia financiera.

2.4 MATERIALES Y MÉTODOS

2.4.1 Integración de información e identificación de variables

Se usó la base de datos por vivero de la producción nacional de planta forestal con fines de restauración de la CONAFOR correspondiente al ciclo de producción 2015-2016; se obtuvieron datos de la producción nacional y se realizaron estadísticas por entidad federativa. Se obtuvieron instancias productoras (empresas), sistemas de producción, especies, volúmenes de los envases y como referencia, el valor diferenciado pagado por cada tipo de planta producida.

Aunque existen en la base de datos viveros pertenecientes a gobiernos estatales, municipales, instituciones de enseñanza e investigación y la CONAFOR, la SEDENA junto con los viveros privados son las dos instancias que sustentan la producción nacional. Por ello, se determinó que el cálculo de costos de producción se realizara en viveros de estas últimas dos instancias, generando escenarios para las especies más producidas en México, usando el envase

de plástico rígido en capacidades volumétricas de 170 y 220 ml para el sistema de contenedores y bolsas de polietileno de tamaño 13 X 25 cm (1.3 L aprox.) para el tradicional. El resumen de este conjunto de variables de cálculo se presenta en el

Cuadro 7.

La identificación de variables y factores que intervienen en el proceso de producción se realizó siguiendo una secuencia cronológica; esto es, los pasos seguidos desde el acondicionamiento del vivero del nuevo ciclo hasta la entrega de planta y cierre técnico de la producción. Para el cálculo del costo de mano de obra se integró información de los rendimientos promedio por jornal (8 horas laborables) de las actividades realizadas en las diferentes fases del proceso, para ambos sistemas, siendo éstos: acondicionamiento de instalaciones, lavado de charolas, impregnación, mezcla de sustrato, llenado y acomodo de envases, siembra, riego, resiembra, deshije, fertirrigación, aplicación de productos químicos y orgánicos, deshierbes, manejo de planta, podas, selección, extracción, empaque, almacenamiento de planta, trabajos complementarios de limpieza y almacenamiento de envases. Algunas variables aplican sólo para uno de los dos sistemas.

Cuadro 7. Conjunto de parámetros utilizados para el cálculo del costo total y unitario de las ocho especies más producidas en México, por tipo de instancia productora.

Tipo de instancia productora	Privado		SEDENA
Producción promedio (plantas)	700,000		2,400,000
Sistema de producción	Contenedor	Tradicional	Contenedor
Volumen de cavidad (ml)	170	1,300	220
Especies producidas/Región ⁽⁺⁾			
<i>Pinus cembroides</i>	N,C	C	N,C
<i>Pinus pseudostrobus</i>	C,S	N,C	N,C
<i>Pinus devoniana</i>	C,S	C	N,C,S
<i>Pinus oocarpa</i>	N,S	C	N,C,S
<i>Pinus montezumae</i>	C	C	C
<i>Prosopis laevigata</i>	N,C	---	C
<i>Pinus greggii</i>	C,S	N,C	N,C
<i>Tabebuia rosea</i>	C,S,P	C,P	C,S

(+) Región: N=Norte, C=Centro, S=Sur, P=Península de Yucatán

2.4.2 Costos fijos y variables

Una vez identificados los factores o variables, éstos se clasificaron en costos fijos y costos variables. Dentro de los costos fijos se incluyeron aquellos componentes que no están relacionados en forma directa con la producción, como los costos de inversión (depreciación, financiación, otros), de dirección y administración, mientras que en los costos variables se incluyeron aquellos factores que guardan una correspondencia directa con los niveles de producción, como los materiales e insumos utilizados, la mano de obra, servicios y suministros.

Con base en los resultados obtenidos del ciclo de producción 2015-2016, las ocho especies más producidas en México fueron: *Pinus cembroides* Zucc., *P. pseudostrobus* Lindl., *P. devoniana* Lindl., *P. oocarpa* Shiede. ex Schltdl., *P. montezumae* Lamb., *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.), *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. y *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC., cuya suma representa cerca del 50 % de la producción nacional (Figura 19). Estas especies se produjeron en diferentes regiones del país en ambos sistemas y por diferentes instancias, con una multiplicidad de factores donde destacan los protocolos de fertilización, periodos de cultivo, sustratos y tipos de envases. La proyección de los costos se realizó considerando las variables y factores más representativos que reflejan las condiciones actuales de producción.

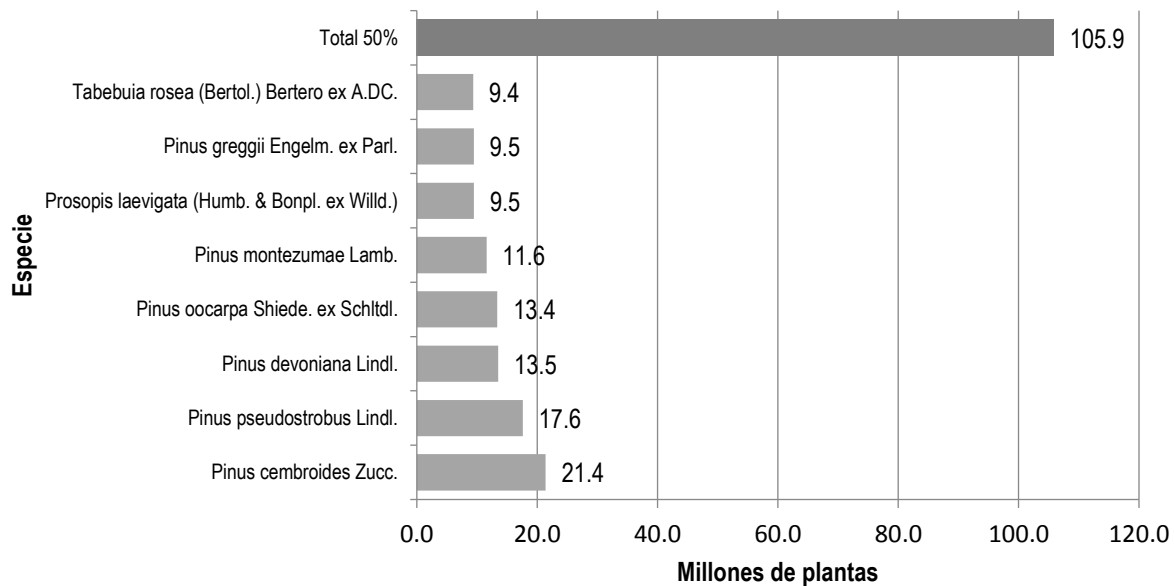


Figura 19. Cantidad de planta de las ocho especies más producidas que concentran el 50 % del total de la producción nacional.

2.4.3 Zonificación

Para conocer el comportamiento del costo de producción en función de los precios de venta de los insumos en diferentes partes del país, tomando como base el grado de concentración del mercado, especies producidas, instancias y sistemas de producción, se planteó el análisis basado en una zonificación de cuatro grandes regiones: Norte, Centro, Sur y Península de Yucatán (Figura 20).

2.4.4 Cálculo de costos totales y unitarios.

Para obtener el costo de la mano de obra se utilizó un monto promedio pagado por jornal (8 horas laborables) para cada región. Los montos establecidos fueron \$200.00, \$160.00, \$160.00 y \$180.00 para la zona norte, centro, sur y península de Yucatán, respectivamente. El tiempo de cultivo en vivero (mínimo y máximo proyectado en meses) se obtuvo del Apéndice Normativo C de la NMX170 (SE, 2016) para las ocho especies, sin embargo, con fines de cálculo se utilizó el periodo de cultivo mínimo para cada especie (Cuadro 8). Con el costo de cada fase (factores o actividades en función del costo de los insumos y rendimientos), se calcularon los costos unitarios y totales.

No se consideró como parte del análisis el concepto de establecimiento de instalaciones productivas (viveros) debido a que en los últimos años las cifras de producción a nivel nacional han disminuido, por lo que la capacidad instalada de la red de viveros supera la demanda actual de planta. Sin embargo, se consideró el valor de depreciación de los activos fijos como instalaciones, vehículos, herramientas y equipos con un valor de descuento anual, y en algunos casos, un valor de rescate al final del ciclo. Dado que la adquisición de envases representa uno de los conceptos de inversión que más impacta en el costo final, se proyectó su adquisición en todos los escenarios considerando un descuento anual. El resumen de los valores considerados para el cálculo del costo de producción se presenta en el Cuadro 9.



Figura 20. Zonificación del país considerando niveles y grado de concentración de la producción de planta forestal con fines de restauración en las entidades federativas, para el ciclo de producción 2015-2016. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 8. Tiempo de cultivo mínimo, máximo para las ocho especies más producidas a nivel nacional.

Especie	Tiempo de cultivo (meses)	
	Mínimo	Máximo
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	10	18
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	8	12
<i>Pinus devoniana</i> Lindl.	8	12
<i>Pinus oocarpa</i> Shiede. ex Schltl.	8	10
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	10	16
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	4	6
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	6	8
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	5	7

Cuadro 9. Nivel de depreciación del conjunto de componentes y valor de rescate de un sistema de producción de planta en vivero.

Componente	Vida útil (años)	Depreciación anual (%)	Valor de rescate (%)
Instalaciones (oficina, bodega)	20	5	20
Sistema de riego	10	10	0
Módulos de producción	10	10	0
Maquinaria y equipos en general	10	10	0
Vehículos	5	20	20
Herramientas	2	50	0
Equipos de medición	5	20	0
Mobiliario de oficinas	5	20	10
Envases	10	10	0

Las proyecciones para ambos sistemas se hicieron mediante los esquemas de producción estándar a nivel nacional; el de contenedores, con el uso de la mezcla base y la aplicación de fertilizantes hidrosolubles mediante el sistema de riego; el tradicional, con uso de bolsas de polietileno, suelo forestal como sustrato y sistema de riego por aspersión. Adicionalmente, se incluyeron como variables adicionales el costo por concepto de certificación mediante el cumplimiento de la norma NMX170 (SE, 2016).

Los costos de los insumos (*i.e.* semillas, envases, componentes de sustratos, agroquímicos, fertilizantes y semillas), se obtuvieron mediante cotizaciones de las principales empresas especializadas que abastecen a los viveros forestales en las diferentes entidades federativas. Además, se consultaron costos de los insumos en los portales de internet de aquellas empresas que disponen de catálogos de precios de sus productos en línea.

En forma complementaria y con fines indicativos en la definición e integración de los factores y conceptos que intervienen para la determinación de los costos, durante 2016 se produjo planta de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. en el vivero forestal del Posgrado en Ciencias Forestales del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Se usaron seis diferentes tipos de envase y varios componentes para el sustrato. Las características de los envases, esquemas de fertilización y sustratos se presentan en el Cuadro 10. La producción se concluyó en siete meses, tiempo en el cual las plantas alcanzaron los estándares establecidos en la NMX170 para esta especie.

Con la hoja de cálculo Excel de Microsoft® se desarrolló un esquema para el cálculo de costos unitarios que incluyó todos los factores del proceso productivo, tomando como base la estructura de Costos de Producción obtenida de FAO (1998), haciendo las adecuaciones pertinentes a la producción de planta forestal en vivero. En este esquema se incluyeron conceptos que en la actualidad no son parte de la estructura de costos de los viveros como financiamiento o aseguramiento del cultivo, sin embargo, se indican con la finalidad de que sean considerados conforme el modelo de negocio siga desarrollándose.

Como muchos de los cultivos, el mercado deberá respaldar a diversas instancias que puedan financiar créditos (avio o refaccionario), así como contar con la posibilidad de asegurar la producción de potenciales pérdidas derivadas de afectaciones meteorológicas o agentes patógenos. El resumen de conceptos (costos fijos y variables) se presentan en el Cuadro 11. El desglose detallado de las variables o factores identificados y los valores de referencia correspondientes a los rendimientos de las actividades en función del jornal, se incluyen en el Anexo II. Cabe mencionar que la proyección de costos en el sistema tradicional se realizó con base en lo establecido en la NMX170, la cual indica que una producción mayor a 0.5 millones de plantas, los viveros deben contar con instalaciones, sistemas de riego y áreas de producción similares al de contenedores.

Cuadro 10. Características de los envases, fertilización y sustratos usados en la producción de planta de *Pinus patula* Schiede ex Schtdl. & Cham realizada en el vivero del Colegio de Postgraduados.

Tipo de envase	Volumen (ml)	Tipo	Fertilizantes	Sustrato
Contenedor	170	Paredes lisas	Liberación controlada (8 meses) 7 g L ⁻¹	Turba (60 %), vermiculita (20 %) y perlita (20 %)
Contenedor	170	Aberturas laterales horizontales	Liberación controlada (8 meses) 7 g L ⁻¹	Turba (60 %), vermiculita (20 %) y perlita (20 %)
Contenedor	220	Paredes lisas	Liberación controlada (8 meses) 7 g L ⁻¹	Turba (60 %), vermiculita (20 %) y perlita (20 %)
Contenedor	220	Aberturas laterales horizontales	Liberación controlada (8 meses) 7 g L ⁻¹	Turba (60 %), vermiculita (20 %) y perlita (20 %)
Bolsa de polietileno	800	Con fuelle, con impregnación de sales de cobre	Liberación controlada (8 meses) 7 g L ⁻¹	Aserrín fresco (70 %) y corteza molida (30 %)
Bolsa de polietileno	650	Con fuelle, sin impregnación de sales de cobre	Liberación controlada (8 meses) 7 g L ⁻¹	Aserrín fresco (70 %) y corteza molida (30 %)

Cuadro 11. Estructura de costos involucrados en el proceso de producción de planta forestal de vivero. Con base en FAO (1998).

Tipo de costo
1. Costos variables (Directos)
1.1 Materia prima
1.2 Mano de obra directa
1.3 Supervisión
1.4 Mantenimiento
1.5 Servicios
1.6 Suministros
1.7 Envases
2. Costos fijos
2.1 Costos indirectos
2.1.1 Costos de inversión
2.1.1.1 Depreciación
2.1.1.2 Impuestos
2.1.1.3 Seguros
2.1.1.4 Financiación
2.1.2 Gastos generales
2.1.2.1 Investigación y desarrollo
2.1.2.2 Relaciones públicas
2.1.2.3 Contaduría y auditoría
2.2 Costos de dirección y administración
2.3 Costos de ventas y distribución

2.4.5 Análisis financiero

Para el análisis financiero se realizó un flujo de caja de la producción de *Pinus cembroides* Zucc. en la zona centro, un volumen de contenedor de 170 ml, considerando como ingresos las parcialidades que CONAFOR realiza como pago de la planta: 30 % al inicio de la producción, 40 % en la verificación de desarrollo (mes 2 a 5, en función de las especies) y 30 % como finiquito (mes 6 a 18, en función de las especies). Los egresos corresponden a los gastos puntuales o periódicos con base en la temporalidad de cada actividad y especies producidas (Figura 21).

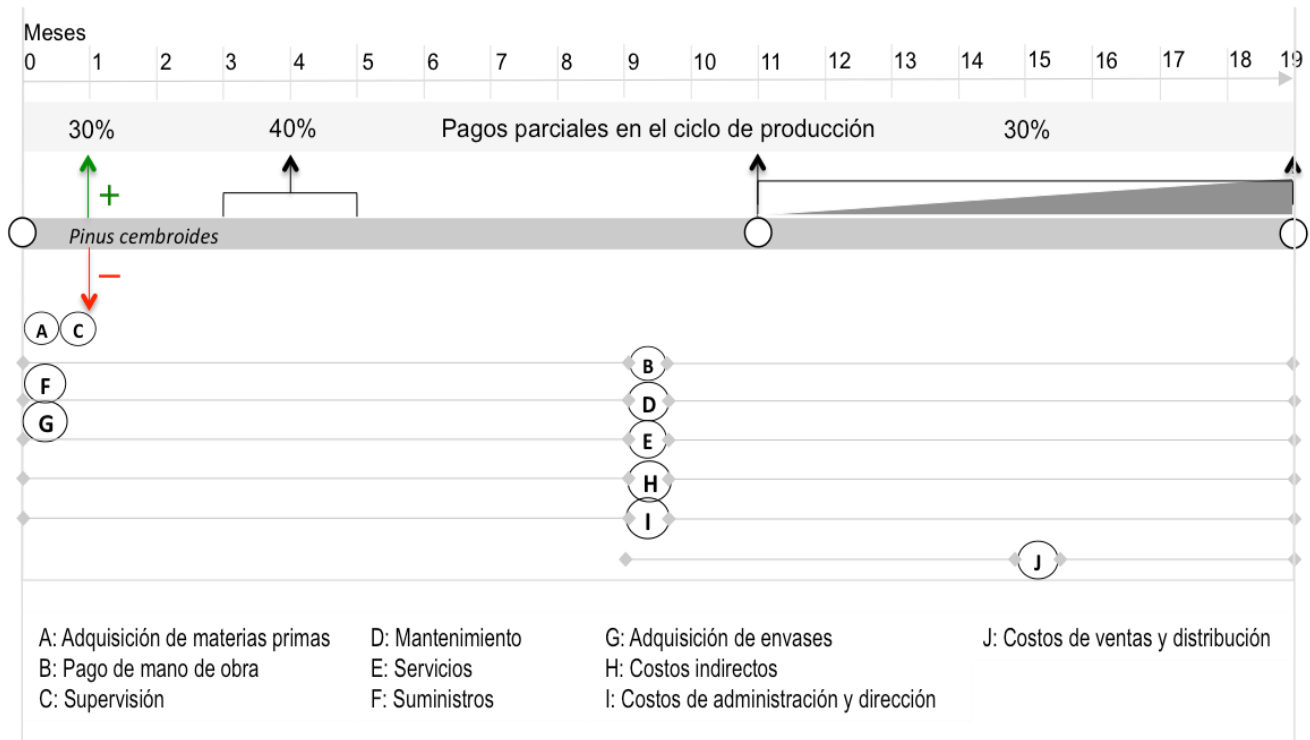


Figura 21. Flujo de caja para la producción de planta de *Pinus cembroides* Zucc. en viveros forestales para un ciclo de producción, considerando la adquisición de contenedores en el año 0.

2.4.6 Estimación de indicadores financieros

Para el cálculo de la rentabilidad económica del modelo de negocio, se utilizaron los siguientes indicadores financieros en los diferentes escenarios: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo (RBC), con proyección del análisis financiero (vida del proyecto) de 10 años. Se usaron las funciones incluidas en la hoja de cálculo de Excel de Microsoft® cuyas expresiones de cálculo se describen a continuación:

- a) **Valor Actual Neto (VAN).** El VAN de un proyecto es el valor actual/presente de los flujos de efectivo netos de una propuesta, entendiéndose por flujos de efectivo netos la diferencia entre los ingresos periódicos y los egresos periódicos. Para actualizar esos flujos netos se utiliza una tasa de descuento denominada tasa de expectativa o alternativa/oportunidad, que es una medida de la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios (Mete, 2014). Considera el valor del dinero a través del tiempo y representa la utilidad que obtiene el inversionista después de haber recuperado la inversión, obteniendo la rentabilidad exigida; mide los resultados obtenidos por el proyecto a valor presente del periodo en que se hace la evaluación. El valor presente neto es una única cantidad referida al tiempo cero y representa un premio si es positiva o un fracaso si es negativa, para una tasa de interés elegida. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$VAN = -I_0 + \frac{\sum_{t=0}^n FNE_t}{(1+i)^t}$$

- Dónde: Σ = Sumatoria de t=0 hasta n periodos
 FNE = Flujo Neto de Efectivo en el año t
 i = Tasa de interés anual
 I₀ = Inversión inicial

- b) **Tasa Interna de Retorno (TIR).** Evalúa el proyecto en función de una tasa única de rendimiento, con la totalidad de los rendimientos actualizados. En el sentido del análisis de sensibilidad del proyecto, el criterio de la TIR, muestra la sensibilidad del VAN, ya que esta representa la tasa de interés mayor que el inversionista puede pagar sin perder dinero, es decir, es la tasa de descuento que hace el VAN igual a cero. Para su cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$\sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+TIR)^n} = 0$$

- Dónde: Fn = Es el flujo de caja en el periodo n
 n = Número de periodos
 i = Tasa de interés anual

El análisis de la TIR, donde r representa el costo de oportunidad se valora con las siguientes expresiones: Si $TIR > r$ entonces se acepta el proyecto, en el lado opuesto, Si $TIR < r$ entonces se rechaza el proyecto.

- c) **Relación Beneficio Costo (RBC).** La relación Beneficio Costo es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos), a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínimo aceptable. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$B = B_0 + \frac{B_1}{(1+r)} + \dots + \frac{B_T}{(1+r)^T}$$
$$C = C_0 + \frac{C_1}{(1+r)} + \dots + \frac{C_T}{(1+r)^T}$$

Dónde: B_T = Es el beneficio descontado en el tiempo T
 C_T = Es el costo descontado en el tiempo T

El análisis del Beneficio Costo se valora con las siguientes expresiones: Si $B/C > 1$ se acepta el proyecto, en el lado opuesto, Si $B/C < 1$ entonces se rechaza el proyecto.

2.4.7 Obligaciones tributarias

El sector primario es considerado como la actividad más importante en México, al ser la fuente principal para la supervivencia de la sociedad y la base de otros sectores económicos, por esta razón se debe buscar su permanencia y desarrollo en el mercado (Ruíz, R. *et al.*, 2017). El régimen simplificado entró en vigor en 1989 el cual era opcional, que se convirtió en obligatorio a partir de 1991 para los contribuyentes del sector primario dedicados a la agricultura, ganadería, pesca y silvicultura (Barraza, 2016). La reforma del 2002 dejó un capítulo especial dentro del título de la personas morales conocido como régimen simplificado, considerando a los mismos sectores incluidos en la ley de 1998, sin embargo en el título de personas físicas no se estableció un régimen especial que reuniera las mismas características que las personas morales, pero que se concentraron en el mismo título de personas morales y sus integrantes, dando facilidades en el régimen intermedio (Ruíz, R. *et al.*, 2017). De 2011 a 2013 no se presentaron cambios importantes a la Ley del Impuesto Sobre la Renta (ISR) y fue hasta 2014 cuando se realizaron reformas eliminando el régimen simplificado, para crear el Régimen Fiscal de Actividades Agrícolas, Ganaderas, Silvícolas y

Pesqueras (AGAPES), aplicable en forma obligatoria a las personas morales y personas físicas que se dediquen exclusivamente a estas actividades (Ley de ISR, 2017).

Las actividades de producción de planta forestal con fines de restauración se encuentran descritas en el sector primario como actividades silvícolas (Artículo 16 del Código Fiscal de la Federación), referidas como acciones de cultivo de los bosques o montes, así como la cría, conservación, restauración, fomento y aprovechamiento de la vegetación de los mismos y la primera enajenación de sus productos, que no hayan sido objeto de transformación industrial.

Las personas morales de derecho agrario están contempladas en los artículos 108 - 114 de la Ley Agraria que establece que ejidos y comunidades podrán establecer empresas para el aprovechamiento de sus recursos naturales así como la prestación de servicios; de esta manera podrán adoptar cualquiera de las formas asociativas previstas por la Ley Agraria de 2017.

A partir de 2014, para la reducción del ISR los contribuyentes del sector primario determinan el importe de la reducción en función de diferentes parámetros o niveles de ingresos acumulables que obtengan. Los contribuyentes y los parámetros de ingresos son: a) Personas Morales con ingresos que no excedan de 20 salarios generales de la zona económica de que se trate elevados al año (SMGA¹⁵, actualmente Unidad de Medida y Actualización - UMA¹⁶) por socio, sin exceder en su totalidad de 200 SMGDF; personas físicas con ingresos que no excedan de 40 SMGA. Para ambos grupos de contribuyentes, la totalidad de los ingresos son exentos y, en consecuencia, no existe ISR que causen por la obtención de los mismos (párrafo XI, artículo 74 de la Ley del ISR), b) Personas físicas con ingresos que excedan de 40 SMGA y personas morales cuyos ingresos excedan de 20 SMGA por socio, pero que, en ambos casos (personas físicas y morales), sus ingresos sean inferiores a 423 SMGA, la reducción del impuesto será de 40% para personas físicas y de 30% para personas morales (párrafo XII, artículo 74 de la Ley del ISR). En el Cuadro 12 se presenta un ejemplo relativo a los ingresos previstos y exentos de una persona moral con base en la UMA (tomada de Ruíz *et al.*, 2017).

¹⁵ SMGA: Salario Mínimo General Anual.

¹⁶ Se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Decreto por el que se desindexa el salario mínimo para fines ajenos al salario, y se adopta la Unidad de Medida y Actualización (UMA).

Cuadro 12. Ejemplo de ingresos exentos de personas morales con base en la UMA.

Persona Moral	Ingresos por socio	No. de socios	Total ingresos	Monto de ingresos exentos x socio (20 UMA's x 365)	Ingresos exentos de la persona moral	Tope (200 UMA's x 365)	Ingresos exentos
Caso A	390,302	15	5,854,530	551,077	8,266,155	5,510,770	5,510,770
Caso B	663,513	9	5,971,617	551,077	4,959,693	5,510,770	4,959,693
Caso C	507,393	20	10,147,860	551,077	11,021,540	5,510,770	5,510,770

Las empresas productoras (personas morales) o viveristas (personas físicas) deberán mantener una minuciosa contabilidad y control de costos, que les permitan obtener los beneficios de exención considerados en la Ley del ISR. Además, podrán deducir impuestos correspondientes a la adquisición de equipos, vehículos y demás gastos directos relacionados con la producción de planta forestal. En el presente trabajo de investigación no se consideran deducciones debido básicamente al bajo nivel de producción que actualmente se tiene en la mayoría de los viveros en el país, además de no fue posible contar con información de tipo contable de ellos.

2.4.8 Alternativas técnicas de factores de producción y factibilidad financiera

Investigaciones recientes (nacionales e internacionales) desarrolladas en torno a ciertos factores del proceso de producción como elementos para incrementar la calidad de planta forestal destacan, desde el uso de componentes alternativos a los utilizados comúnmente en la “mezcla base”, nuevos esquemas de fertilización (sustitución de la fertirrigación por el uso de fertilizantes de liberación controlada), hasta el uso de nuevos contenedores con características específicas.

Los sustratos basados en el uso de turba, vermiculita y perlita cuentan con propiedades que permiten conformar un sustrato con características físicas y químicas adecuadas (Haase *et al.*, 2015), sin embargo, dado que tales materiales son de extracción e importación, repercuten en altos costos de producción de planta (Castro, 2016). El uso de sustratos alternativos para la producción de planta en vivero ha ido en aumento. Se han utilizado materiales como corteza, aserrín, fibra de coco, cascarilla de arroz, lombricomposta con el propósito de sustituir la “mezcla base”. Aguilera *et al.* (2016) establece que con el uso de compuestos de aserrín y corteza de pino se disminuye en más de 50 % el costo de producción.

Otras investigaciones realizadas por Sánchez *et al.* (2008), Arrieta y Terés (1993), Buamsha *et al.* (2007) se han enfocado en la caracterización físico-química de sustratos alternativos basados en corteza y aserrín de ciertas especies de coníferas, en sustitución de la turba. Otras investigaciones se han basado en el uso de estos sustratos para la producción de *Pinus montezumae* Lamb. (Hernández *et al.*, 2014), *Cedrela odorata* L. (Mateo *et al.*, 2011), *Prosopis laevigata* Humb. *et Bonpl.* ex Willd. (Prieto *et al.*, 2013), *P. pseudostrobus* var. *apulcensis* (Reyes *et al.*, 2005), demostrando que las características morfológicas de las plantas son similares a las producidas en turba de musgo (Castro, 2016).

La nutrición de las plantas usualmente se realiza con fertilizantes hidrosolubles (FHS) que son aplicados en el riego, con una pérdida de nutrimentos hasta de 30 % (Landis y Dumroese, 2009); dicha pérdida puede minimizarse con el uso de fertilizantes de liberación controlada (FLC), donde la transferencia paulatina de los nutrimentos al sustrato es su mayor ventaja (Oliet *et al.*, 1999; Rose *et al.*, 2004). En este sentido, Castro (2016) establece que se puede suprimir un esquema a base de fertilizantes hidrosolubles con uno de fertilizantes de liberación controlada en la nutrición de las plantas, disminuyendo el costo de producción, minimizando el riesgo por toxicidad y pérdidas por lixiviación (Landis y Dumroese, 2009).

Con base en las conclusiones obtenidas en las investigaciones referidas, resulta importante identificar el costo asociado de la adopción potencial del desarrollo tecnológico en dos factores clave de la producción de planta, que tienen una repercusión importante en el costo de producción: los sustratos alternativos y el uso de FLC. Para verificar la factibilidad financiera de estos nuevos componentes, se proyectó el costo unitario de planta de *Pinus cembroides* Zucc. en contenedores de 170 ml, en la zona centro del país, cambiando la mezcla base por una mezcla conformada por aserrín (50 %), corteza de pino molida (40 %) y turba (20 %) y la sustitución de fertirrigación por el uso de fertilizantes de liberación controlada.

Finalmente, se calcularon los indicadores VAN, TIR y RBC, con lo cual se evaluó la factibilidad de llevar a cabo la producción como modelo de negocio. Como factor de actualización se tomó el rendimiento que ofrecen los Certificados de la Tesorería (CETES) emitidos por el Banco de México a 28 días, con una tasa de interés de 7.72 %, cuya cifra es la tasa mínima aceptable de rendimiento esperado.

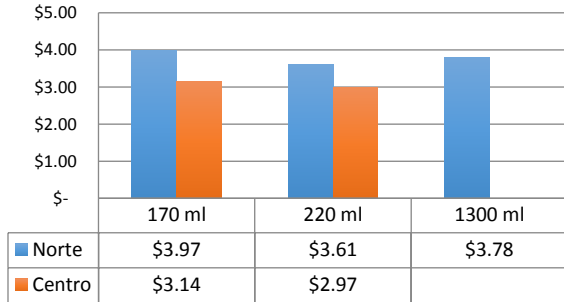
2.5 RESULTADOS Y DISCUSION

En un estudio realizado en 2008 sobre el estado del conocimiento sobre las plantaciones forestales en nuestro país, se detectó que en diversos viveros forestales no se tiene control adecuado sobre los procesos de producción de planta ni de los costos reales por planta producida (CONAFOR, 2009b). De igual manera, en los viveros evaluados se detectaron diversas variantes en infraestructura, contenedores, sustratos, fertilizantes y control sanitario, con diferentes calidades de planta producida (CONAFOR, 2011). El técnico responsable o propietario del vivero debe analizar el esquema completo de costos como una herramienta efectiva para saber como mejorar sus ganancias.

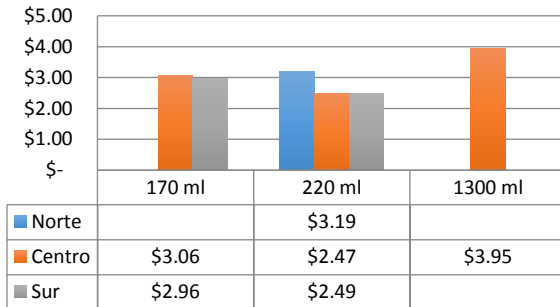
2.5.1 Costos unitarios

Los costos unitarios de producción de planta obtenidos para las ocho especies variaron en función de la zona donde fueron proyectados. Con los resultados obtenidos y tomando como referencia base la Región Centro dado que es donde más planta se produce y existe el mayor número de empresas proveedoras de insumos, las Regiones Norte y Península de Yucatán tuvieron costos de producción ligeramente mayores con un 12 % y 17 % respectivamente, para las mismas especies y en los mismos tamaños de contenedor, en tanto la Zona Sur tuvo un costo 17 % menor. El resumen de costos unitarios estimados para los diferentes escenarios proyectados se presentan en los gráficos de la Figura 22.

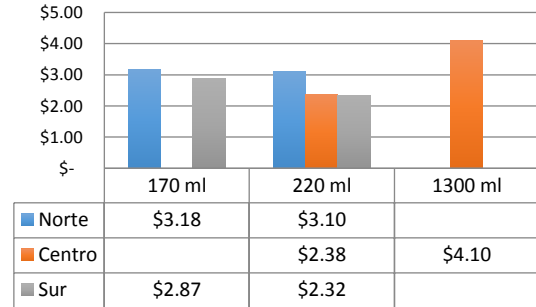
Los costos unitarios resultantes variaron entre \$2.13 y \$4.19, para la producción de *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC. en contenedor de 220 ml en la región sur y de *P. montezumae* Lamb. en bolsa de polietileno de 13 X 25 cm (1.3 L aprox.) en la región centro del país.



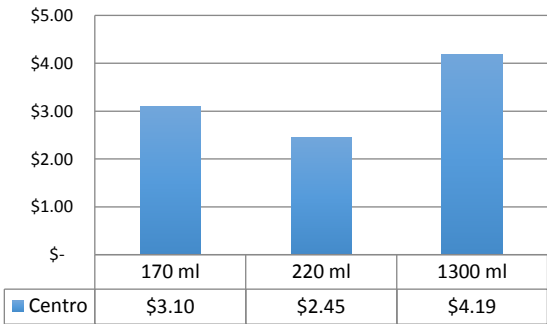
Pinus cembroides Zucc.



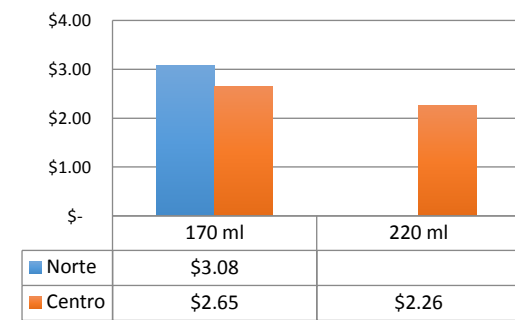
P. pseudostrobus Lindl.



P. devoniana Lindl.



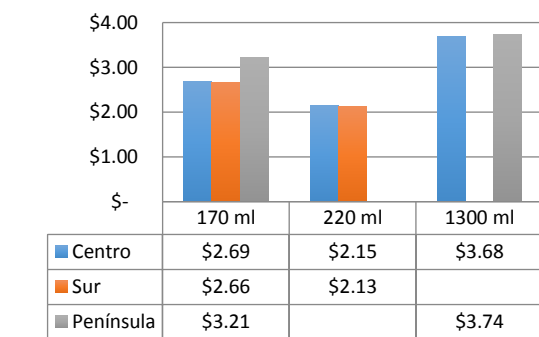
P. oocarpa Shiede. ex Schldtl.



P. montezumae Lamb.



Prosopis laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.)



Pinus greggii Engelm. ex Parl.

Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.

Figura 22. Costos unitarios de las ocho especies más producidas en función de la zona y tamaño del envase.

Los costos fijos fueron de \$ 0.57 planta⁻¹ para la producción en el envase de plástico rígido de 220 ml y de \$ 1.09 planta⁻¹ en envases de plástico rígido de 170 ml y de bolsa de polietileno de 1.3 L. En promedio para todas las proyecciones, los costos fijos y variables representaron 29 % y 71 %, respectivamente, lo cual se explica debido a que las proyecciones se realizaron con base en los requerimientos de instalaciones, maquinaria y equipamiento que deben tener los viveros en cada sistema acorde a lo establecido en la NMX170. El resumen de costos fijos, variables y totales para cada especie, en función de la zona y tamaño del envase se presenta en el Cuadro 13.

Los factores de producción considerados como costos variables tienen diferente impacto en el costo unitario. Para las especies producidas en contenedor, las variables que más impacto tuvieron en el costo final de la planta fueron en magnitud los fertilizantes, la mano de obra y los sustratos, llegando a presentar rangos que van de 10 % a 27 %, 16 % a 19 % y 14 % a 20 % respectivamente; cualquier modificación tecnológica que permita reducir estos costos sin sacrificar la calidad de planta, repercutirá de manera directa en la reducción del costo unitario y una utilidad mayor para la instancia productora. En el lado opuesto, los factores que menor efecto tienen sobre el costo final de la planta corresponden a la certificación, los suministros y el mantenimiento, con rangos de 0.5 % a 1.8 %, 0.5 % a 2.5 % y 1.0 % a 3.5 % del costo total, respectivamente. En cuanto a la planta producida en el sistema tradicional, los valores resultantes indican que la mano de obra, los sustratos y la fertilización son los de mayor impacto en el costo final, con rangos de 28 % a 30 %, de 12 % a 24 % y de 23 % a 24 %, respectivamente (Figura 23).

En relación con el costo de los envases, éstos representaron en todos los escenarios una proporción menor a 10 % del costo total; los costos más altos corresponden a las bolsas de polietileno dada la desventaja que representa su uso por única ocasión, en comparación con los contenedores de plástico cuya vida útil mínima proyectada por los fabricantes es de 10 años lo que permite su reutilización en forma anual. Otro factor de importancia en la producción de planta es el germoplasma, el cual representó de 5 % a 8 % en ambos sistemas. Con base en estas cifras, la producción de planta producida en el sistema de contenedores resulta ser más eficiente y más barata, en comparación con la planta producida en el sistema tradicional, tal como puede observarse en los costos variables para la misma especie en la misma zona.

Cuadro 13. Costos fijos, variables y totales de planta por sistema de producción, para las ocho especies más producidas a nivel nacional en las zonas norte, centro, sur y península de Yucatán e instancia productora.

Especie	Zona	Costo fijo	Costo variable	Costo total
Sistema producción: Contenedores de plástico rígido de 170 ml				
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Norte	\$2.88	\$1.09	\$3.97
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Centro	\$2.05	\$1.09	\$3.14
<i>P. devoniana</i> Lindl.	Centro	\$1.97	\$1.09	\$3.06
<i>P. devoniana</i> Lindl.	Sur	\$1.87	\$1.09	\$2.96
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	Centro	\$1.69	\$1.09	\$2.79
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	Sur	\$1.65	\$1.09	\$2.74
<i>P. montezumae</i> Lamb.	Centro	\$2.01	\$1.09	\$3.10
<i>P. oocarpa</i> Shiede. ex Schltdl.	Norte	\$2.09	\$1.09	\$3.18
<i>P. oocarpa</i> Shiede. ex Schltdl.	Sur	\$1.78	\$1.09	\$2.87
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	Centro	\$1.85	\$1.09	\$2.94
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	Sur	\$1.88	\$1.09	\$2.97
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	Norte	\$1.99	\$1.09	\$3.08
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	Centro	\$1.55	\$1.09	\$2.65
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Centro	\$1.60	\$1.09	\$2.69
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Sur	\$1.57	\$1.09	\$2.66
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Península	\$2.12	\$1.09	\$3.21
Sistema producción: Contenedores de plástico rígido de 220 ml				
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Norte	\$3.04	\$0.57	\$3.61
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Centro	\$2.41	\$0.57	\$2.97
<i>P. devoniana</i> Lindl.	Norte	\$2.62	\$0.57	\$3.19
<i>P. devoniana</i> Lindl.	Centro	\$1.90	\$0.57	\$2.47
<i>P. devoniana</i> Lindl.	Sur	\$1.92	\$0.57	\$2.49
<i>P. montezumae</i> Lamb.	Centro	\$1.89	\$0.57	\$2.45
<i>P. oocarpa</i> Shiede. ex Schltdl.	Norte	\$2.53	\$0.57	\$3.10
<i>P. oocarpa</i> Shiede. ex Schltdl.	Centro	\$1.81	\$0.57	\$2.38
<i>P. oocarpa</i> Shiede. ex Schltdl.	Sur	\$1.76	\$0.57	\$2.32
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	Norte	\$2.24	\$0.57	\$2.81
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	Centro	\$1.56	\$0.57	\$2.13
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	Centro	\$1.70	\$0.57	\$2.26
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Centro	\$1.58	\$0.57	\$2.15
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Sur	\$1.56	\$0.57	\$2.13
Sistema producción: Bolsa de polietileno 13 X 25 cm (1.3 L aprox.)				
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Centro	\$2.69	\$1.09	\$3.78
<i>P. devoniana</i> Lindl.	Centro	\$2.86	\$1.09	\$3.95
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	Norte	\$2.67	\$1.09	\$3.76
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	Centro	\$2.94	\$1.09	\$4.03
<i>P. montezumae</i> Lamb.	Centro	\$3.10	\$1.09	\$4.19
<i>P. oocarpa</i> Shiede. ex Schltdl.	Centro	\$3.01	\$1.09	\$4.10
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	Norte	\$2.75	\$1.09	\$3.84
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	Centro	\$3.00	\$1.09	\$4.09
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Centro	\$2.59	\$1.09	\$3.68
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Península	\$2.64	\$1.09	\$3.74

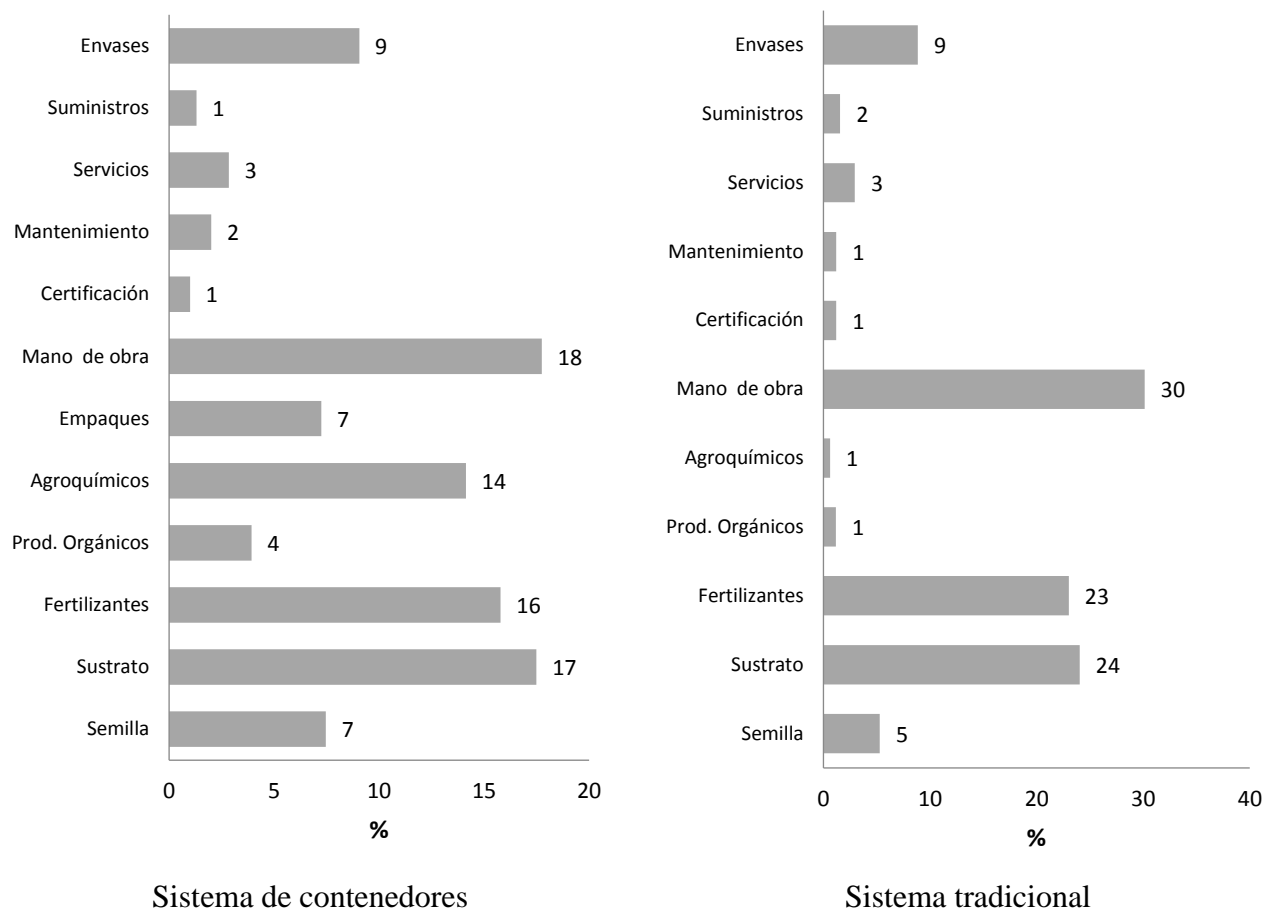


Figura 23. Proporción promedio de los componentes que determinan el costo variable en los dos sistemas de producción de planta en vivero

2.5.2 Rentabilidad del modelo de negocio

Partiendo de la base que la producción de planta en vivero con fines de restauración está soportada por los viveros particulares y los de SEDENA, es importante considerar que los primeros buscan dentro de esta actividad obtener una rentabilidad de su actividad productiva, la cual variará en función de lo que los mismos productores esperan obtener. En general, la rentabilidad de las actividades productivas depende del valor del mercado de los productos al momento de la venta. Sin embargo, el mercado de esta planta forestal depende en su totalidad del monto máximo que la CONAFOR como ente adquiriente establezca al momento de realizar los convenios mediante los cuales se establecen desde las características de la planta a producir, como los montos a pagar por planta al finalizar el ciclo del cultivo.

El monto que la CONAFOR paga por la planta se encuentra determinado por el tipo de charolas a producir en el sistema de contenedores (poliestireno expandido o plástico rígido), el volumen de las cavidades y el tiempo en meses de la producción. Los valores de compra para cada condición se presentan en el Cuadro 14.

En cumplimiento con los requerimientos de la NMX170, los montos proyectados fueron similares o superiores a los establecidos por la CONAFOR; sin embargo, se debe considerar que las empresas productoras esperan una rentabilidad de su cultivo, por lo que al monto obtenido en las proyecciones financieras se les debe incrementar la rentabilidad mínima esperada. Ante esta situación, se perciben dos condiciones viables para mantener el mercado. La primera es que CONAFOR realice ajustes en sus montos a pagar por planta para cada condición de producción, y la segunda, que los productores, mediante un análisis detallado de sus costos, realicen adecuaciones a sus procesos para hacer más eficientes sus actividades o sustituir insumos que reduzcan el costo de producción.

Cuadro 14. Monto que paga CONAFOR por planta producida en función del sistema de producción, tipo de envase y periodo de cultivo

Volumen de cavidad (ml)	Sistema de contenedores					
	Periodo de cultivo (meses)					
	8 – 10		11 – 14		15 – 18	
	Tipo de envase		Tipo de envase		Tipo de envase	
	Poliestireno	Plástico rígido	Poliestireno	Plástico rígido	Poliestireno	Plástico rígido
	Costo por planta (\$)					
150 – 160	2.63	2.61	2.89	2.87	3.35	3.33
161 – 180	2.77	2.72	3.03	2.98	3.49	3.44
181 – 200	2.90	2.84	3.16	3.10	3.62	3.56
201 – 220	3.00	2.92	3.26	3.18	3.72	3.64
221 – 310	---	---	---	---	4.09	3.89
Tamaño de bolsa (cm)	Sistema tradicional					
	Periodo de cultivo (meses)					
	8 – 10	10 – 12		13 – 14		15 – 18
		Costo por planta (\$)				
10 X 24	2.15	2.22		2.25		2.35
13 X 20	2.42	2.47		2.52		2.62
13 X 25	3.05	3.10		3.14		3.25
15 X 25	3.27	3.32		3.36		3.47
18 X 30	4.16	4.21		4.26		4.36
20 X 30	5.53	5.57		5.62		5.72

2.5.3 Costos de producción por la adopción de nuevos componentes

El análisis de costos se proyectó con base en el modelo estándar de producción con el uso de sustratos a base de una mezcla de turba (60 %), vermiculita (20 %) y perlita (20 %) y fertilizantes hidrosolubles aplicados en el riego. Estos productos en su mayoría son de importación, y dado el deslizamiento de la paridad en los últimos años del peso mexicano con respecto al dólar, el incremento de estos productos los vuelve un tanto prohibitivos en tanto no haya un incremento en el monto de compra de la planta.

Recientes investigaciones sobre el uso de sustratos alternativos a la mezcla base, con componentes nacionales como el aserrín y la corteza de pino molida han generado resultados satisfactorios; la ventaja de ambos componentes, además de ser de origen nacional, se cuenta con alta disponibilidad en cualquier parte del país. Además, la tendencia reciente en el uso de fertilizantes de liberación controlada incorporados en el sustrato, en sustitución de los fertilizantes hidrosolubles aplicados mediante el sistema de riego parece ser una opción factible, ya que en este esquema de fertilización no se requiere equipos de dosificación y personal capacitado para la formulación de “soluciones madre” en las diferentes etapas del cultivo. Ambos componentes pueden reducir los costos de producción sin mermar la calidad de la planta.

El sustrato y la fertilización, de acuerdo con los resultados obtenidos son dos de los factores que más impactan en el costo final de producción. En el esquema estándar, el litro de mezcla base a precios actuales tuvo un costo que varió en función de la zona, yendo desde \$1.53 hasta \$2.90 planta⁻¹. Para la región centro, el costo fue de \$1.53 L⁻¹. La mezcla a base de aserrín (50 %), corteza de pino molida (40 %) y turba (10 %) tuvo un costo de \$0.9 L⁻¹, lo que supone una reducción de 42 % para este componente. Por otro lado, el costo derivado del uso de fertilizantes hidrosolubles en la región centro fue de \$0.38 planta⁻¹, en envases de 170 ml. Al cambiar al esquema con fertilizantes de liberación controlada, con una dosis de 8 gr L⁻¹, el costo para el mismo tamaño de envase fue de \$0.11 planta⁻¹, lo que representa una reducción de 71 %.

Una proyección del costo total de planta de *Pinus cembroides* Zucc. producida en el centro del país con un contenedor de 170 ml, usando la mezcla base y fertilizantes hidrosolubles vs. una mezcla alterna (aserrín, turba y corteza) y fertilizantes de liberación controlada, se encontró que en el primer esquema se tuvo un costo de \$3.14 planta⁻¹, en el primer esquema, mientras que en el segundo, el costo fue de \$2.77 planta⁻¹, lo que indica que con el cambio de sustrato y del esquema de

fertilización, existe una reducción en costo de producción de \$0.37 planta⁻¹. En una producción de 700,000 plantas, el ahorro directo sería de \$259,000.00, que representa un 12 % menos con respecto al esquema estándar.

2.5.4 Indicadores financieros

Los indicadores financieros correspondientes al Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio Costo (RBC), se calcularon tomando como base de información los costos obtenidos previamente, derivados de la modificación del esquema tanto de fertilización y sustratos. El costo de producción por planta de \$2.77 se usará como valor de producción, mientras que para el valor de venta se usará el monto que la CONAFOR paga para esta especie (\$2.98), considerando las características de producción (volumen del contenedor, periodo de cultivo), en un horizonte de 10 años.

Valor actual neto (VAN)

Para el cálculo se utilizó como factor de actualización el rendimiento que ofrecen los Certificados de la Tesorería (CETES) emitidos por el Banco de México a 28 días, con una tasa de interés de 7.72 %, que es la tasa mínima aceptable de rendimiento esperado. Los resultados se incluyen en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Cálculo del VAN con proyección a 10 años y factor de actualización anual de 7.7 %, para producción de planta en contenedor de *Pinus cembroides* Zucc en la región centro.

Año	Ingresos	Egresos	Flujo neto de efectivo	Factor de actualización (107.72 %)	Flujo actualizado
Inicial	\$2,086,000.00	\$6,049,563.54	-3,963,563.54	1.00	-3,963,563.54
2019	\$2,086,000.00	\$1,458,563.21	627,436.79	0.93	582,470.10
2020	\$2,086,000.00	\$1,458,563.21	627,436.79	0.86	540,726.05
2021	\$2,086,000.00	\$1,458,563.21	627,436.79	0.80	501,973.68
2022	\$2,086,000.00	\$1,458,563.21	627,436.79	0.74	465,998.59
2023	\$2,086,000.00	\$1,458,563.21	627,436.79	0.69	432,601.74
2024	\$2,086,000.00	\$1,458,563.21	627,436.79	0.64	401,598.34
2025	\$2,086,000.00	\$1,458,563.21	627,436.79	0.59	372,816.88
2026	\$2,086,000.00	\$1,458,563.21	627,436.79	0.55	346,098.11
2027	\$2,086,000.00	\$1,458,563.21	627,436.79	0.51	321,294.20
				VAN	2,014.14

Dado que el resultado del VAN es positivo (mayor a cero), el proyecto se acepta, sin embargo es importante observar que la ganancia es mínima con respecto a la opción alterna de inversión en CETES y por tanto, el inversionista podría decidir entre cualquiera de las dos opciones.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

El valor resultante de la TIR fue de 7.7 % lo cual indica indiferencia de inversión en esta opción de inversión o cualquier otra.

Relación Beneficio Costo (RBC)

Derivado de los beneficios y los costos obtenidos, el valor RBC fue:

$$RBC = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} = \frac{\$3,965,578.00}{\$3,963,563.00} = 1.00050838$$

Dado que el índice es ligeramente superior a 1, el proyecto en términos prácticos, no genera ganancias significativas por cada unidad monetaria invertida, que justifique su inversión.

De los resultados obtenidos de los indicadores financieros se concluye que el modelo de negocio de producción de planta en vivero con fines de restauración, no representa una opción de inversión por sus mínimas ganancias. Si bien el VAN fue mayor a “0” tanto la RBC como la TIR indican que no hay utilidad mayor que la que pudiera obtenerse con una inversión alterna con un margen de ganancia del 7.72%.

Es importante considerar que el análisis se basó en adecuaciones al esquema de producción en cuanto al tipo de sustrato y fertilización. Por lo tanto, y bajo estos parámetros de análisis, la entidad que adquiere la planta (CONAFOR) debería incrementar el monto por pago de planta para que el modelo de negocio tenga factibilidad financiera.

2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en la identificación del conjunto de factores que intervienen en el proceso de producción de planta en vivero para ambos sistemas, los montos pagados por planta no cubren en su totalidad los requerimientos necesarios para el cumplimiento de lo establecido en la NMX170.

De los análisis financieros con una proyección a 10 años, con horizontes de producción de 0.7 millones y 2.4 millones de plantas, el sistema de contenedores es más económico y eficiente que el sistema tradicional.

Los factores de producción que más impactaron en el costo final de la planta en ambos sistemas fueron el sustrato, la mano de obra y los fertilizantes cuyas cifras fluctúan entre 10 % a 27 %, 16 % a 19 % y 14 % a 20 %, respectivamente.

Se recomienda que la estimación de los costos de producción para determinar el monto a pagar por parte de la CONAFOR se realice a nivel de especie, zona geográfica, volumen de contenedor y sistema de producción. Un incremento en los montos a pagar por planta incentivaría el fortalecimiento del mercado e inversión por parte de las empresas productoras para la mejora de los procesos y cumplimiento de los estándares requeridos en la NMX170.

Resulta necesario que la CONAFOR como agencia gubernamental responsable de las actividades de restauración a nivel nacional, desarrolle una aplicación con la cual puedan realizarse estimaciones del costo de producción para determinar los montos a pagar a los productores.

LITERATURA CITADA

- Aguilera R., M., A. Aldrete, T. Martínez T. y V. M. Ordaz C. 2016. Producción de *Pinus montezumae* Lamb. con diferentes sustratos y fertilizantes de liberación controlada. *Agrociencia* 50: 107-118.
- Aldana B., R. y Aguilera R., M. 2003. Procedimientos y cálculos básicos útiles en la operación de viveros que producen en contenedor. Documento técnico. Programa Nacional de Reforestación. CONAFOR. Guadalajara, Jalisco, México. 41 p.
- Alvídrez V., S., J.J. Espinosa A., y J. A. Prieto Ruíz. 2011. Análisis de rentabilidad de viveros forestales en el Estado de Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. México, D.F. 46 p.
- Arrieta, V. y V. Terés. 1993. Caracterización física y química, y manejo agronómico de la corteza de pino (*Pinus radiata*) como sustrato de cultivo. *In: Congreso Forestal Español*. Lourizán, Galicia, España. Pp:227- 232.
- Asfor, 2017. Sistema de Viveros. Asesoría y Consultoría Forestal y Ambiental, S.A. de C.V. Chilpancingo, Gro. <http://www.asfor.com.mx/>. (Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2017).
- Barraza, J. L. 2016. Reducción del ISR para contribuyentes dedicados a realizar actividades del sector primario. Fisco actualidades. Obtenido de http://imcp.org.mx/wp-content/uploads/2015/02/Fiscoactualidades-febrero_n%C3%BAm-04.pdf
- Birchler, T.; R.W. Rose; A. Royo y M. Pardos. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Oregon State University, Oregon. EE.UU. y Universidad Politécnica de Madrid, España. 13 p. *In: <https://recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/view/2806/2169>* Fecha de Consulta: 16 de enero de 2018.
- Buamscha M., G., J. E. Altland, D. M. Sullivan, D. A. Horneck and J. Cassidy. 2007. Chemical and physical properties of Douglas fir bark relevant to the production of container plants. *HortScience* 42(5): 1281-1286.
- Burney O., A. Aldrete, R. Álvarez-Reyes, J. A. Prieto-Ruíz, J. R. Sánchez- Velázquez and J. G. Mexal. 2015. México-Addressing Challenges to Reforestation. *Journal of Forestry*. Research Article 113(4):404–413 <http://dx.doi.org/10.5849/jof.14-007>.

- Castro, G. S. 2016. Crecimiento de *Pinus greggii* var. *australis* en vivero, con diferentes sustratos, formas de fertilización y tipo de envase. Colegio de Postgraduados. Tesis de Maestría.
- CIFOR, 2010. Forests, land use, and climate change assessment for USAID/Mexico. Center for International Forestry Research. AID PNADT898.pdf. Prepared for AID by Center for International Forestry Research. Bogor, Indonesia. 88 p.
- CONAFOR, 2002. Características cualitativas de los módulos de producción en contenedores con sistema de riego móvil de 19 X 76 m. Informe Técnico. Comisión Nacional Forestal. Programa Nacional de Reforestación. Zapopan, Jal.
- CONAFOR, 2004. Informe de logros de reforestación 2000-2003. Estadística de resultados por entidad federativa. Comisión Nacional Forestal. Coordinación General de Conservación y Restauración. Programa Nacional de Reforestación. Zapopan, Jal.
- CONAFOR, 2007. Producción de planta forestal en vivero. Costos de producción. Comisión Nacional Forestal. Coordinación General de Conservación y Restauración. Anexo II. Caso de excepción para adquisición de planta. Documento interno. 8 p. Zapopan, Jal. México.
- CONAFOR, 2009a. Restauración de ecosistemas forestales. Guía básica para comunicadores. Coordinación General de Conservación y Restauración. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jal. México.
- CONAFOR, 2009b. Diagnóstico nacional de los viveros forestales y de la condición fitosanitaria y calidad de planta. Capítulo 4. Capacidad y tecnología de producción. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. Documento interno.
- CONAFOR, 2011. Evaluación de costos de producción de planta en viveros forestales que abastecen proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales. 64 p.
- CONAFOR, 2013. Programa Estratégico Forestal para México 2025. Comisión Nacional Forestal. Zapopan. Jal.
- CONAFOR, 2013a. Evaluación de costos de producción de planta en viveros forestales que abastecen proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales. Comisión Nacional Forestal. Zapopan Jal. 65 p.
- CONAFOR, 2014. Diagnóstico del programa presupuestario U036 PRONAFOR-Desarrollo Forestal 2014. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jal.

- CONAFOR, 2014a. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Programa Nacional Forestal 2014-2018. México, D.F. 144 p.
- CONAFOR, 2016. Estadística 2007-2011 de la superficie con acciones de reforestación y número de plantas establecidas. Comisión Nacional Forestal. Información obtenida de la página de la CONAFOR (www.conafor.gob.mx) Fecha de consulta: 12 de septiembre del 2016.
- CONAFOR, 2018. Expediente técnico para la realización de acciones de producción de planta y trabajos de reforestación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Secretaría de la Defensa Nacional. Comisión Nacional Forestal. Disponible en www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/acuerdos. Fecha de consulta: 16 de abril del 2018.
- DOF, 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Diario Oficial de la Federación. Última reforma:19-01-2018. Consultada en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259_190118.pdf. Fecha de consulta: 12 de enero de 2018.
- Duryea, M. L. (Editor). 1985. Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR. 143 p.
- Duryea, M. L. y G. N. Brown (Editors). 1984. Seedling physiology and reforestation success. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publ., Dordrecht, 326 p.
- Escamilla H., N., J. J. Obrador O., E. Carrillo A. y D. J. Palma L. 2015. Uso de fertilizantes de liberación controlada en plantas de teca (*Tectona grandis*), en la etapa de vivero. Revista Fitotecnia Mexicana 38(3): 329 – 333.
- FAO, 1998. Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Documento técnico de pesca 351. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s00.htm#Contents>. Fecha de consulta: 20 de febrero de 2018.
- Feret. P.P. 1986. Below the root collar – The key to planting success. P 8-14 In: Northeastern Area Nurserymans Conference. Northeastern State, Federal and Provincial Nursery Association. State College, Pennsylvania. Proceedings. July 14-17.
- Gadgil, P. D. and Harris, J. M. 1980. Planting Stock Quality. Special issue of N. Z. J. For. Sci. 10: 1–303.

- Garza O., F.; Foroughbakhch P., R.; Carrillo P., V.; Bustamante G., V. 2011. Año Internacional de los bosques: Situación actual y perspectivas. In: *Planta*. 6(11): 4-6. ISSN: 2007-1167.
- Gomes, J. M.; Couto L.; Leite H. G.; Xavier A. y García S. L. R. 2002. Parâmetros Morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. Sociedade de Investigações Florestais. Rev. *Árvore* 26 (6):655-664.
- Grossnickle, Steve & Macdonald, Joanne. (2018). Seedling Quality: History, Application, and Plant Attributes. *Forests*. 9. 283. 10.3390/f9050283.
- Gutiérrez, R.J. y Zamudio, G.N. 2008. Reporte de estabilidad financiera. Medidas de concentración y competencia. Banco de la República de Colombia.
- Haase, D. L., R. K. Dumroese, K. M. Wilkinson and T. D. Landis. 2015. Tropical nursery concepts and practices. In: *Tropical Forestry Handbook*. USDA, Forest Service. Washington, D.C. Pp. 1 -30.
- Hansen, L., A. R. Heguiabeheri, L. O. Pabliaricci, M. Piola, R. Laborda y L. Rios. 2015. Guarán, Modelo de gestión económica de viveros. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Gobierno Argentino. Presidencia de la Nación. Instructivo de aplicación. 32 p.
- Hernández-Díaz, Jose & Prieto-Ruiz, José & Perez-Verdin, Gustavo & Wehenkel, Christian & Pompa-García, Marín & Lara Villa, R & Lujan, Concepción & Olivas-García, Miguel. (2015). Simulador de costos de producción de planta en viveros (SIMCOVIV) (Versión v.1). 10.13140/RG.2.1.1390.3443.
- Hernández D., J.C.; Prieto R., J.A. y Compeán G., F.J. 1999. Análisis comparativo de costos de producción en cinco viveros forestales del Estado de Durango. In: *Tecnología de la producción de planta en viveros de la Sierra Madre Occidental*. Publicación especial No. 13. Campo experimental Valle del Guadiana. INIFAP-SAGAR. Durango, Dgo. p. 48-52.
- Hernández Z., L., A. Aldrete, V. M. Ordaz C., J. López U. y M. A. López L. 2014. Crecimiento de *Pinus montezumae* Lamb. en vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. *Agrociencia* 48(6). 627-637.
- INIFAP, 2004. Calidad de planta en vivero y prácticas que influyen en su producción. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de investigación regional del noreste. Campo Experimental Saltillo. Folleto técnico No. 12. 12 p.

- INIFAP, 2009. Calidad de planta en viveros del estado de Durango. Publicación especial Núm. 30. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo. México. 81 p.
- INIFAP, 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. 48 p.
- INIFAP, 2011. Análisis de rentabilidad de viveros forestales en el Estado de Chihuahua. Folleto técnico No. 39. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Sitio experimental La Campana-Madera. Aldama, Chihuahua. México. 46 p.
- Johnson, J.D. and Cline, M.L. (1991) Seedling Quality of Southern Pines. In: Duryea, M.L. and Dougherty, P.M., Eds., Forest Regeneration Manual, Klumer Academic, Netherlands, 143-162. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-3800-0_8.
- Landis T.D., R.K. Dumrose, D.L. Haase, 2010. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Vol. 1. Planeación, establecimiento y manejo del vivero. Manual Agrícola 674. Washington, D.C. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. 190 p.
- Landis, T. D. and R. K. Dumroese. 2009. Using polymer coated controlled release fertilizers in the nursery and after outplanting. *In*: Dumroese, R. K., Landis, T. D., Watson, R. and Hutchinson, L. (eds). Forest Nursery Notes. USDA, Forest Service. Washington, D.C. Winter. p. 5-12.
- Ley de ISR. 2017. Ley del Impuesto sobre la Renta. Diario Oficial de la Federación (DOF). Cámara de Diputados del H. Contreso de la Unión. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISR_301116.pdf
- MacLennan, L. and J. Fennessy (Editors). 2006. Plant Quality. A key to success in forest establishment. Proc. Of the COFORD Conf., Sept. 20-21, 2005, Tullow, Co Carlow. COFORD, Dublin.
- Mas, P. J. 2003. Guía práctica para la producción de planta en un vivero. Boletín técnico número 5, Volumen 1. Comisión Forestal del Estado de Michoacán. Morelia, Michoacán, México. 37 p.

- Mateo S., J. J., R. Bonifacio V., S. R. Pérez R., L. Mohedano C. y J. Capulín G. 2011. Producción de *Cedrela odorata* L. en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Técpan de Galeana, Guerrero, México. *Ra Ximhai* 7: 123-132.
- Mete, M R. Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides Et Ratio* [online]. 2014, vol.7, n.7 [citado 2018-04-28], pp. 67-85. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071081X2014000100006&lng=es&nrm=iso. ISSN 2071-081X.
- Mexal, J. G. y T. L. Landis. 1990. The target seedling concept-height and diameter, p 17-36. En: Rose, R., Campbell, S. J. y T. D. Landis (Editors). Target seedling symposium. Proceedings Combined Meeting Western Forest Nursery Association. USDA Forest Service General Technical Report RM-200.
- Mohammed, G. H. 1996. The status and future of stock quality testing. In: *New Forest* 13: 481-504.
- Oliet, J., M. L. Segura, F. Martín D., E. Blanco, R. Serrada, M. López A. y F. Artero. 1999. Los fertilizantes de liberación controlada lenta aplicados a la producción de planta forestal de vivero. Efecto de dosis y formulaciones sobre la calidad de *Pinus halepensis* Mill. *Investigación Agraria Sistemas y Recursos Forestales* 8(1): 208 – 228.
- Orozco G.G., Muñoz F.H.J., Villaseñor R.F.J., Rueda S.A., Sigala R.J.A. y Prieto R.J.A. 2010. Diagnóstico de calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. Folleto Técnico Núm. 1. SAGARPA. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan, Michoacán, México. 47 p.
- Prieto R, J.A., P. Domínguez C., E. Cornejo O., E. Návar C. 2007. Efecto del envase y del riego en vivero en el establecimiento de *Pinus cooperi* Blanco en dos condiciones de sitio. *Madera y Bosques*, [en línea] 13(1), pp. 79-97. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61713107>.
- Prieto R., J. A., S. Rosales M., J. A. Sigala R., R. E. Madrid A. y J. M. Mejía B. 2013. Producción de *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) con diferentes mezclas de sustratos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4(20): 50-57.
- PRONARE, 2001. Informe de Gestión 1998-2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Programa Nacional de Reforestación. México, D.F.

- Reyes R., J., A. Aldrete, V. M. Cetina A., J. López U. 2005. Producción de plántulas de *Pinus pseudostrabus* var. *apulcensis* en sustratos a base de aserrín. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 11(2): 105-110.
- Rodríguez T., D.A. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Universidad Autónoma Chapingo. México, D.F. 156 p.
- Rook, D. A. 1980. Techniques for evaluating planting stock quality. New Zealand Journal of Forest Science Special Issue 10(1)1-303.
- Rose, R. M., Campbell, S. J. y T. D. Landis. 1990. Target seedling symposium. Proceedings Combined Meeting Western Forest Nursery Association. USDA Forest Service General Technical Report RM-200, 286 p.
- Rose, R., M. Atkinson, J. Gleason and T. Sabin. 1991. Root volume as a grading criterion to improve field performance of Douglas fir seedlings. New Forests 5: 195-209.
- Ruano, M., R. 2008. Viveros Forestales. Viveros Forestales: Manual de cultivo y proyectos. Ediciones Mundiprensa. ISBN: 8484763404 ISBN-13: 9788484763406. 285 p.
- Rueda-Sánchez, A., J. de D. Benavides-Solorio, T. Sáenz-Reyes, H.J. Muñoz-Flores, J.A. Prieto Ruíz, G. Orozco-Gutiérrez. 2014. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 5. Num. 22. México.
- Rueda-Sánchez, A., J. de D. Benavides-Solorio, T. Sáenz-Reyes, H.J. Muñoz-Flores, J.A. Prieto Ruíz, G. Orozco-Gutiérrez. 2014. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 5. Num. 22. México.
- Ruíz, Rendón, J.M., M.R. López-Mejía, A. Gómez-Martínez y A. Cresencio-Ahuactzi. 2017. Régimen tributario del sector primario. Horizontes de la contaduría en las ciencias sociales. Año 3. Número 6. Enero-Junio 2017.
- Sánchez A., H., A. Aldrete, J. J. Vargas H. y V. Ordaz C. 2016. Influencia del tipo y color de envase en el desarrollo de plantas de pino en vivero. Agrociencia 50(4): 481-492.
- Sánchez C., T., A. Aldrete, V. M. Cetina A. y J. López U. 2008. Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. Madera y Bosques 14(2): 41-49.
- Sánchez-González A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. Madera bosques [online]. 2008, vol.14, n.1 [citado 2018-05-28], pp.107-120. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712008000100008&lng=es&nrm=iso. ISSN 2448-7597.

- SARH, 1994. Informe sexenal de actividades 1988-1994. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre. México, D.F.
- SE, 2016. Certificación de la operación de viveros forestales. Secretaría de Economía. Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016. México, D.F. 194 p.
- SEMARNAP, 1998. Análisis de costos de producción de planta en vivero. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Subsecretaría Forestal. Programa Nacional de Reforestación. México, D.F. 32 p.
- SEMARNAT, 2014. Programa institucional de la Comisión Nacional Forestal 2014-2018. Diario Oficial de la Federación. Tercera sección. P 33-117.
- SEMARNAT, s.f. Fundación del vivero Coyoacán. www.viveroscoyoacan.gob.mx. Fecha de consulta: 16 de abril de 2018.
- Serrada R. 2000. Apuntes de repoblaciones forestales. Generalidades sobre viveros forestales. FUCOVISA, Madrid. España.
- Sigala J. A. 2009. Calidad de planta de diez viveros forestales del Estado de Durango. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Tesis de Licenciatura. Chapingo, Edo. de México. 117 p.
- South, B. D., W. S. Harris, P. J. Barnett, J. M. Hains y H. D. Gjerstad. 2005. Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama, U.S.A. *Forest Ecology Management* 204(2-3): 385-398.
- South, D. B. y J. G. Mexal. 1984. Growing the “best” seedling for reforestation success, p. 21-45. En: *High Technology: Application from Seed to Market. Proceedings Second Regional Technical Conference, Appalachian Society of American Foresters, Charlotte, NC.*
- Tillotson, C.R. 1917. Nursery practice on the national forests. United States Department of Agriculture-USDA. Bulletin Number 479, 86 p.
- Torrente S., I. y J. Pemán G. 2004. Influencia de los contenedores abiertos lateralmente en la morfología aérea y radicular en plántulas de *Pinus pinea* y *Quercus coccifera*. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17: 239-243
- UICN, 2017. El desafío de Bonn: Catalizando liderazgo en América Latina. *Forest Brief*. No. 14. 8 p.
- Wagner, R. G. and S. J. Colombo (Editors). 2001. *Regenerating the Canadian forest: principles and practice for Ontario*. Markham, Ont., Fitzhenry and Whiteside.

Wightman, K. E. y B. Santiago-Cruz. 2003. La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas. *Foresta Veracruzana* 5(1): 45-51.

Willen, P. and Sutton, R. 1980. Evaluation of stock after planting. *N. Z. J. For. Sci.* 10: 297–299.

ANEXOS

ANEXO I.

Relación de especies producidas en los viveros forestales con fines de restauración, y su porcentaje de producción total y acumulado, en relación con lo producido para el ciclo 2015-2016.

Familia	Especie	Total	%
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	21,416,265	10.025
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl.	17,606,110	8.241
Pinaceae	<i>Pinus devoniana</i> Lindl.	13,534,440	6.335
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i> Shiede. ex Schltdl.	13,378,870	6.263
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	11,590,530	5.426
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	9,495,000	4.445
Pinaceae	<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	9,457,590	4.427
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	9,375,400	4.389
Pinaceae	<i>Pinus engelmannii</i> Carr.	9,131,000	4.274
Pinaceae	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	5,978,155	2.798
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Knuth) Bent.	4,685,916	2.193
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	4,624,656	2.165
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	4,374,000	2.047
Pinaceae	<i>Pinus hartwegii</i> Lind.	4,364,458	2.043
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	3,910,026	1.830
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King	3,905,000	1.828
Pinaceae	<i>Pinus oaxacana</i> Mirov.	3,381,671	1.583
Pinaceae	<i>Pinus douglasiana</i> Martinez	3,375,000	1.580
Fabaceae	<i>Caesalpinia platyloba</i> S.Watson	3,350,000	1.568
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	3,229,000	1.511
Pinaceae	<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	2,834,000	1.327
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	2,706,500	1.267
Pinaceae	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	2,629,590	1.231
Pinaceae	<i>Pinus arizonica</i> Engelm.	2,295,500	1.075
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	2,136,000	1.000
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltdl.	2,131,347	0.998
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i> Née	2,048,690	0.959
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	1,774,935	0.831
Pinaceae	<i>Pinus durangensis</i> Martinez	1,740,000	0.814
Pinaceae	<i>Pinus rudis</i> Endl.	1,716,343	0.803
Fabaceae	<i>Prosopis velutina</i> Woot.	1,700,000	0.796
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	1,690,000	0.791
Asparagaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	1,600,000	0.749
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	1,589,000	0.744
Pinaceae	<i>Pinus cooperi</i> C.E. Blanco	1,470,000	0.688
Asparagaceae	<i>Agave potatorum</i> Zucc.	1,100,000	0.515
Bignoniaceae	<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose	1,045,500	0.489
Asparagaceae	<i>Agave cupreata</i> Trel. & Berger	1,000,000	0.468
Pinaceae	<i>Pinus chiapensis</i> (Martínez) Andresen	968,000	0.453
Asparagaceae	<i>Yucca schidigera</i> Roetzl ex Ortgies	948,000	0.444
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	851,750	0.399
Pinaceae	<i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schltdl. & Cham.	801,135	0.375

Familia	Especie	Total	%
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	800,625	0.375
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	731,280	0.342
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> Kunth ex Walp.	700,000	0.328
Fabaceae	<i>Acacia schaffneri</i> (L.) Willd	650,000	0.304
Pinaceae	<i>Pinus lawsonii</i> Roetzl ex Gordon	600,000	0.281
Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i> (Moc. Et Sessé ex Dc.) Benth.	583,341	0.273
Fagaceae	<i>Quercus potosina</i> Trel.	572,000	0.268
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karsten	550,000	0.257
Fabaceae	<i>Prosopis articulata</i> S.Watson	515,000	0.241
Fabaceae	<i>Mimosa fasciculata</i> (Kunth) Benth.	490,000	0.229
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	470,000	0.220
Fabaceae	<i>Olneya tesota</i> A. Gray.	400,000	0.187
Fabaceae	<i>Phitecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	400,000	0.187
Solanaceae	<i>Capsicum annum</i> L.	400,000	0.187
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i> (Schlecht. & Cham.) Benth.	385,000	0.180
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	382,000	0.179
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	367,000	0.172
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	349,779	0.164
Oleaceae	<i>Forestiera phillyreoides</i> (Benth.) Torr.	335,000	0.157
Fabaceae	<i>Cercidium microphyllum</i> (Torr.) Rose & I.M.Johnst.	300,000	0.140
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i> H.E.Moore	300,000	0.140
Fagaceae	<i>Quercus eduardii</i> Trel.	290,000	0.136
Fabaceae	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes	270,000	0.126
Asteraceae	<i>Viguiera quinqueradiata</i> (Cav.) A.Gray	250,000	0.117
Fabaceae	<i>Acacia guatemalensis</i> Hook. & Arn.	250,000	0.117
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> (L.)	231,480	0.108
Pinaceae	<i>Pinus jeffreyi</i> Grev. & Balf.	225,000	0.105
Fagaceae	<i>Quercus resinosa</i> Liebm.	210,000	0.098
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i> Humb. & Bonpl.	208,000	0.097
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	205,500	0.096
Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ex Sm.	200,000	0.094
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	188,000	0.088
Tamaricaceae	<i>Tamarix chinensis</i> Lour.	175,000	0.082
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	150,500	0.070
Asparagaceae	<i>Agave marmorata</i> Roetzl	150,000	0.070
Fabaceae	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> S. Watson	150,000	0.070
Fagaceae	<i>Quercus arizonica</i> Sarg.	150,000	0.070
Rosaceae	<i>Cercocarpus macrophyllus</i> C.K. Schneid.	150,000	0.070
Casuarinaceae	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	149,463	0.070
Cupressaceae	<i>Cupressus forbesii</i> Jeps.	135,000	0.063
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.	133,000	0.062
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	131,040	0.061
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	131,040	0.061
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.	131,040	0.061
Fagaceae	<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.	130,000	0.061
Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	115,700	0.054
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	114,404	0.054
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	110,000	0.051
Fabaceae	<i>Prosopis palmeri</i> S. Wats.	100,000	0.047

Familia	Especie	Total	%
Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i> H.Wendl.	88,800	0.042
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i> Kunth	85,000	0.040
Fabaceae	<i>Acacia saligna</i> (Labill.) H.L.Wendl.	85,000	0.040
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	80,000	0.037
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i> Engl.	75,432	0.035
Fabaceae	<i>Cercidium floridum</i> Benth. ex A. Gray	75,000	0.035
Amaranthaceae	<i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt.	65,000	0.030
Fabaceae	<i>Lonchocarpus longistylus</i> Pittier.	64,500	0.030
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	63,330	0.030
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	54,000	0.025
Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	50,000	0.023
Fabaceae	<i>Lysiloma microphyllum</i> Benth.	50,000	0.023
Fagaceae	<i>Quercus emoryi</i> Torr.	50,000	0.023
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	40,000	0.019
Fagaceae	<i>Quercus crassipes</i> Humb. & Bonpl.	40,000	0.019
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	40,000	0.019
Myrtaceae	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels.	40,000	0.019
Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	33,000	0.015
Fabaceae	<i>Pithecellobium acatlense</i> Benth.	30,000	0.014
Cannabaceae	<i>Celtis laevigata</i> Willd.	27,500	0.013
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	26,700	0.012
Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	25,000	0.012
Fagaceae	<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti	25,000	0.012
Oleaceae	<i>Fraxinus berlandieriana</i> DC.	25,000	0.012
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	25,000	0.012
Fagaceae	<i>Quercus virginiana</i> Mill.	24,900	0.012
Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	21,000	0.010
Cordiaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	21,000	0.010
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	20,000	0.009
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i> Benth.	20,000	0.009
Fabaceae	<i>Mimosa benthamii</i> J.F.Macbr.	20,000	0.009
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	19,400	0.009
Fabaceae	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby	19,000	0.009
Fabaceae	<i>Platymiscium dimorphandrum</i> (J.D.Smith) Donn.Sm.	15,000	0.007
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	15,000	0.007
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	15,000	0.007
Fabaceae	<i>Laburnum anagyroides</i> Medic.	13,300	0.006
Arecaceae	<i>Washingtonia filifera</i> (Lindl.) H.Wendl.	10,000	0.005
Cupressaceae	<i>Taxodium mucronatum</i> C.Lawson	10,000	0.005
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	9,550	0.004
Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i> L.	8,200	0.004
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	8,000	0.004
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	7,000	0.003
Rosaceae	<i>Malus domestica</i> Borkh.	7,000	0.003
Cordiaceae	<i>Cordia boissieri</i> A.DC.	5,000	0.002
Verbenaceae	<i>Lippia</i> sp. L.	5,000	0.002
Anacardiaceae	<i>Pistacia</i> sp. L.	3,700	0.002
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	3,500	0.002
Sapindaceae	<i>Acer negundo</i> L.	3,000	0.001

Familia	Especie	Total	%
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	2,850	0.001
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R. Br.	2,000	0.001
Salicaceae	<i>Populus alba</i> L.	1,700	0.001
Salicaceae	<i>Populus nigra</i> L.	1,000	0.000
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	600	0.000
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	500	0.000

ANEXO II.

Conjunto de variables identificadas dentro del proceso de producción de planta forestal con fines de restauración.

No.	Concepto	Unidad	Valor de referencia
1.1	Materias primas		
1.1.1	Semilla	kg	
1.1.2	Sustrato	L	
1.1.3	Fertilizantes	kg	
1.1.4	Productos orgánicos	kg	
1.1.5	Productos químicos	L	
1.1.6	Insecticida	L	
1.1.7	Fungicida	kg	
1.1.8	Herbicida	L	
1.1.9	Material de empaque	caja	
1.2	Mano de obra directa		
1.2.1	Acondicionamiento y mantenimiento	Jornal	
1.2.2	Lavado de charolas	Cavidades jornal ⁻¹	10,800
1.2.3	Impregnación de charolas	Cavidades Jornal ⁻¹	8,100
1.2.4	Mezcla de sustrato	Cavidades Jornal ⁻¹	27,000
1.2.5	Llenado de envases	Cavidades Jornal ⁻¹	15,120
1.2.6	Siembra	Cavidades Jornal ⁻¹	5,400
1.2.7	Riego	Cavidades Jornal ⁻¹	1,000,000
1.2.8	Fertirrigación	Cavidades Jornal ⁻¹	1,000,000
1.2.9	Resiembra	Cavidades Jornal ⁻¹	4,000
1.2.10	Desahije	Plantas jornal ⁻¹	4,000
1.2.11	Deshierbe	Plantas jornal ⁻¹	24,840
1.2.12	Aplicación de plaguicidas	Cavidades Jornal ⁻¹	100,000
1.2.13	Aplicación productos orgánicos	Cavidades Jornal ⁻¹	100,000
1.2.14	Podas	Plantas jornal ⁻¹	
1.2.15	Manejo de planta	Plantas jornal ⁻¹	20,000
1.2.16	Selección	Plantas jornal ⁻¹	20,000
1.2.17	Extracción	Plantas jornal ⁻¹	4,860
1.2.18	Empaque	Plantas jornal ⁻¹	2,160
1.2.19	Almacenamiento de planta	Plantas jornal ⁻¹	6,480
1.2.20	Limpieza de charolas	Cavidades jornal ⁻¹	21,600
1.2.21	Almacenamiento de envases	Cavidades jornal ⁻¹	32,400
1.3	Certificación		
1.3.1	Cumplimiento de norma		
1.4	Mantenimiento		
1.4.1	Instalaciones, maquinaria y equipo		
1.5	Servicios		
1.5.1	Energía eléctrica	Mensual	
1.5.2	Agua	Mensual	
1.5.3	Teléfono	Mensual	
1.5.4	Internet	Mensual	
1.6	Suministros		
1.6.1	Lubricantes	Mensual	
1.6.2	Combustibles	Mensual	

No.	Concepto	Unidad	Valor de referencia
1.6.3	Diversos	Mensual	
1.7	Envases		
1.7.1	Charola de 54 cavidades	170 y 220 ml	
1.7.2	Bolsa de polietileno	13 X 25 / 1.3 L	
2.1	Costos Indirectos		
2.1.1	Costos de inversión		
2.1.1.1	Depreciación	Anual	
2.1.1.2	Impuestos	Anual	
2.1.1.3	Seguros	Anual	
2.1.1.4	Financiación	Anual/Mensual	
2.1.1.5	Otros gravámenes	Anual/Mensual	
2.1.2	Gastos generales		
2.1.2.1	Investigación y desarrollo	Módulo	
2.1.2.2	Relaciones públicas	Eventos	
2.1.2.3	Auditoría	Anual	
2.1.2.4	Viáticos y pasajes	Mensual	
2.2	Costos de Dirección y Administración		
2.2.1	Responsable técnico	Quincenal	
2.2.2	Asistente administrativo	Quincenal	
2.2.3	Apoyo contable	Mensual	
2.2.4	Vigilancia	Quincenal	