

RESPUESTA DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN DOS SISTEMAS SILVÍCOLAS APLICADOS EN TLAXCO, TLAXCALA

Blanca Lilia Pérez Segura¹, Vidal Guerra de la Cruz¹,
Fernando Carrillo Anzures², Miguel Acosta Mireles²
y Enrique Buendía Rodríguez²

RESUMEN

Entre los tratamientos silvícolas más importantes están los que promueven la regeneración natural por lo que es fundamental conocer sus efectos. En Tlaxco, Tlaxcala han transcurrido más de 20 años de aprovechamientos regulados sin que se hayan evaluado sus impactos sobre el particular. El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta de la regeneración natural en los métodos Tlaxco y árboles padres. Se estimaron la densidad establecida y frecuencia de la regeneración, además del vigor de los brinzales mediante un muestreo sistemático con parcelas circulares de 10 m². La regeneración en el tratamiento de árboles padre varió desde cero hasta 1, 636 individuos ha⁻¹ de coníferas para la clase de altura C1 (0.30 m, hasta 1.50 m); en tanto que para C2 (de 1.51 a 2.75 m) y C3 (mayores de 2.75 m) el intervalo fue de cero a 1, 720 y 2, 840 individuos ha⁻¹ respectivamente. Para el método Tlaxco los valores abarcaron de 500 y 1, 900 individuos ha⁻¹ (C1); de 166 a 833 (C2) y de cero a 166 individuos ha⁻¹ para C3. En las áreas con el tratamiento de árboles padre la frecuencia de los sitios con renuevo de coníferas tuvo registros de cero hasta 90%, con brinzales de vigor pobre a óptimo, al igual que en el método Tlaxco. Las superficies con el tratamiento de árboles padre no alcanzaron una densidad adecuada de aciculares, aunque sí estuvieron presentes; en cambio, las áreas manejadas con el método Tlaxco mostraron densidades satisfactorias para las latifoliadas.

Palabras clave: Árboles padre, coníferas, corta de regeneración, latifoliadas, método Tlaxco, vigor de brinzales.

Fecha de recepción: 15 de marzo de 2007

Fecha de aceptación: 13 de octubre 2007

¹ Campo Experimental Tlaxcala. Centro de Investigación Regional de la Región Centro. INIFAP. Correo-e: guerra.vidal@inifap.gob.mx

² Campo Experimental Valle de México. C.I.R. Centro. Texcoco, Edo. de Méx.

ABSTRACT

Regeneration cutting is among the most important silvicultural treatments in forest management, and therefore it is important to assess their effects. In the region of Tlaxco, Tlaxcala, regeneration cuttings have been applied for more than twenty years but no studies on their effects are currently available for the forest areas with timber harvesting. The objective of this study was to evaluate natural regeneration under clear-cut and seed tree methods in the region of Tlaxco in the state of Tlaxcala. Seedling density, frequency of regenerated sites and seedling vigor were assessed through a systematic sampling design with 10 m²-circular plots; seedlings were classified in three height classes. Regeneration under seed-tree treatment varied from zero to 1, 636 conifer seedling/ha for height class C1 (from 0.30 m to 1.50 m), whereas for height classes C2 (from 1.51 to 2.75 m) and C3 (bigger than 2.75 m) varied from zero to 1, 720 and 2, 840 seedling/ha respectively. For clear-cut these values varied from 500 to 1, 900 seedlings/ha for C1, 166 to 833 seedlings/ha for C2 and 0 to 166 seedlings/ha for C3. In areas with seed-trees, frequency of regenerated sites with conifers varied from zero to 90 per cent, with seedling vigor from poor to optimum; similar results were for clear-cut method. In general, seed-tree areas have not reached adequate conifer seedlings density, although the focus have regenerated, in contrast, clear-cut areas showed adequate seedling density for broad-leaves.

Key words: Seed-tree, conifers, regeneration cutting, broadleaf, Tlaxco method, seedling vigor.

INTRODUCCIÓN

Se ha registrado que 72.60% (142 574 337.5 ha) de la superficie de México aún presenta cubierta vegetal, de la cual sólo 34 141 500 ha son de bosques y selvas (SEMARNAT, 2005b); la restante corresponde a terrenos agrícolas, ganaderos, urbanos y destinada a otras actividades. En el período comprendido entre 1993 y 2000 se estimó que se perdieron 776 mil ha/año de terrenos forestales, lo que representa una tasa de deforestación de 1.14% anual (SEMARNAT, 2005a).

Por lo anterior es indispensable que los recursos forestales del país se aprovechen con sistemas silvícolas que garanticen, además de su manejo adecuado, la conservación de su potencial en beneficio de los habitantes de las zonas forestales y de la sociedad en general.

Uno de los problemas más comunes en las técnicas de manejo es que se aplican indistintamente de las condiciones del hábitat; así como de la estructura y composición de los taxa dominantes. En el estado de Tlaxcala, por medio del Método de Desarrollo Silvícola (MDS), se han realizado tratamientos de regeneración

mediante árboles padre con resultados muy variables, ya que hay sitios en donde fue exitosa y en otros en los que la población nueva no se estableció de forma satisfactoria, como sucede en la Región de Calpulalpan (Gonzalez *et al.*, 1991).

A fines de la década de los ochentas surgió en Tlaxco, Tlaxcala, un esquema de manejo distinto al MDS, conocido como Método Tlaxco (MT) propuesto por la Asociación de Silvicultores de Tlaxco A. C. (ASILVITLAX), el cual prescribe tratamientos de regeneración que consisten en matarrasas pequeñas, de no más de un cuarto de hectárea (Caballero, 1985; 1993) y cuyos resultados aún se desconocen. Éstos y otros contrastes se deben a la falta de estudios ecológicos de las especies que forman parte de los bosques del estado, particularmente en la citada región, lo que repercute en el poco control que se tiene sobre los agentes que afectan al fenómeno.

Por lo tanto, es importante realizar evaluaciones de los métodos dirigidos a promover la regeneración natural en áreas bajo manejo forestal en Tlaxcala, que permitirán conocer algunos de los factores que influyen en su establecimiento y, así definir, sobre bases técnicas, los aspectos que se deben mejorar durante la aplicación de los tratamientos silvícolas.

El objetivo del presente estudio fue determinar mediante el uso de sitios de muestreo, el establecimiento de la regeneración natural a partir de la aplicación de los métodos de árboles padre y Tlaxco en las áreas forestales de la región de Tlaxco, Tlaxcala.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Tlaxco se ubica en la parte norte del estado de Tlaxcala, presenta una altitud promedio de 2,540 msnm, comprende una superficie de 564.34 km² (Figura 1). Presenta clima templado subhúmedo, con una temperatura promedio máxima anual de 22.9 °C y una mínima de 5.3 °C; la precipitación media anual es de 681.4 mm, con un promedio de máxima registrada en un mes de 122.5 mm y la mínima de 7.6 mm (INEGI, 1999).

Pertenece a la región hidrológica del Río Balsas (RH-18); cuenca del río Atoyac, subcuenca del río Zahuapan, dentro del estado de Tlaxcala representada por la cuenca del río Zahuapan, que abarca una superficie de 1900 km². Sus principales escurrimientos tienen origen en la vertiente sur del accidente orográfico conocido como Sierra Norte de Puebla (INAFED, 2006).

El relieve se compone principalmente de laderas, con predominio de las intermedias, que en su mayoría corresponden al bosque de oyamel, pino-oyamel y oyamel-encino. En general la zona boscosa se localiza en la parte media y alta de los lomeríos, su pendiente es variable y va del 5 al 55%, siendo la más frecuente la de 30% (INAFED, 2006).

La vegetación de la región de Tlaxco está compuesta por bosques de pino y oyamel; cuyas especies más representativas son *Pinus ayacahuite* Ehren., *P. montezumae* Lamb., *P. patula* Schltl. et Cham., *P. pseudostrobus* Lindl. y *P. teocote* Schltl. et Cham. En ciertas localidades forman pequeños manchones en asociación con *Abies religiosa* (HBK.) Schltl. et Cham., y en menor medida con *Pseudotsuga macrolepis* Flous, *Alnus jorullensis* Kunth, *Arbutus xalapensis* Kunth, *Quercus rugosa* Née y *Buddleia parviflora* Kunth (INEGI, 2005).

La región Tlaxco-Terrenate es la más importante en aprovechamientos forestales comerciales del estado, no sólo por superficie sino también por el volumen de madera producido (Aguirre, 2006).

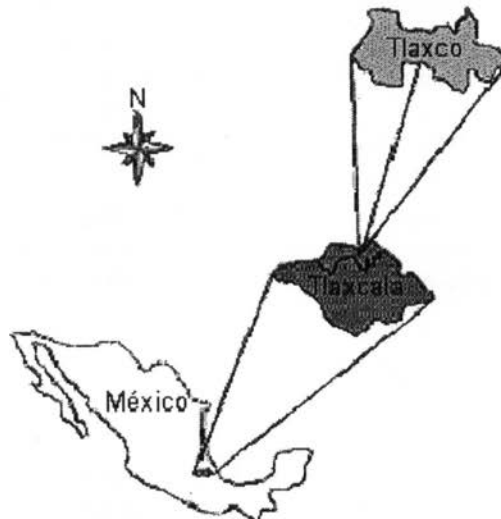


Figura 1. Localización geográfica del municipio de Tlaxco, Tlaxcala.

Selección de rodales

En principio se realizó la recopilación y ordenamiento de la información; para lo cual se revisaron los programas de manejo, las autorizaciones de aprovechamiento y los informes finales en poder de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales - Tlaxcala (SEMARNAT-Tlaxcala) y de los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales en Tlaxco, Tlax. Con base en dicha revisión se conformó una compilación de datos de más de 100 predios; de ellos se seleccionó un subconjunto en los que se hicieron cortas de regeneración de 1991-1998, a partir de las cuales se tomó una muestra equivalente al 10% de los sitios, que correspondieron a cuatro predios con el método de árboles padre (MDS) y dos

con el método Tlaxco (MT). Los lineamientos y criterios de aplicación en campo de cada tratamiento están establecidos y descritos en los manuales de cada uno de los dos métodos de manejo (SARH, 1982; Caballero, 1993).

Una vez identificados los lugares de trabajo se procedió a ubicar en campo las áreas de corta de regeneración de cada uno; en esta fase se requirió de la ayuda de los prestadores de Servicios Técnicos Forestales de la Región de Tlaxco.

Toma de datos

El muestreo de la regeneración se realizó de forma sistemática en parcelas circulares de 10 m^2 situadas sobre transectos equidistantes, trazados con rumbos francos, con separaciones de 40 m y de 20 m entre parcelas (Figura 2).

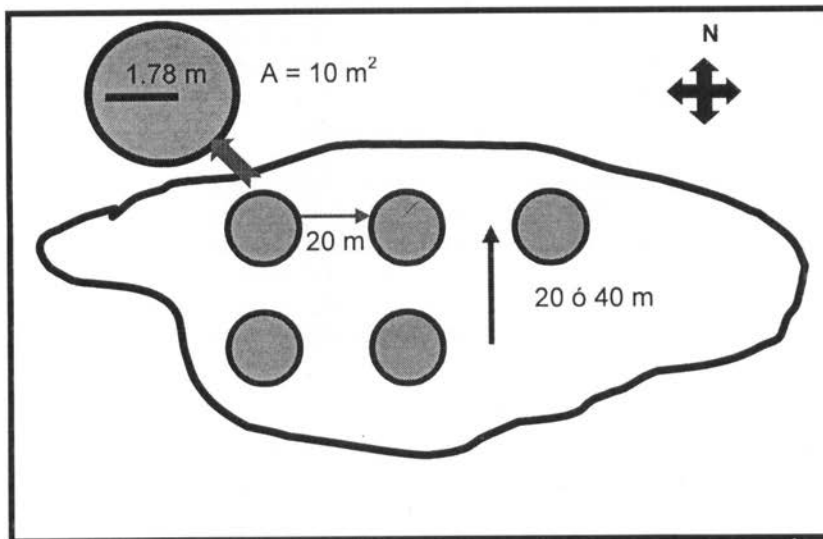


Figura 2. Distribución de las parcelas de muestreo de la regeneración en el área de corta

De cada parcela se obtuvo la siguiente información: número de renuevos o brinzales establecidos es decir aquellos con una altura de al menos 30 cm, de acuerdo con el criterio seguido por Ferguson y Carlson (1991). Así mismo se midió el diámetro normal y/o diámetro basal de los renuevos de todas las especies arbóreas, separándolas en tres clases de altura. La clase de altura 1 (C1) incluyó individuos desde 0.30 m hasta 1.50 m; la clase de altura 2 (C2) se integró con los ejemplares de 1.51 a 2.75 m y la clase de altura 3 (C3) la conformaron los individuos mayores de 2.75 m de altura, pero menores de 7.5 cm de diámetro normal, que correspondió a la regeneración avanzada.

El vigor de los brinzales de coníferas se evaluó visualmente clasificándolos en cuatro categorías:

- Vigor 1 = Muy pobre. Si el brinzal presentaba follaje escaso, y más de la mitad tenía signos de amarillamiento o desecación.
- Vigor 2 = Pobre. Si el brinzal mostraba follaje adecuado pero con amarillamiento o desecación en menos de la mitad de su copa.
- Vigor 3 = Bueno. Renuevos de copa regular y carentes de signos de amarillamiento o desecación en el follaje.
- Vigor 4 = Óptimo. Renuevos con follaje verde intenso, en toda la copa, por lo tanto su apariencia es bien desarrollada, regular y abundante.

En cada área de corta se registraron datos fisiográficos como: pendiente, altitud, coordenadas geográficas y exposición, para relacionarlas con el éxito o fracaso en el establecimiento de la regeneración. La información referente a la superficie, volúmenes, especies dominantes y codominantes en el estrato arbóreo se obtuvo de los programas de manejo respectivos, que fueron elaborados por los técnicos forestales responsables de cada predio.

Finalmente se llevó a cabo el análisis estadístico mediante el programa SPSS© 10.0 (SPSS Base 10.0, 1999). Se calcularon valores promedio de la densidad (número de individuos por hectárea) y frecuencia de sitios regenerados, ambos por grupos de especies, y el vigor del renuevo. Además se hizo la correlación de los valores de densidad con las clases de altura, para identificar de manera indirecta el cambio de densidad en función de esta variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se evaluaron 11 áreas de corta, ocho tratadas con el método de árboles padres (MDS) y tres con el método Tlaxco (MT) (Cuadro 1); de ellas a las ubicadas en los ejidos de Mariano Matamoros, el Rosario y Acopinalco del Peñón les correspondió el mayor tiempo de aplicación del tratamiento MDS (14 años); en tanto que las más recientes (de 6 y 7 años) se localizaron en el Pardo y la Rosa, ambos predios manejados bajo el MT; la diferencia responde a que el MDS fue uno de los primeros tratamientos que se utilizó en Tlaxcala. En los tipos se establece un periodo mínimo de cinco años para que la regeneración se establezca de manera satisfactoria (aproximadamente 2,500 individuos ha⁻¹), por lo que su evaluación en las áreas seleccionadas se consideró pertinente (SARH, 1982; Daniel *et al.*, 1982; Ortega, 1990).

Densidad de renuevos

Para el método de árboles padre la densidad de renuevos en las áreas de corta

Cuadro 1. Relación de predios y rodales incluidos en la evaluación de cortas de regeneración en la región de Tlaxco, Tlaxcala.

| Método de Regeneración | Predio | Rodal | Antigüedad (años) ¹ | Especie Dominante ² | Volumen extraído (m ³ ha ⁻¹) | |
|---|----------------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|---|-------|
| | | | | | ▲ | ● |
| Árboles padres (Método de Desarrollo Silvícola) | Ejido El Rosario | 8 | 13 | Abre-Pipa | 74.1 | 60.2 |
| | Ejido M. Matamoros | 95 | 11 | Abre-Pipa | 144.2 | 62.7 |
| | Fracción VIII de Tlacotal | 104 | 14 | Abre-Pipa | 128.4 | 57.9 |
| | Ejido Acopinalco del Peñón | 17 | 14 | Pimo-Pipa | 75.1 | 75.1 |
| | Fracción VIII de Tlacotal | 77 | 10 | Abre-Pimo | 115.4 | 130.0 |
| | Ejido Acopinalco del Peñón | 1.26 | 13 | Pipa-Abre | 827.0 | 827.0 |
| | Fracción VIII de Tlacotal | 1.27 | 12 | Pipa-Abre | 766.7 | 766.7 |
| | Ejido Acopinalco del Peñón | 21 | 14 | P. teocote | 81.0 | 36.1 |
| | Fracción VIII de Tlacotal | A34001-4A | 7 | P. rudis | 224.1 | 224.1 |
| | Ejido Acopinalco del Peñón | 2934004 | 7 | P. rudis | 263.8 | 61.0 |
| Matarrasa (Método Tlaxco) | La Rosa | 2934003 | 6 | P. rudis | 263.8 | 61.0 |
| | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | |

¹ = Número de años transcurridos desde la aplicación de la corta de regeneración.

² = Abre = *Abies religiosa*, Pipa = *Pinus patula*, Pimo = *Pinus montezumae*, P. teocote = *Pinus teocote*, P. rudis = *Pinus rudis*

▲ = coníferas; ● = latifoliadas

estudiadas presentó diferencias muy marcadas, aunque la tendencia promedio por grupos de especies (coníferas y latifoliadas) registró los mayores valores en la clase de altura pequeña (C1), y disminuyó de manera gradual en las clases altas (Cuadro 2).

En general las áreas de corta han mantenido un establecimiento continuo de la regeneración tanto de las especies de interés (coníferas), como de latifoliadas, por lo cual es muy probable que desarrollen en el futuro masas mixtas con una estructura incoetánea.

Dado que el objetivo de estos tratamientos de regeneración es favorecer el establecimiento de las coníferas, destacan los sitios de corta de la Fracción VIII de Tlacotla (1.26 y 1.27), en donde su densidad aventajó a las latifoliadas en las tres clases de altura evaluadas, después de un lapso superior a los 10 años. Resultados similares registran Marroquin *et al.* (2007) en Monterrey, Nuevo León, con densidades máximas de 969 plántulas ha⁻¹ en la regeneración natural de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en un ecosistema de pino-encino degradado por incendios.

En contraste, un sitio de Mariano Matamoros (17) no mostró renuevos de pináceas, mientras que individuos de hoja ancha se observaron en las tres clases de altura y fueron abundantes en la C1 (Cuadro 2). Una probable explicación es que en este predio no se produjo suficiente semilla de pino, ya que dicho grupo de plantas tienen años semilleros y durante algún periodo su producción pudo haber sido muy baja; otra opción es la presencia de plagas en conos y semillas; sin embargo, ninguno de los dos factores fueron evaluados.

Para el método Tlaxco, la respuesta de la regeneración resultó buena en al menos dos de las áreas estudiadas, con base en la densidad total de brinzales y el tiempo transcurrido después del tratamiento. Por ejemplo, se observó una cantidad de individuos jóvenes de coníferas satisfactorio para las clases de altura 1 y 2 en El Pardo y La Rosa (rodal 2934003) con una densidad de brinzales mucho mayor al de las latifoliadas. Tal situación cambia para la clase de altura 3, cuyo número de plantas por unidad de superficie de los dos grupos de especies es el mismo (Cuadro 3).

Cabrelli *et al.* (1997) en un trabajo sobre la dinámica de la regeneración natural de *Pinus elliottii* Engelm. citan densidades de regeneración de plántulas de 9 - 50 cm de altura de 162 800 plantas ha⁻¹ en condiciones de matarrasa y 91,000 plantas ha⁻¹ bajo dosel. Aldrete *et al.* (1992) en áreas con aprovechamiento mencionan densidades de regeneración de *Pinus montezumae* Lamb. de 1 740 a 33 140 plántulas ha⁻¹ para individuos de 21 - 45 cm de altura. En ambos casos los resultados son muy diferentes a los obtenidos en este estudio.

En general, es evidente la mayor densidad de renuevos para las dos primeras clases de altura en comparación con la densidad en la C3. Lo anterior puede ser

Cuadro 2. Densidad (Individuos/ha) de renuevos por clase de altura para cada grupo de especies en áreas de corta de regeneración de árboles padres en la región de Tlaxco, Tlaxcala.

| Rodal | C1 | | C2 | | C3 | |
|--------------------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| | Coníferas | Latifoliadas | Coníferas | Latifoliadas | Coníferas | Latifoliadas |
| 8 | 459 | 16480 | 153 | 388 | 92 | 184 |
| 95 | 333 | 1191 | 191 | 810 | 60 | 643 |
| 104 | 173 | 1865 | 19 | 558 | 135 | 192 |
| 17 | 0.0 | 3409 | 0.0 | 136 | 0.0 | 273 |
| 77 | 24 | 1098 | 49 | 829 | 49 | 659 |
| 1.26 | 1636 | 0.0 | 364 | 0.0 | 273 | 91 |
| 1.27 | 1440 | 40.0 | 1720 | 0.0 | 2840 | 0.0 |
| 21 | 42 | 2208 | 125 | 1125 | 125 | 375 |
| Promedio (Ind/ ha ⁻¹) | 587 | 3756 | 374 | 641 | 510 | 345 |

Cuadro 3. Densidad (individuos ha⁻¹) de renuevos por clase de altura para cada grupo de especies en áreas de corta de regeneración del método Tlaxco en la región de Tlaxco, Tlaxcala.

| Rodal | C1 | | C2 | | C3 | |
|-----------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| | Coníferas | Latifoliadas | Coníferas | Latifoliadas | Coníferas | Latifoliadas |
| A34001-4A | 1900.0 | 250.0 | 600.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| 2934004 | 500.0 | 1000.0 | 166.7 | 500.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2934003 | 1833.3 | 500.0 | 833.3 | 166.7 | 166.7 | 166.7 |
| Promedio | 1411.1 | 583.3 | 533.3 | 238.9 | 108.4 | 108.4 |

un reflejo del tiempo de aplicación del tratamiento, ya que en seis o siete años la mayoría del renuevo aun no ha alcanzado la clase de altura 3.

En el rodal 2934004 la respuesta de la regeneración fue muy limitada con respecto a los otros rodales, pues se observó que las clases de altura 1 y 2 la densidad de coníferas fue claramente menor al de las latifoliadas, y en la C3 ninguno de los dos grupos estuvo presente (Cuadro 3). Si se considera la densidad total de renuevos de coníferas ($667 \text{ individuos ha}^{-1}$), su valor después de siete años es bajo. Razón por la cual es probable que se deba recurrir a la aplicación de labores complementarias al suelo o bien a la reforestación, para evitar que el rodal continúe sin renuevo, de hecho así lo prescribe el mismo MT.

Frecuencia de la regeneración

En las áreas de corta tratadas con árboles padre se registró más del 75% de los sitios regenerados, en promedio; pero la frecuencia de éstos con coníferas resultó ser relativamente baja (37%) si se compara a los que registraron desarrollo de latifoliadas (65%) (Cuadro 4).

En congruencia con lo observado para la densidad, el método de árboles padre parece haber funcionado mejor en el rodal 1.26 de Tlacota en donde más del 90% de los sitios tuvieron renuevos de coníferas y una baja frecuencia de regeneración de latifoliadas.

Con relación al método Tlaxco también se obtuvo una alta frecuencia de sitios regenerados (más del 80%), en promedio, y ligeramente superior para las coníferas (69%) en comparación a las latifoliadas (52%). Cabe resaltar que con el método de árboles padre la regeneración parece favorecer a las latifoliadas, pese a que la diferencia es poca (Cuadro 4).

Dado que el muestreo realizado fue sistemático, la alta frecuencia de sitios regenerados con el método Tlaxco, sugiere una distribución espacial regular de las plántulas; En cambio con el método de árboles padre, la baja frecuencia de sitios regenerados con coníferas, aunado a las elevadas densidades de renuevos existentes en algunos de ellos, sugieren una distribución agregada de la regeneración, por lo tanto, debió hacerse fue un muestreo diferente en dichos rodales.

Vigor del renuevo de coníferas

Respecto al vigor de los renuevos para los dos métodos más del 60 % mostró condiciones de buenas a óptimas, y en aproximadamente 30 % de todos los predios evaluados correspondió a la categoría de pobre; en tanto que ninguno se consignó como muy pobre (Cuadro 5).

Cuadro 4. Frecuencia relativa de la regeneración por sitios para coníferas y latifoliadas en áreas de corta de regeneración en la región de Tlaxco, Tlaxcala.

| Método | Rodal | Sitios Muestra | Frec (%) | Frec C/Coníferas (%) | Frec C/Latifoliadas (%) |
|----------------|---------|----------------|----------|----------------------|-------------------------|
| | 104 | 53 | 69.8 | 20.8 | 66.0 |
| | 8 | 98 | 95.9 | 40.8 | 95.9 |
| | 95 | 84 | 82.1 | 32.1 | 6.7 |
| Árboles Padres | 17 | 22 | 31.8 | 0.0 | 31.8 |
| (MDS) | 77 | 41 | 78.0 | 9.8 | 75.6 |
| | 1.26 | 11 | 90.9 | 90.9 | 9.1 |
| | 1.27 | 25 | 84.0 | 84.0 | 96.0 |
| | 21 | 24 | 79.2 | 20.8 | 79.2 |
| | 98 | 20 | 75.0 | 75.0 | 25.0 |
| Matarrasa | 2934004 | 6 | 83.3 | 50.0 | 66.7 |
| (M-T) | 2934003 | 6 | 83.3 | 83.3 | 66.7 |

FREC. = Frecuencia de sitios regenerados, FREC. C/CONIFERAS = Frecuencia de sitios regenerados con coníferas, FREC. C/LATIFOLIADAS = Frecuencia de sitios regenerados con latifoliadas.

Cuadro 5. Porcentaje de vigor que representan los renuevos de coníferas en predios con cortas de regeneración en la región de Tlaxco, Tlaxcala.

| Predio | Rodal | Año | Renuevos totales | Porcentaje de la regeneración por tipo de vigor | | | |
|-------------------------------|---------------|------|---------------------|--|------|------|------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 8 | 1992 | 704.0 | 0.0 | 14.5 | 43.5 | 42.0 |
| Ejido el Rosario | 95 | 1994 | 583.0 | 0.0 | 8.2 | 40.8 | 51.0 |
| | 104 | 1991 | 326.9 | 0.0 | 35.3 | 41.2 | 23.5 |
| Ejido Mariano Matamoros | 17 | 1991 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 77 | 1995 | 122.0 | 0.0 | 0.0 | 40.0 | 60.0 |
| Fracc. VIII de Tlacotala | 1.26 | 1992 | 2272.7 | 0.0 | 0.0 | 60.0 | 40.0 |
| | 1.27 | 1993 | 6000.0 | 0.0 | 8.0 | 49.3 | 42.7 |
| Ejido Acopinalco del Peñón | 21 | 1991 | 291.7 | 0.0 | 28.6 | 57.1 | 14.3 |
| El Pardo | A34001- 4A | 1998 | 2550.0 | 0.0 | 17.6 | 37.3 | 45.1 |
| La Rosa | 2934004 | 1998 | 500.0 | 0.0 | 0.0 | 66.7 | 33.3 |
| | 2934003 | 1999 | 2833.3 | 0.0 | 0.0 | 70.6 | 29.4 |

Vigor 1 = Muy pobre, Vigor 2 = Pobre, Vigor 3 = Bueno, Vigor 4 = Óptimo o Máximo.

El renuevo de buena calidad se verificó tanto en los rodales donde predomina la regeneración de coníferas, como en los que dominan las latifoliadas; por ejemplo, para las tres áreas de corta del Rosario, más del 80% del renuevo de coníferas, en promedio, tuvo un vigor de bueno a óptimo y para menos del 20% fue pobre. En el rodal 77 de Mariano Matamoros cuya densidad de latifoliadas es muy alta, la mayor parte de la regeneración (60 %) se registró como óptima y 40 % con vigor bueno.

A pesar de la gran densidad de renuevo de latifoliadas en predios como los del Ejido El Rosario, el vigor de la regeneración predominante se mantuvo en el intervalo de bueno a óptimo, lo que hace suponer que en general la densidad de regeneración de latifoliadas no afecta el crecimiento del renuevo de las coníferas, o al menos hasta esta etapa, aún no hay una clara evidencia de competencia entre las especies respecto a su desarrollo.

Lo anterior no parece ocurrir en el ejido de Acopinalco del Peñon sitio en el que la elevada densidad de renuevos de las latifoliadas con respecto al de las coníferas incide en el vigor de éstas últimas, ya que casi 30% aparenta vigor pobre; algo similar sucedió en el Pardo, en donde poco más del 17% de la regeneración correspondió a dicha categoría, a pesar de que las latifoliadas registraron una densidad baja. En ambos rodales se detectaron condiciones ecológicas parecidas en cuanto a pendiente, altitud, exposición y mezcla de especies, lo que sugiere que el vigor de los brinzales no sólo se impacta por la competencia de las latifoliadas, sino también por las características del hábitat.

En el caso de los dos rodales de Tlacotla cuyas densidades de coníferas fueron en promedio las más altas de todos los rodales evaluados, se observaron valores por encima del 90% con renuevos de vigor entre bueno y óptimo y sólo 8% pertenece a la clase pobre (Cuadro 5). La respuesta favorable al establecimiento de la regeneración, en términos de densidad, frecuencia y vigor, en este predio son atribuibles a las condiciones ecológicas favorables del sitio, sumadas probablemente, a la ocurrencia de años semilleros después del tratamiento. En resumen, para Tlacotla se obtuvo la mejor respuesta al establecimiento de la regeneración para el tratamiento de árboles padre.

En el método Tlaxco, los dos rodales de La Rosa revelaron 100% de los renuevos con vigor de bueno a óptimo, a pesar de las diferencias en la densidad de latifoliadas en cada lugar. Los resultados indican que las propiedades ecológicas del predio son adecuadas para el crecimiento de los brinzales, ya que las densidades son relativamente altas.

Análisis de correlación

Con el propósito de detectar la posible relación con las variables que inciden en

el establecimiento de la regeneración, independientemente del tratamiento aplicado, se realizó el análisis de correlación lineal para los valores de densidad de coníferas y latifoliadas por clase de altura con la exposición, pendiente y altitud.

La densidad del renuevo de coníferas y latifoliadas no tuvieron correlaciones significativas con las variables del rodal; sin embargo, es posible que exista una de tipo no lineal (Cuadro 6).

Se determinó una correlación positiva y muy significativa entre la densidad de coníferas de C3 y la C2 (Cuadro 6); tal resultado es hasta cierto punto lógico porque mientras más individuos haya en la clase de altura C2, el de C3 se incrementa. Lo mismo ocurre con las latifoliadas, sobre todo para las clases de altura 2 y 3 (Cuadro 6).

Esta tendencia se confirma con la correlación positiva y significativa observada entre la densidad de coníferas de la C2 con la C1; la relación es evidente debido a que la abundancia de renuevos pequeños (C1) no siempre garantiza que todos o la mayoría se incorporen a las clases superiores por la ocurrencia de factores que inciden en su mortalidad.

Los resultados confirman que la probabilidad de lograr un adecuado establecimiento de la regeneración en un área, aumenta en la medida que se tiene una alta densidad de individuos en las clases inferiores, tendencia también detectada en las latifoliadas.

La correlación negativa en la densidad de coníferas en C1 con respecto a las latifoliadas C2 y C3 indica cierto grado de competencia que ocurre entre dos grupos de especies. En especial denotan cierto efecto adverso las latifoliadas de tamaño grande (C2 y C3) sobre los renuevos más chicos de coníferas (C1) como respuesta a sus diferentes estrategias de crecimiento.

CONCLUSIONES

Los valores observados para las coníferas indican que los dos métodos han tenido una respuesta limitada y muy variable en la región de Tlaxco, Tlaxcala.

En general en el método de árboles padre se aprecia una limitada respuesta al establecimiento de la regeneración de coníferas, con una baja densidad del renuevo. En cambio el método Tlaxco muestra densidades de renuevos adecuados aunque no necesariamente de coníferas.

La regeneración presentó buena calidad, ya que predominaron los rodales en donde el mayor porcentaje del renuevo tuvo vigor bueno y óptimo, sin que se viera afectado por la densidad.

No hubo correlación entre la densidad del establecimiento de la regeneración con las variables exposición, pendiente y altitud. Se obtuvo una correlación positiva

Cuadro 6. Coeficientes de correlación lineal (r-Pearson) para densidad de renuevos por grupos de especies en las diferentes clases de altura con las características del rodal.

| | Coníferas | | | Latifoliadas | | |
|------------|-----------|--------|---------|--------------|----------|---------|
| | C1 | C2 | C3 | C1 | C2 | C3 |
| Exposición | -0.453 | -0.388 | -0.383 | 0.374 | 0.315 | 0.470 |
| Pendiente | 0.261 | 0.090 | -0.131 | 0.068 | 0.235 | 0.068 |
| Altitud | -0.444 | -0.081 | 0.247 | 0.240 | 0.053 | 0.247 |
| CC1 | | 0.696* | 0.335 | -0.298 | -0.738** | -0.601* |
| CC2 | | | 0.878** | -0.282 | -0.554 | -0.482 |
| CC3 | | | | -0.185 | -0.376 | -0.358 |
| LC1 | | | | | 0.067 | 0.002 |
| LC2 | | | | | | 0.719* |
| LC3 | | | | | | |

* Significativa (P <= 0.05), ** Altamente significativa (P <= 0.001), CC1 = Coníferas clase de altura 1, CC2 = Coníferas clase de altura 2, LC1=Latifoliadas clase de altura 1, LC2=Latifoliadas clase de altura 2 y LC3=Latifoliadas clase de altura 3.

para la clase de altura pequeña con las más grandes, tanto para las coníferas como para las latifoliadas.

La correlación fue negativa para el caso de las plantas de mayor tamaño de las latifoliadas con el renuevo más chico de las coníferas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue posible gracias al financiamiento del fondo sectorial CONACYT-CONAFOR a través del proyecto CONAFOR-2002-C01-5906.

REFERENCIAS

- Aguirre R., E. 2006. Diagnóstico general del aprovechamiento de los recursos forestales maderables en Tlaxcala, Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala, Tlax. México. 88 p.
- Aldrete, A., C. Aguirre B., A. Muñoz O., F. V. González C. y B. Arteaga. 1992. Estudio de algunos factores que afectan el establecimiento y desarrollo de la regeneración natural de *Pinus montezumae*. Agrocienca. Serie Recursos Naturales Renovables. 2(1): 41-53
- Caballero C., J. C. 1985. La participación de los productores en la aplicación de los servicios técnicos forestales (caso ASILVITLAX, A.C.). Jornada forestal. SARH. Mariano Arista. Tlaxcala. México. pp. 20-23.
- Caballero C., J. C. 1993. El Método Tlaxco de Renovación Silvícola (M-T). Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala, Tlax. México. 47 p.
- Cabrelli D.; A., S. Rebottaro y C. E. Winckler, 1997. Dinámica de poblaciones jóvenes de regeneración natural de *Pinus elliottii* Engelm. en el subtrópico húmedo de Argentina. In: Memorias del XI Congreso Mundial Forestal. 13-22 de octubre Natalia Turquía. Volumen 3 Tema 12. s/p.
- Daniel T., W., J. Helms A. y F. Backer S. 1982. Principios de silvicultura. McGraw-Hill Co. México, D. F. México. pp. 363-406.
- Ferguson D., E., and C. Carlson E. 1991. Natural regeneration of interior Douglas-fir in the Northern Rocky Mountain. In: Baumgartner, D. and J. Lotan. (Eds.). Proceedings of Symposium Interior Douglas-fir The species and its management. Spokane, WA. USA. pp. 239-246.
- González C., J., R. Barrios, G. Ruiz., J. Cibrián T. y J. Méndez M. 1991. Diseminación de semillas y establecimiento de plántulas de *Pinus rudis* y *Pinus montezumae* en Calpulalpan, Tlaxcala, Revista Chapingo. XV (75):67-71.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2006. Enciclopedia de los Municipios de México. 2002. Tlaxco, Estado de Tlaxcala. http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_tlaxcala (11 de Diciembre de 2006).
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1999. Cuaderno Estadístico Municipal. Tlaxco, estado de Tlaxcala. México. pp. 13-19.

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. Anuario Estadístico de Tlaxcala. México. pp. 3–27.
- Marroquín F., R. A., J. Jiménez P., F. Garza O., O. Aguirre C., E. Estrada C. y R. Bourget D. 2007. Regeneración natural de *Pinus pseudostrabus* en zonas degradadas por incendio. Ciencia UANL. 10(1):33-37
- Mendoza B., M. A. 1983. Perspectivas del manejo forestal en México. Agrociencia Núm. 51: 177-187.
- Ortega P., N. 1990. Evaluación de áreas de regeneración de pino en la región Chignahuapan-Zacatlán, Puebla, Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Méx. 56 p.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1982. Manual de Aplicación del Método de Desarrollo Silvícola. Dirección General para el Desarrollo Forestal. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. México. D.F., México. 305 p.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2005a. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. México. pp. 54-250.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2005b. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México: 2005. México. pp. 170-297.
- SPSS Base 10.0. 1999. Applications Guide. SPSS Inc. USA. 426 p.