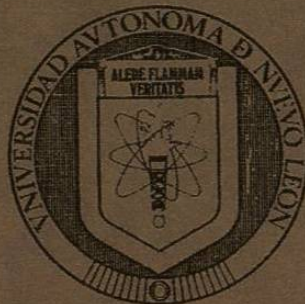


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCION DE POSTGRADO**



**“EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL EN BOSQUES DE PINO
DE LA UCODEFO No. 4 DE DURANGO, MEXICO”**

TESIS DE MAESTRIA

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

PRESENTA:

ING. CLEMENTE ESTRADA MARQUEZ

Linares, Nuevo León

Mayo de 1997

TM

Z5997

FCF

1997

E8

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCION DE POSTGRADO**



**“EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL EN BOSQUES DE PINO
DE LA UCODEFO No. 4 DE DURANGO, MEXICO”**

TESIS DE MAESTRIA

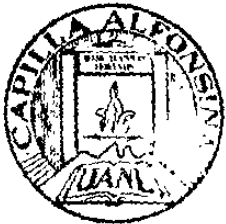
**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

PRESENTA:

ING. CLEMENTE ESTRADA MARQUEZ

25991
FCF
1997.
E8

0125-44860



FONDO TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

**"EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL DE BOSQUES DE PINO
DE LA UCODEFO No. 4 DE DURANGO, MEXICO"**

TESIS DE MAESTRIA

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

PRESENTA:

ING. CLEMENTE ESTRADA MARQUEZ

Comité de tesis:



DR. JOSE DE JESUS NAVAR CHAIDEZ

Presidente



DR. ANTONIO DOMINGUEZ CALLEROS

Secretario



DR. OSCAR A. AGUIRRE CALDERON

Vocal



M.Sc. SANTIAGO SOLIS GONZALEZ

Asesor Externo

Instituto Tecnológico Forestal No. 1

Linares, Nuevo León

Mayo de 1997

DEDICATORIA

A mis padres: Sra. Herlinda Márquez Salas (†) y Sr. Francisco Estrada Godoy quienes siempre me apoyaron moral y económicamente durante las diferentes etapas de mi vida, para superarme en forma continua a través del estudio, esta es la mejor herencia que me han dado.

A mi esposa, Lupita, por su comprensión y apoyo incondicional que me ha proporcionado durante el tiempo que hemos compartido juntos.

A mis hijos: Miguel, Erika, Jorge Iván y Cristina, por los momentos agradables que me han brindado.

A mis hermanos: María Luisa, Raymundo, Francisco, Leoncio, Teresa y Tomás por su apoyo a lo largo la vida.

A los maestros que han depositado su confianza en mí, y que me han alentado para dar continuidad en el camino de la superación.

A mis amigos en quién siempre he encontrado respaldo para seguir adelante en el ámbito de la superación profesional.

A todos quienes de una u otra forma han contribuido para alcanzar las metas trazadas.

AGRADECIMIENTOS

Durante el desarrollo de los estudios de Maestría y elaboración de este trabajo de tesis, recibí invaluable apoyo de considerable número de personas a través de importantes instituciones, sin el cual no habría sido posible concluir esta meta, me refiero:

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria, por las facilidades otorgadas para llevar a cabo los estudios de Maestría y preparación del trabajo de tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por otorgarme su apoyo a través de una beca complementaria, durante una importante parte del período de estudios de Maestría y extensión para efectos de titulación, así como al apoyo parcial del Proyecto de Investigación 2452P-N.

Al Consejo Nacional de Educación Tecnológica (COSNET) al otorgarme apoyo económico, que fue de gran utilidad para cubrir diversos gastos del trabajo de tesis.

Al personal directivo, técnico y de apoyo de la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 4, por las facilidades otorgadas y participación activa en la toma de información de campo.

Mi más sincero agradecimiento a las personas que me apoyaron de diferentes formas durante mis estudios de Maestría, a los asesores de este trabajo, a las personas que se involucraron en las actividades relacionadas a la toma de información de campo y en la captura de datos, por tal motivo hago externo mi reconocimiento a las personas siguientes:

Al Dr. José de Jesús Návar Ch., Director del trabajo de tesis, por su excelente dirección en las diversas etapas del trabajo, desde la elección de tema, supervisión en las áreas de

levantamiento de información de campo además de sus múltiples y acertadas observaciones. Por la amistad que hemos conservado desde que cursé la licenciatura.

Al Dr. Antonio Domínguez Calleros, por el interés demostrado durante la asesoría del presente trabajo, por sus comentarios y sobre todo por la amistad que me ha brindado durante varios años.

Al Dr Oscar Aguirre Calderón, por su valiosa disposición para apoyarme en la asesoría del presente trabajo de tesis.

Quiero hacer patente mi agradecimiento, al H. Grupo de Catedráticos de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, por su gran esfuerzo en la formación y actualización de mejores profesionistas en el ramo forestal. De la misma forma, agradezco el apoyo recibido del cuerpo directivo y personal administrativo de la institución, para culminar los estudios de maestría y realizar las actividades relacionadas al tema de tesis.

Mi agradecimiento al . Ing. José Cruz Contreras Aviña, por su ayuda siempre oportuna durante los trabajos de muestreo y toma de información en las áreas de estudio.

Al Ing. Jesús Soto Rodríguez, Director Técnico de la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 4, agradezco las facilidades y el apoyo otorgado para la realización del presente.

Al Ing. Oscar Ramírez R. por su apoyo en la Biblioteca durante mis estudios y por la impresión y encuadernación de este trabajo.

Agradezco a los compañeros de estudios, el haber compartido con un servidor, las diversas experiencias acumuladas a través del tiempo durante su noble desempeño profesional, mismas que serán de gran utilidad como complemento de una mejor formación.

INDICE

	Página
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	VI
CAPITULO I	
1. INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II	
2. OBJETIVOS.....	5
CAPITULO III	
3. REVISION DE LITERATURA.....	7
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	7
3.2. ESTUDIOS SOBRE REGENERACION NATURAL.....	8
3.2.1 FACTORES QUE CONTROLAN EL ESTABLECIMIENTO DE LA REGENERACION NATURAL.....	8
3.2.1.1. EL EFECTO DE LA TEMPERATURA.....	10
3.2.1.2. EL EFECTO DE LA LUZ.....	11
3.2.1.3. IMPORTANCIA DE LA FENOLOGIA.....	12
3.3. IMPORTANCIA DE EVALUAR LA REGENERACION NATURAL.....	13
3.3.1. METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA EVALUAR LA DENSIDAD DE REGENERACION.....	13
CAPITULO IV	
METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA DENSIDAD DE LA REGENERACION NATURAL EN BOSQUES DE CONIFERAS DE LA UCODEFO No. 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO.....	15
4.1. RESUMEN.....	15
4.2. ABSTRACT.....	17
4.3. INTRODUCCION.....	18
4.4. MATERIALES Y METODOS.....	21
4.4.1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	21
4.4.2. CLIMA.....	22
4.4.3. SUELOS.....	22
4.4.4. FISIOGRAFIA Y OROGRAFIA.....	22
4.4.5. VEGETACION.....	23
4.4.6. METODOLOGIA.....	24
4.4.6.1. VARIABLES MEDIDAS.....	24
4.5 RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
4.6. CONCLUSIONES.....	39
4.7. RECONOCIMIENTOS.....	40
4.8. LITERATURA CITADA.....	40

CAPITULO V	
EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL EN BOSQUES DE CONIFERAS DE LA UCODEFO No. 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO.....45	
5.1. RESUMEN.....	45
5.2. ABSTRACT.....	47
5.3. INTRODUCCION.....	48
5.4. MATERIALES Y METODOS.....	50
5.4.1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	50
5.4.2. CLIMA.....	50
5.4.3. SUELOS.....	51
5.4.3. FISIOGRAFIA.....	51
5.4.4. VEGETACION.....	52
5.4.5. METODOLOGIA.....	52
5.5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	55
5.5.1. DINAMICA DE ESTABLECIMIENTO Y CRECIMIENTODE LA REGENERACION.....	58
5.5.1.1. ESCALA DE SUBPARCELA.....	58
5.5.1.2. ESCALA DEL SUBRODAL.....	62
5.6. CONCLUSIONES.....	65
5.7. RECONOCIMIENTOS.....	66
5.8. LITERATURA CITADA.....	66
CAPITULO VI	
6.1. CONCLUSIONES GENERALES.....	70
CAPITULO VII	
7.1. RECOMENDACIONES.....	72
7.2. OTRAS RECOMENDACIONES.....	73
CAPITULO VIII	
8.1. LITERATURA CITADA.....	74
CAPITULO IX	
9.1. ANEXOS.....	81

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

Página

FIGURA 1. DISEÑOS EXPERIMENTALES PROBADOS PARA EVALUAR LA DENSIDAD DE LA REGENERACION EN LA UCODEFO No. 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO.27
FIGURA 2. LA RELACION ENTRE EL NUMERO DE SITIOS A MUESTREAR CON DOS PROBABILIDADES Y LA DENSIDAD DE LA REGENERACION EN LA UCODEFO No. 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO31
FIGURA 3. LA RELACION EXISTENTE ENTRE EL NUMERO DE SITIOS A MUESTREAR CON DOS PROBABILIDADES Y LA DENSIDAD DE LA REGENERACION EN LA UCODEFO No. 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO33
FIGURA 4. LA RELACION EXISTENTE ENTRE EL AREA TOTAL A MUESTREAR Y LAS DIMENSIONES DE LAS PARCELAS DE MUESTREO PARARODALES SUJETOS A CORTAS DE REGENERACIONEN LA UCODEFO No. 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO34
FIGURA 5. CARACTERISTICAS DASOMETRICAS DE LA REGENERACION NATURALEN RODALES SUJETOS A CORTAS DE REGENERACION EN LA UCODEFO No. 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO.57
CUADRO 1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE T PARA 6 DIFERENTES TIPOS DE MUESTREO PARA 20 PARCELAS DE 1 HECTAREA CON DIFERENTES DENSIDADES DE REGENERACION EN LA UCODEFO No.4 DE SAN DIMAS DURANGO.36

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivos principales: desarrollar una metodología para evaluar la densidad de la regeneración natural y establecer los factores que influyen en el comportamiento de la regeneración en bosques de pino sujetos a cortas de regeneración mediante el tratamiento de "árboles padres", aplicadas durante el período 1989-1990 en 20 rodales de la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 4, del estado de Durango. La metodología de evaluación consistió, en aislar en cada rodal una parcela de una hectárea (100 m x 100 m) con las características representativas del área, misma que a la vez fue dividida en 400 subparcelas de 5 m x 5 m. En cada subparcela las variables dasométricas del renuevo forestal medidas fueron: densidad, diámetro a la base, altura, edad y forma de distribución. Los rasgos físico-bióticos medidos fueron cobertura, diámetro y altura de árboles padres dentro de la subparcela, profundidad del mantillo orgánico. Con relación a las características de las parcelas evaluadas, se tomó información relacionada con la calidad de estación, profundidad de mantillo, pendiente, exposición, presencia de incendios en los últimos 8 años y condiciones de pastoreo. Los datos fueron colectados durante marzo a noviembre de 1996. Para desarrollar la metodología de muestreo, el esquema de medición, permitió aglomerar subparcelas de diferentes dimensiones y decidir las dimensiones adecuadas del muestreo. En total siete diferentes dimensiones fueron probadas (5x5, 5x10, 10x10, 15x15, 20x20, 25x25, y 30x30m). El número de subparcelas a muestrear fue estimado con dos probabilidades (90 y 95 %) y un error del 30 %. En total seis diferentes formas de muestreo fueron utilizadas, dentro de éstas, 4 sistemáticas y 2 aleatorias. Para determinar las dimensiones adecuadas de los sitios de muestreo se utilizaron relaciones no lineales entre el número de sitios a muestrear, área total a muestrear y variación en contra de la densidad de la regeneración y las dimensiones de las parcelas utilizadas. Los factores que influyen en la densidad y edad de la regeneración fueron establecidos por medio de regresiones estadísticas múltiples al nivel de subparcela y al nivel de parcela. Los resultados encontrados indican, que sitios de muestreo de menores dimensiones, son más eficientes para evaluar densidades de regeneración. Para los sitios de muestreo de menores dimensiones, 5 m x 5

m, se estimó que 28 de ellos por ha, distribuidos en forma sistemática que incorpore la mayor parte de la variación espacial, con transectos diagonales y en forma de cruz, o el sistema completamente al azar resultaron en los mejores esquemas de monitoreo. Las densidades mínimas y máximas observadas fueron de 189 y 23,024 plántulas ha⁻¹ con un promedio de 4208 y una desviación estándar de 7564 plántulas ha⁻¹. La regeneración cuenta con un promedio de edad de 2.1 años, con una desviación estándar de 1.8 años. Si se considera el tiempo en que fue aplicada la corta de regeneración se han perdido aproximadamente 5 años de potencial productivo. La altura y diámetro promedio y sus desviaciones estándar fueron 0.21 m, 1.03 cm y 0.24 m, 1.10 cm, respectivamente. Dentro de las fuentes de variación que explicaron las densidades de regeneración fueron el espesor del mantillo orgánico, la cobertura arbórea, el diámetro de los árboles padres, la heterogeneidad, y el grado de pastoreo. Este trabajo de investigación enfatiza la necesidad de reforestar el 40 % de los rodales evaluados, sujetos a cortas de regeneración, así como la protección del renuevo establecido en los demás rodales del pastoreo y de los incendios forestales.

ABSTRACT

The objectives of this study were to develop a methodology to evaluate regeneration density and to establish the sources of variation in 20 forest stands managed by seed trees in 1989-1990 in the Forest Unit Incorporation for Forest Conservation and Development No 4 of the state of Durango, Mexico. The evaluation methodology consisted in isolating in each forest stand a 1ha plot (100 m x 100 m), which was subdivided in 400 subplots of 5 m x 5 m. In each subplot the dasometric variables of regeneration were measured, diameter at the stem base, total height, age and distribution uniformity. The physic and biotic features measured were tree cover, diameter and height of seed trees, and depth of soil organic layer. At the plot level, the physic and biotic features measured were site index, depth of soil organic layer, slope, evidence of forest fires, degree of overgrazing, as well as the number, average diameter and height, total tree cover of the seed trees. This information was recorded from March through November of 1996. To develop the methodology to evaluate regeneration density, the sampling scheme allow to join subplots to form subplots of larger dimensions to decide the best size of sampling units. In total seven different sizes were tested (5x5, 5x10, 10x10, 15x15, 20x20, 25x25, and 30x30 m). The number of subplots to sample was estimated with two probabilities (90 and 95 %) and an error of 30 %. In total six different ways to establish subplots in the field were also tested, among them 4 systematic and 2 randomly established. To determine the most appropriate subplot dimensions, non-linear regressions were developed between the number of subsampling units, total area to sample and its variation and regeneration density and dimensions of subsampling units. The sources of variation of regeneration density and age were statistically established by developing multiple linear models at the level of 1ha and 5x5 m sampling plots. The results showed that subsampling plots of lesser dimensions are more efficient to evaluate regeneration density. For subsampling units of 5 m x 5 m, it was estimated that 28 of them, distributed systematically incorporating most spatial variation or completely randomly resulted in the best sampling schemes. The range of regeneration density observed was from 189 to 23,024 seedlings ha⁻¹, with an average and standard deviation of 4208 and 7564 seedlings ha⁻¹. The average and standard deviation of regeneration age were 2.1 and 1.8 years, respectively. If time when the

silvicultural treatment was applied is considered, it is clear that 5 years of potential productivity has been lost. The average and standard deviation of regeneration diameter and height were 1.03, 0.21, and 1.10, 0.24 m, respectively. The sources of variation that explained regeneration density were depth of soil organic layer, tree cover and diameter of seed trees, regeneration heterogeneity and degree of overgrazing. This study points out the need to reforest the 40 % of the evaluated forest stands, as well as to protect the established regeneration from overgrazing and forest fires.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Durango es uno de los estados de México de mayor importancia forestal, ya que de esta entidad se obtiene aproximadamente el 30 % de la producción maderable total del país (PEF, 1995). Tradicionalmente los bosques del estado fueron manejados selectivamente a través del Método Mexicano de Ordenación de Montes. Para lograr un mejor aprovechamiento de los bosques de coníferas, a partir de 1974 a nivel nacional se implementó la aplicación del Método de Desarrollo Silvícola, el cual comprende la aplicación de cortas intermedias (aclareos), una corta de regeneración y una corta de liberación. Este sistema silvícola tiene como principal objetivo, regularizar las masas forestales, redistribuyendo el potencial productivo del sitio en los mejores individuos (SARH,1982).

Las cortas de regeneración son consideradas, como las intervenciones silvícolas más importantes, debido a que tienen

como finalidad la obtención de la cosecha forestal, así como el establecimiento de la nueva masa forestal. Esta práctica se logra naturalmente a través de la técnica de árboles padres. Este método fue implementado en la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 4 (UCODEFO No. 4) a partir de 1988.

La normatividad oficial conciente de que la regeneración natural de los bosques, desempeña un papel primordial para su renovación, mejoramiento y perpetuidad, por consiguiente el conocimiento de la compleja dinámica de su comportamiento, será determinante en el quehacer permanente al incrementar y eficientizar acciones, que coadyuven para lograr el manejo sustentable de los recursos forestales, requiere que una vez aplicadas estas cortas, la regeneración natural deberá presentarse en un período de tiempo de 5 años, de lo contrario se deberán implementar plantaciones forestales, para establecer la nueva masa forestal en estas áreas (SARH 1994).

A pesar de que la densidad de la regeneración natural se ha medido para otros propósitos (Chacón, 1983; Valencia, 1992; Shelton y Murphy, 1994; Higo et al., 1995; Lahde, 1991; Sutomo y Pratiwi, 1988; Koskela et al., 1995; Little et al., 1994; Tomback et al., 1993; Chrosciewicz, 1988; Weisberg y Baker, 1995; Segura y Snook, 1992; Duc, 1991; Ruel, 1992; Gürt, 1987),

no parece que existan metodologías estandarizadas para evaluar este parámetro tan importante en la manejo sustentable de los bosques naturales. Por ejemplo, Higo et al., (1995), en un bosque dominado por *Pinus densiflora* y *Quercus serrata*, establecieron sitios de 200 m² y 1,500 m², con subparcelas de 2m². Valencia (1992), en rodales de *Pinus douglasiana*, utilizó sitios de muestreo de 50m², distribuidos en 8 líneas conforme a los ejes cartesianos con distancias entre sitios de 25 m. Koskela et al., (1995), en un estudio sobre dinámica de la regeneración natural de *Pinus merkussii*, utilizaron transectos espaciados a 50 m y entre sitios cada 25 m. Cada sitio consistió en 100 m² de forma circular en donde se establecieron subparcelas circulares con dimensiones de 1 m². Ortega (1990) sugiere que sitios de 25 m², con una intensidad de muestreo de 2.5 % podría resultar en buenas estimaciones de la densidad de regeneración natural. Castro (1993) menciona que dimensiones desde 2 hasta 100 m² podrían ser las dimensiones adecuadas de los sitios para medir la densidad de la regeneración, pero recomienda que 4 m² serían las dimensiones idóneas y que los sitios pudieran ser establecidos espacialmente bajo esquemas de

muestreo completamente sistemáticos. Estas observaciones, sin embargo, no conllevan justificaciones metodológicas objetivas y requieren de investigaciones adicionales sobre este tema.

CAPITULO II

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo de tesis, es contribuir al conocimiento silvícola sobre la dinámica de la regeneración natural en rodales con cortas de regeneración, con tratamientos de árboles padres, como una característica clave del manejo forestal sustentable. Por tal motivo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- 2.1. Determinar una metodología de muestreo para evaluar la densidad de la regeneración natural, en rodales intervenidos con cortas de regeneración.
 - 2.1.1. Determinar las dimensiones adecuadas de muestreo.
 - 2.1.2. Determinar el número de unidades de muestreo.
 - 2.1.3. Determinar la forma de establecimiento en campo de las unidades de muestreo.
- 2.2. Evaluar las características dasométricas y de distribución

del renuevo forestal.

2.3. Establecer las fuentes de variación de la densidad y edad de la regeneración natural.

2.4. Tomando como base el análisis de la información obtenida, formular algunos criterios sobre estrategias o alternativas a implementar para superar condiciones que limitan el establecimiento de la regeneración natural oportunamente.

CAPITULO III

REVISION DE LITERATURA

3.1. Consideraciones Generales

Los métodos silvícolas de mayor uso en México son: el Método Mexicano de Ordenación de Montes (MMOM) implementado desde 1959 y el Método de Desarrollo Silvícola (MDS) propuesto desde 1973 y siendo en la actualidad el más extensamente utilizado en los bosques de clima templado-frío (Rivero y Zepeda, 1990). Este último consiste en varias cortas intermedias, con dos finales; una de regeneración y otra de liberación de la nueva masa forestal. El número de cortas intermedias, raleos o aclareos depende del turno de corta.

La corta de regeneración, como su nombre lo indica, tiene la finalidad de crear las condiciones adecuadas para el establecimiento de la nueva generación de árboles. Para esto se remueve entre el 50 al 75 % del área basal para permitir la entrada de la luz y propiciar la germinación de la semilla

suministrada por los árboles restantes denominados árboles padres. La regeneración o repoblación se define, entonces como el proceso natural o artificial mediante el cual se establece una nueva masa arbolada. Este proceso se realiza durante un lapso denominado período de germinación y establecimiento de la nueva masa, después de extraer parte o la totalidad de la masa vieja o madura y finaliza hasta que un número aceptable de pequeños árboles se hayan establecido y adaptado a las condiciones ambientales del lugar.

3.2. Estudios sobre regeneración

El mantenimiento y persistencia de una especie forestal dentro del bosque, se debe no solo a una estrategia particular, más bien a una combinación de éstas, así como a diversas interacciones y sucesos tales como, la producción de semillas, las condiciones de germinación, distribución espacial, densidad del renuevo y la depredación, tanto de semillas como plántulas (Puig, 1993).

3.2.1. Factores que Controlan el Establecimiento de la Regeneración Natural

La regeneración natural en los bosques de México, ha estado supeditada a una serie de factores, tanto externos como

internos que la limitan, los cuales si se desconocen pueden repercutir en el establecimiento de nuevas masas naturales, sobre todo cuando se tienen áreas bajo tratamiento silvícola y se requiere tener un rendimiento sostenido.

La capacidad de una especie arbórea para prosperar y competir con éxito sobre una localidad determinada, es influida tanto por factores internos (constitución fisiológica del árbol) como por factores externos (ambientales). La integración de éstos determinan la productividad forestal (Pritchett, 1986).

Los factores externos que influyen en la productividad del bosque, pueden agruparse en componentes bióticos y abióticos (Musálem et al., 1991). Dentro de los componentes bióticos se encuentran: densidad de la vegetación, la variabilidad genética de sus comunidades, la vegetación competidora, así como los problemas por enfermedades o insectos. Dentro de los componentes abióticos se pueden citar: variables climáticas, fisiográficas y edáficas.

Entre las características fisiográficas del sitio, la importancia de la exposición y la pendiente radica, en la orientación que se produce respecto al sol y viento. En el hemisferio norte, las exposiciones sur reciben mayor intensidad de luz, condiciones más secas, las cuales son adversas para el

establecimiento y desarrollo de muchas especies (Spurr y Barnes, 1980).

3.2.1.1. El efecto de la temperatura.

Daniel et al., (1982), Cetina (1984), y Musálem (1994) señalan que la temperatura juega un papel importante en el establecimiento de la regeneración natural, ya que influye directamente sobre las funciones fisiológicas de las plantas. La germinación es más rápida, cuando la temperatura se encuentra entre 18 y 25 °C y la velocidad no necesariamente se incrementa al elevarse la temperatura. Se ha observado que la germinación se presenta mejor en general cuando la temperatura fluctúa y no permanece constante.

Cetina (1984) observa que algunas semillas germinan en rango bastante amplio; pero otras lo hacen con prontitud en rangos mucho más limitados de temperatura. El genero *Pinus*, germina en un rango de temperatura que va de 20 a 30 °C, con una temperatura óptima de 22 °C.

Musálem (1994) reporta que la influencia de altas y bajas temperaturas, incrementa el riesgo de daño a la semilla, sobre todo cuando se encuentra germinando, éstas temperaturas pueden ser letales. Por otro lado Musálem et al., (1991) señala que la

temperatura del suelo, es altamente modificada por el dosel, encontrándose temperaturas hasta de 36 °C en áreas manejadas con matarrasa, que pueden ser letales para plántulas.

3.2.1.2. El efecto de la luz.

La luz es un factor indispensable para la fotosíntesis, influye además en la transpiración de las plantas, en la morfología, floración y en otras funciones ligadas a la duración del período diario de iluminación. Centeno y Ruíz (1993) mencionan que el dosel y la capa gruesa de hojarasca son dos factores bióticos que tienen gran influencia sobre la regeneración natural; el primero al crear un microambiente de poca luz, limita el desarrollo de especies heliófitas; y la capa de hojarasca si tiene una profundidad considerable, impide el contacto directo de la semillas con el suelo evitando el establecimiento de las plántulas. Algunas herramientas silvícolas para combatir éstas desventajas e inducir la regeneración natural es mediante aclareos y eliminando la gruesa capa de hojarasca.

En Atenquique Jalisco, Valencia (1982) al evaluar la regeneración natural de 13 rodales, con predominancia de *Pinus douglasiana*, ocho años después de la aplicación de la corta de

regeneración mediante árboles padres, consideró las siguientes variables: número de arbolitos por ha, grosor de la hojarasca, número de piedras por m², competencia de la vegetación herbácea, desperdicios, árboles padre por ha, área de copa del árbol padre, exposición y pendiente. En este estudio se encontró que las variables con mayor influencia sobre la regeneración fueron: la competencia de la vegetación herbácea, el grosor de la hojarasca, el número de piedras por m² y el número de árboles padre por ha.

3.2.1.3. Importancia de la fenología.

El conocimiento fenológico es de suma importancia para conocer la dinámica de los ecosistemas forestales; este tipo de información explica muchas reacciones de la plantas con su medio ambiente climático y edáfico. Paiz, 1994. al realizar un estudio sobre la fenología de *Pinus oocarpa*, relacionado a la producción de frutos verdes, maduros y diseminación de semillas, encontró que la maduración y producción de frutos ocurrió en los meses de febrero a abril. La diseminación de semilla se incrementó a medida que la precipitación disminuía. Siendo el diámetro mínimo reproducido de los árboles semilleros de 24 cm. Por lo tanto recomienda tomar en cuenta las fechas de

producción y maduración de frutos de la especie y diseminación de las semillas, para efectos de manejo forestal con base en el estímulo de la regeneración natural, así como en la planeación de programas para recolección de semillas.

3.3. Importancia de Evaluar la Regeneración Natural

La densidad de la regeneración natural ha sido medida para observar el efecto de las cortas de regeneración (Chacón, 1983 y Valencia, 1992), así como para estudiar otros controles, tales como observar el efecto de otros tratamientos silvícolas (Shelton and Murphy, 1994; Higo et al., 1995; Lahde, 1991; Sutomo y Pratiwi, 1990), el efecto de los incendios (Koskela et al., 1995; Little et al., 1994; Tomback et al., 1993; Chrosciewicz, 1988). La densidad de regeneración también ha sido estudiada para observar su dinámica de variación espacial (Weisberg y Baker, 1995; Segura y Snook, 1992; Duc, 1991), los efectos de competencia (Ruel, 1993; Gürt, 1987).

3.3.1. Metodologías utilizadas para evaluar la densidad de regeneración.

No parecen existir metodologías estandarizadas, basadas en consensos de investigación, para evaluar la densidad de la regeneración. Por ejemplo, Higo et al., (1994), quien en un

bosque dominado por *Pinus densiflora* y *Quercus serrata*, establecieron sitios de 200 m² y 1,500 m², con subparcelas de 2 m². Valencia (1992), en rodales de *Pinus douglasiana*, utilizó sitios de muestreo de 50 m², distribuidos en 8 líneas conforme a los ejes cartesianos con distancias entre sitios de 25 m. Koskela et al., (1995) en un estudio sobre dinámica de la regeneración natural de *Pinus merkussii*, utilizaron transectos espaciados a 50 m y entre sitios cada 25 m. Cada sitio consistió en 100 m² de forma circular en donde se establecieron subparcelas circulares con dimensiones de 1 m². Ortega (1990) sugiere que sitios de 25 m², con una intensidad de muestreo de 2.5 % podría resultar en buenas estimaciones de la regeneración natural. Castro (1993) menciona que dimensiones desde 2 hasta 100 m² podrían ser las dimensiones adecuadas de los sitios para medir regeneración, pero recomienda que 4 m² serían las dimensiones idóneas y que los sitios pudieran ser establecidos espacialmente bajo esquemas de muestreo completamente sistemáticos.

CAPITULO IV

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA DENSIDAD DE LA
REGENERACION NATURAL EN BOSQUES DE CONIFERAS DE LA UCODEFO
No. 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE DENSITY OF NATURAL
REGENERATION IN CONIFEROUS STANDS OF UCODEFO No. 4 OF SAN
DIMAS, DURANGO, MEXICO

¹Clemente Estrada Márquez, ¹José Cruz Contreras Aviña, ² Jesús
Soto Rodríguez y ³José de Jesús Návar Cháidez

RESUMEN

Las dimensiones, el número, y la forma del establecimiento espacial de los sitios de muestreo son fundamentales en la evaluación de la densidad de la regeneración natural. El objetivo del presente trabajo de investigación fue desarrollar una metodología para evaluar la

¹ Estudiantes de Maestría en Ciencias Forestales, ² Consultor Forestal y ³ Profesor-Investigador. Facultad de Ciencias Forestales-UANL. Km. 145 Carr. Nacional, Linares, N.L. 67700 México. Tel. (+821 24895). Email JNAVAR@CCR.DSI.UANL.MX

densidad de la regeneración natural en rodales de coníferas de la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No 4 de San Dimas, Durango, sujetos a cortas de regeneración entre 1989 y 1990. En total, veinte parcelas de una hectárea fueron aisladas de un igual número de rodales. Cada parcela fue dividida en subparcelas de 5 x 5 m, en las cuales se midieron las variables dasométricas de la regeneración: densidad, edad, altura, y diámetro. El esquema de muestreo permitió aglomerar parcelas de diferentes dimensiones para probar estadísticamente el tamaño más adecuado de los sitios de muestreo. El número de sitios fue estimado con dos probabilidades y seis diferentes formas de muestreo fueron estudiadas; dentro de estas cuatro sistemáticas y dos aleatorias. Los resultados mostraron que los sitios de menores dimensiones son más eficientes en evaluar la densidad de la regeneración y se especula que posiblemente una línea de Canfield podría hacer más eficiente la evaluación de la densidad de la regeneración. Para sitios de muestreo de 5 x 5 m se estimaron que 28 por hectárea deberían distribuirse en forma sistemática; incorporando la mayor parte de la variación espacial; con transectos diagonales y en forma de cruz, también pueden ser distribuidos en forma totalmente

aleatoria. Estos resultados prevén que investigación adicional podría resultar en una metodología aún más eficiente para evaluar la densidad de la regeneración.

Palabras clave: Metodología de evaluación, regeneración natural, cortas de regeneración, San Dimas, Durango, México.

ABSTRACT

The dimensions, the number, and the spatial distribution of sampling units are of fundamental importance to evaluate the density of natural regeneration. The objective of this study was to develop a methodology to evaluate the density of natural regeneration in coniferous forest stands of the Forest Unit Incorporation No 4 of San Dimas, Durango subject to regeneration cuts between 1989 and 1990. In total, 20-1 ha plots were isolated from a similar number of forest stands. Each plot was divided into subplots of 5 x 5 m each, in which dasometric variables of regeneration were measured: density, age, diameter, and height. This sampling scheme allowed to test different sampling dimensions. The number of sampling sites was estimated with two probabilities. In total, six different sampling designs were tested, among which four systematic and two randomly established. This information was

collected from March through November of 1996. The results showed that sampling units of smaller dimensions (5 x 5m) with 28 of them systematically or completely randomly distributed were more efficient in quantifying the density of plant regeneration. However, the statistical models suggested that sampling plots of lesser dimensions could evaluate more efficiently the density of plant regeneration, consequently, it is speculated that point sampling by a Canfield line could be a better methodology to evaluate regeneration density. Although these results are conclusive for this experimental design, it can be foreseen that additional research could eventually result in a more efficient methodology to evaluate regeneration density.

Key words: Evaluation methodology, natural plant regeneration, seed trees, San Dimas, Durango, Mexico.

INTRODUCCION

Durango es uno de los Estados de México de mayor importancia forestal, ya que de esta entidad se obtiene aproximadamente el 30 % del total de la producción maderable del país (PEF, 1995). Tradicionalmente los bosques del Estado fueron manejados selectivamente a través del Método Mexicano de

Ordenación de Montes. Para lograr un mejor aprovechamiento de los bosques de coníferas, a partir de 1974 se implementó el Método de Desarrollo Silvícola, el cual comprende la aplicación de cortas intermedias (aclareos), una corta de regeneración, y una corta de liberación. Este sistema silvícola tiene como principal objetivo regularizar las masas forestales; redistribuyendo el potencial productivo del sitio en los mejores individuos (SARH, 1982).

Las cortas de regeneración son consideradas las intervenciones silvícolas más importantes, debido a que tienen como finalidad la obtención de la cosecha forestal y el establecimiento de la nueva masa forestal. Esta última práctica se logra naturalmente con la técnica de árboles padres. El método fue implementado en la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No 4. (UCODEFO No.4) a partir de 1988. Según la normatividad oficial, una vez aplicadas estas cortas, la regeneración natural deberá presentarse en un período de 5 años, de lo contrario se deberán implementar plantaciones forestales para establecer la nueva masa forestal en estas áreas.

La densidad de la regeneración natural ha sido medida para observar el efecto de las cortas de regeneración (Chacón, 1983

y Valencia, 1992) y para estudiar otros efectos, tales como: observar su efecto por otros tratamientos silvícolas (Shelton y Murphy, 1994; Higo et al., 1995; Lahde, 1991; Sutomo y Pratiwi, 1988), el impacto de incendios forestales (Koskela et al., 1995; Little et al., 1994; Tomback et al., 1993; Chrosciewicz, 1988). La densidad de regeneración también ha sido estudiada para observar su dinámica de variación espacial (Weisberg y Baker, 1995; Segura y Snook, 1992; Duc, 1991), los efectos de competencia (Ruel, 1992; Gürt, 1987). Sin embargo, existe poca información sobre este parámetro en cortas de regeneración en los bosques de coníferas de Durango, México.

Tampoco parecen existir metodologías para evaluar la densidad de la regeneración basadas en consensos de investigación. Por ejemplo, Higo et al., (1995), en un bosque dominado por *Pinus densiflora* y *Quercus serrata*, establecieron sitios de 200 m² y 1,500 m², con subparcelas de 2m². Valencia (1992), en rodales de *Pinus douglasiana*, utilizó sitios de muestreo de 50m², distribuidos en 8 líneas conforme a los ejes cartesianos con distancias entre sitios de 25 m. Koskela et al., (1995), en un estudio sobre dinámica de la regeneración natural de *Pinus merkussii*, utilizaron transectos espaciados a 50 m y entre sitios cada 25 m. Cada sitio consistió en 100 m²

de forma circular en donde se establecieron subparcelas circulares con dimensiones de 1 m^2 . Ortega (1990) sugiere que sitios de 25 m^2 , con una intensidad de muestreo de 2.5 % podría resultar en buenas estimaciones de la densidad de regeneración natural. Castro (1993) menciona que dimensiones desde 2 hasta 100 m^2 podrían ser las dimensiones adecuadas de los sitios para medir la densidad de la regeneración, pero recomienda que 4 m^2 serían las dimensiones idóneas y que los sitios pudieran ser establecidos espacialmente bajo esquemas de muestreo completamente sistemáticos. Estas observaciones, sin embargo, no conllevan justificaciones objetivas y requieren de investigaciones adicionales sobre este tema.

El objetivo de este trabajo de investigación fue el de desarrollar una metodología de evaluación de la densidad de la regeneración natural en rodales forestales sujetos a cortas de regeneración de la UCODEFO No. 4 del estado de Durango, México.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

La UCODEFO No. 4, tiene una superficie total de 194,705 ha, se encuentra en la Sierra Madre Occidental, en el Municipio de San Dimas, Durango, México. Se localiza entre los paralelos

24° 06' 35" y 24° 35' 52" L.N. y los meridianos 105° 17' 18" y 106° 06' 35" L.W., a una altura promedio de 2,400 msnm.

Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Koeppen, adaptada para México por García (1973), en la UCODEFO No. 4 se tiene un clima templado húmedo, con una temperatura media que va de los 12 a los 18°C, con una precipitación anual promedio de 900 mm. La estación de menor precipitación no es mayor de seis meses y el período libre de heladas es de 150 días en promedio, presentándose nevadas ocasionalmente.

Suelos

Según la clasificación de la FAO-UNESCO modificado por DETENAL, por orden de importancia dentro del área de influencia de la UCODEFO No. 4, se encuentran: Litosoles, Cambisoles éutricos y Regosoles éutricos. Estos suelos están ocupados principalmente, por bosques de coníferas y latifoliadas (pino-encino), pastizales naturales y pequeñas áreas agrícolas de temporal.

Fisiografía y orografía

La UCODEFO No., 4 se encuentra inmersa dentro de la región fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, la cual atraviesa el estado de Durango de norte a sur. Sin embargo el macizo montañoso principal no es continuo, sino que presenta quebraduras a lo largo de su sistema. Debido a esto, las exposiciones que dominan son la nordeste y sudoeste, presentándose las demás en una baja proporción. Las pendientes fluctúan en un rango de 0 a 40%, existiendo en mayor proporción la clase ondulada y suavemente ondulada, aunque existen pendientes fuertes que no representan las características generales del área. La altitud promedio sobre el nivel del mar es de 2,400, variando de los 2,200 a los 2,800 m.

Vegetación

La vegetación más importante que predomina en el área es la siguiente: bosque de pino-encino, bosque de encino-pino, bosque de pino, bosque de encino, selva baja caducifolia, pastizal natural e inducido y matorral bajo subespinoso. Las especies de pino que dominan el paisaje de esta parte de la sierra son principalmente: *Pinus durangensis*, *Pinus teocote*, *Pinus cooperi*, *Pinus engelmannii*, *Pinus lumholtzii*, *Pinus leiophylla*, y *Pinus ayacahuite*.

METODOLOGIA

En este trabajo de investigación se aislaron 20 parcelas de 100m x 100m (1 ha), de igual número de rodales sujetos a cortas de regeneración entre 1989 y 1990. En cada parcela se marcaron subparcelas de 5m x 5m (400 subparcelas por hectárea y 8000 subparcelas en total). Las 20 parcelas se aislaron de rodales forestales con diferentes características en densidad de la regeneración y de sus parámetros físicos.

Variables medidas

En las subparcelas de 5m x 5m, se colectó información sobre: densidad, altura total, diámetro a la base, edad, profundidad del mantillo, y forma de distribución de la regeneración natural. Datos sobre los árboles padres, que estuvieron localizados dentro de la subparcelas, tales como: densidad, altura, diámetro (1.30 m), área de copa, y especie fueron también registrados.

En relación con las características de las parcelas evaluadas, se tomó información relativa a la calidad de estación, pendiente, exposición, presencia de incendios en los últimos ocho años, y condiciones de pastoreo.

Con este sistema de muestreo se pudieron aglomerar subparcelas para integrar espacialmente más terreno de medición. Las subparcelas resultantes fueron de las siguientes dimensiones: 1) 5x5, 2) 5x10, 3) 10x10, 4) 15x15, 5) 20x20, 6) 25x25 y 7) 30x30 m. Con esta información, se regresaron el área de muestreo contra la desviación estándar, el área de muestreo contra el número de sitios a muestrear, el área total a muestrear contra las dimensiones del sitio y el número de sitios a muestrear contra la densidad de la regeneración. Los modelos regresivos ajustados fueron ecuaciones no lineales. El número de sitios a muestrear por cada dimensión utilizada se estimó por medio de la ecuación:

$$n = \frac{s^2 t^2}{E(\%)^2} \quad [1]$$

donde:

n = número de sitios a muestrear.

s² = varianza muestral.

t² = parámetro probabilístico t, con error, α, y grados de libertad, v.

E² = error muestral esperado.

Las probabilidades utilizadas (1-α) para estimar n fueron 90 y 95 %, mientras que el error total (E) fue de 30 %. Este error, aunque es muy alto, es adecuado para este propósito. Con el mejor sistema de muestreo dimensionalmente y el número de sitios adecuado, utilizando las 20 parcelas, se probaron

diferentes formas espaciales de muestreo, estas fueron (Figuras 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, respectivamente):

- cuatro transectos: dos diagonales cruzados y dos en forma de cruz, con seis subparcelas c/u y un sitio adicional en cada cuadrante (Figura 1a).
- dos transectos (cruzados diagonalmente) con 14 sitios c/u (Figura 1b).
- seis bloques distribuidos sistemáticamente (cuatro en las esquinas y uno en el centro, cada bloque de las esquinas, compuesto por seis subparcelas y el del centro con cuatro subparcelas) (Figura 1c).
- dos transectos cruzados (14 subparcelas por transecto) (Figura 1d).
- Al azar la primera subparcela y las siguientes distribuidas como si siguieran el paso de una bola de billar (Figura 1e).
- Completamente al azar (Figura 1f).

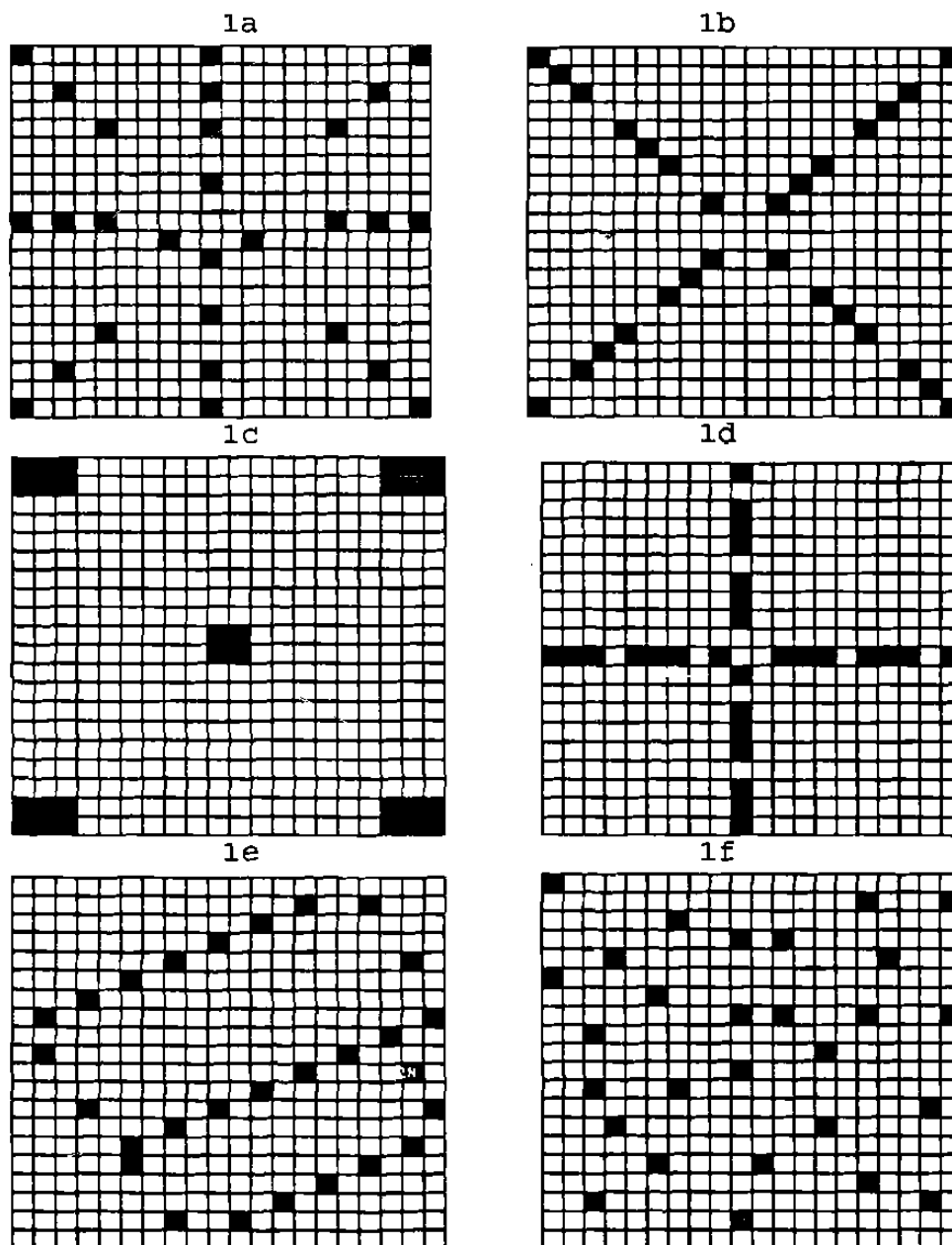


Figura 1. Diseños experimentales probados para evaluar la densidad de la regeneración en rodales sujetos a cortas de regeneración en la UCODEFO No 4. de San Dimas, Durango, México.

Con los datos de densidad de la regeneración por sitio de muestreo y el conteo total, se utilizaron pruebas de t para determinar la igualdad entre el promedio obtenido de la muestra I , con un tipo de muestreo t , \bar{x}_{ti} , y la media poblacional del tipo de muestreo t , μ_t , a través de la metodología descrita por Devore, (1987). Este procedimiento de comparación supone que la desviación estándar es conocida para la parcela, por lo que el estimador de la desviación estándar de las 400 subparcelas por rodal fue utilizada. En total, 120 comparaciones fueron realizadas, para 20 parcelas y seis tipos de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSION

La densidad de la regeneración y la desviación estándar se ajustaron bien a modelos de potencia para todas las áreas de muestreo. Aquí es importante señalar que las densidades observadas tuvieron un rango desde 189 hasta 23,024 plántulas por hectárea, con un promedio de 4,208 y una desviación estándar de 7,564 plántulas por hectárea. Esta variación tan alta y con una distribución sesgada hacia la derecha son indicativos de la heterogeneidad tan alta en la densidad de la regeneración y con el número mayor de sitios muestreados con

densidades menores al promedio. A este respecto varios investigadores (Ruel, 1992; Segura and Snook, 1992; y Tomback et al., 1993) sugirieron que la agregación de la regeneración puede ser influenciada por patrones de disturbio espacialmente limitados y, por consiguiente, incrementar su heterogeneidad espacial. Otros investigadores han observado que el establecimiento de la regeneración es espacialmente variable por otros factores tales como: 1) grado de cobertura arbórea o luminosidad sobre el sitio (Sánchez y Cetina, 1993; Chacón et al., 1994), 2) el espesor del mantillo orgánico (Bolaños et al., 1994), 3) el número de árboles padres y su espaciamento (Bolaños et al., 1994; Ortega, 1990; Chacón, 1983), la especie arbórea (Eckelman, 1992; Ortega, 1990), entre otros. En este estudio es de importancia señalar que la variación se reduce a medida que la densidad de la regeneración se incrementa, desde un coeficiente de variación de casi 300% hasta 30 % para densidades desde 189 hasta 23,024 plántulas por hectárea. Es decir, la heterogeneidad espacial se reduce conforme la densidad aumenta y puede ser explicada por: 1) la falta de disturbio en sitios con mayores densidades, y 2) la competencia por recursos del sitio. Estas características causan una distribución espacial más homogénea.

La variación espacial en función de la densidad de la regeneración resulta en un número de sitios variable también, y es consistente para cada una de las dimensiones de subparcelas estudiadas (Figura 2). Los modelos regresivos aplicados fueron del tipo de potencia, y el análisis de covarianza indicó que existen solamente diferencias estadísticas asociadas a las interceptas ($P > F = 0.001$), pero no a las pendientes ($P > F = 0.281$). El número de sitios es casi constante para densidades de regeneración desde aproximadamente 2,500 hasta las 23,000 plántulas por hectárea para las dos probabilidades observadas. Es decir, el número de sitios incrementa rápidamente con densidades menores a 2,500 plántulas por hectárea. Considerando esta observación, es recomendable que para muchos propósitos se considere constante el número de sitios en función de la densidad, porque el número de plántulas es muy bajo en esta parte de la curva.

El número de sitios a muestrear, para errores del 0.10 y 0.05, se relacionaron en forma de potencia con la densidad de la regeneración muestreada en forma negativa (Figura 3). Es decir, a medida que el área de las subparcelas aumenta, el número de sitios disminuye y viceversa.

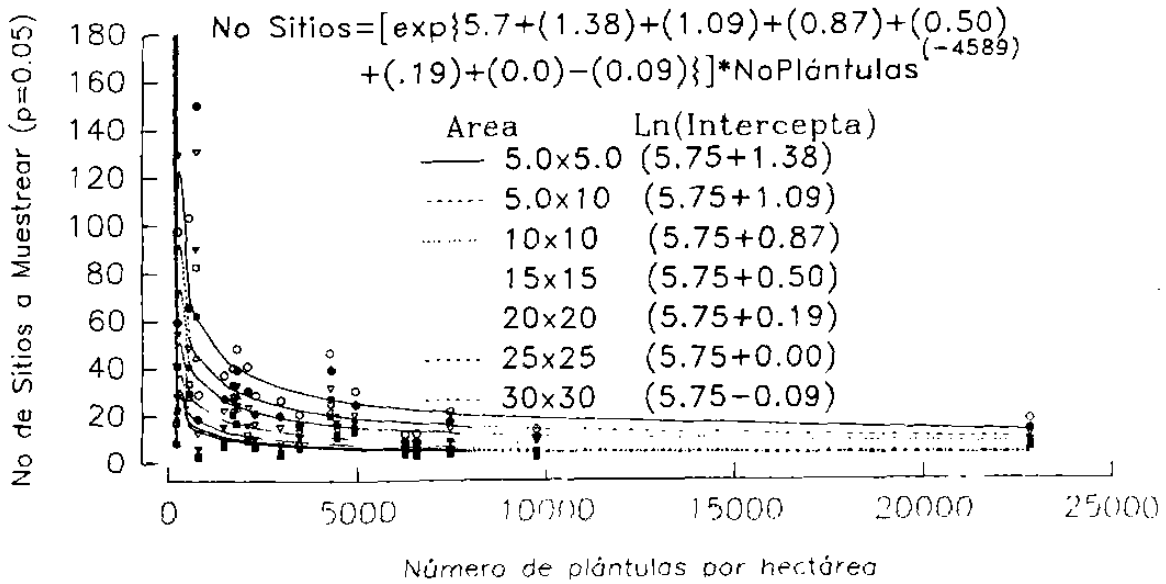
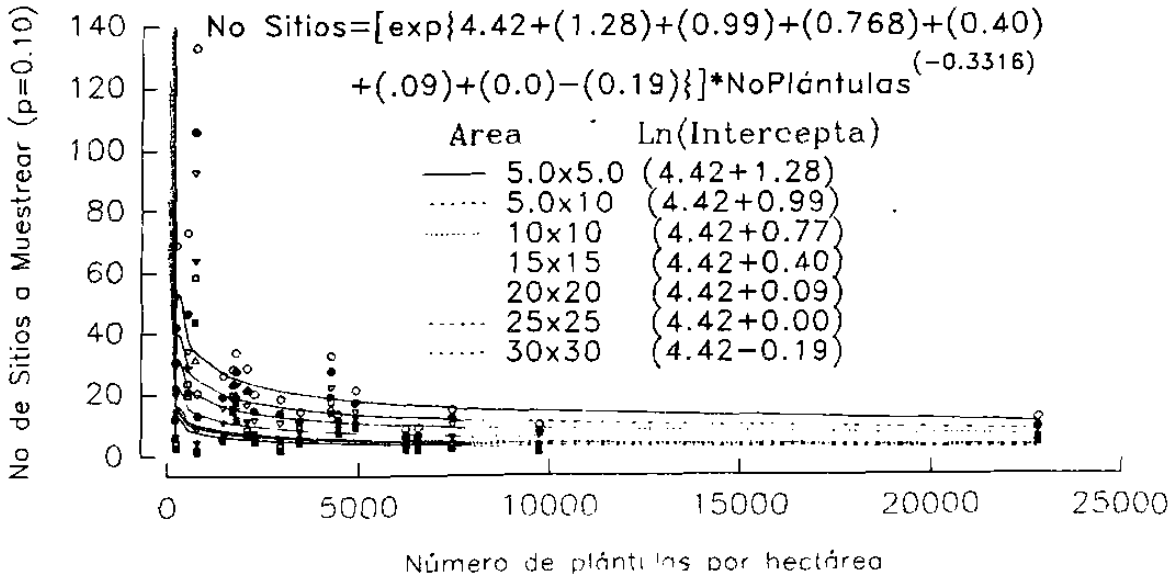


Figura 1. La relación entre el número de sitios a muestrear con dos probabilidades y la densidad de la regeneración en la UCODEFO No 4 de San Dimas, Durango, México.

Esta observación es reiterativa del incremento en la variación espacial de la regeneración a medida que ésta es menos densa. El número de sitios con probabilidades de 90 y 95 % es de 30 y 55 para subparcelas de 5 x 5 m y hasta 8 y 18 sitios para subparcelas de 30 x 30 m, respectivamente. Sin embargo, extrapolar esta regresión para subparcelas de 1 x 1 m resultaría en 97 y 216 subparcelas para las probabilidades del 90 y 95 %, respectivamente.

El área total a muestrear, por consiguiente, también se ajustó a una ecuación de potencia, pero en forma positiva (Figura 4). Con una probabilidad de 90 % se tendría que muestrear una área de 750 m² para subparcelas de 5 x 5 m, y de 9000 m² para subparcelas de 30 x 30 m. Para una probabilidad de 95 %, se tendría que muestrear una área de 1372 m² para subparcelas de 5 x 5 m, y de 10,770 m² para subparcelas de 30 x 30 m. Nótese que el área a muestrear corresponde a 7.5 %, 90.0%, 13.7 % y 107.7 % para las probabilidades y dimensiones de los sitios ordenadamente señalados anteriormente. Este porcentaje a muestrear es irrelevante en este tipo de estudios.

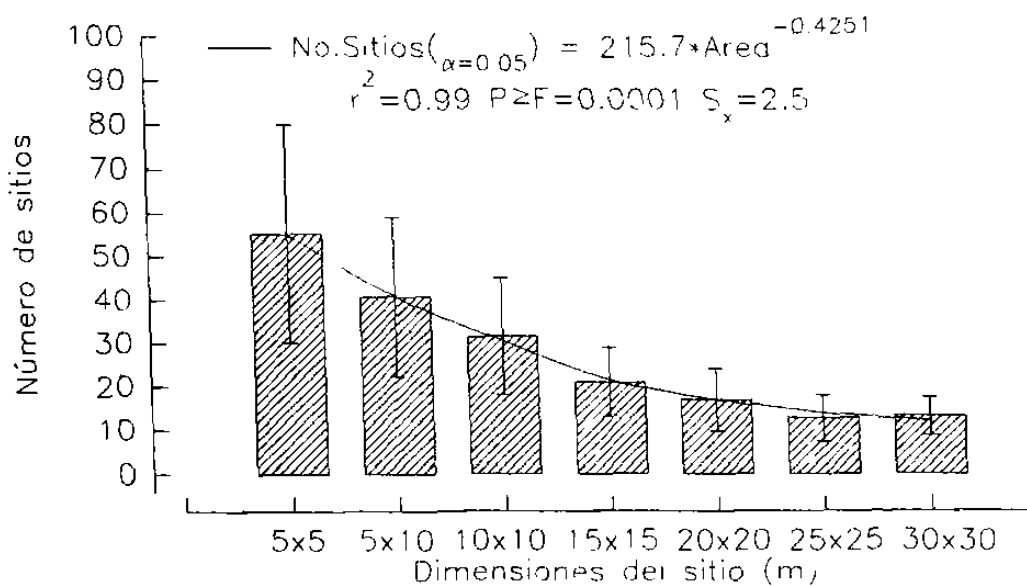
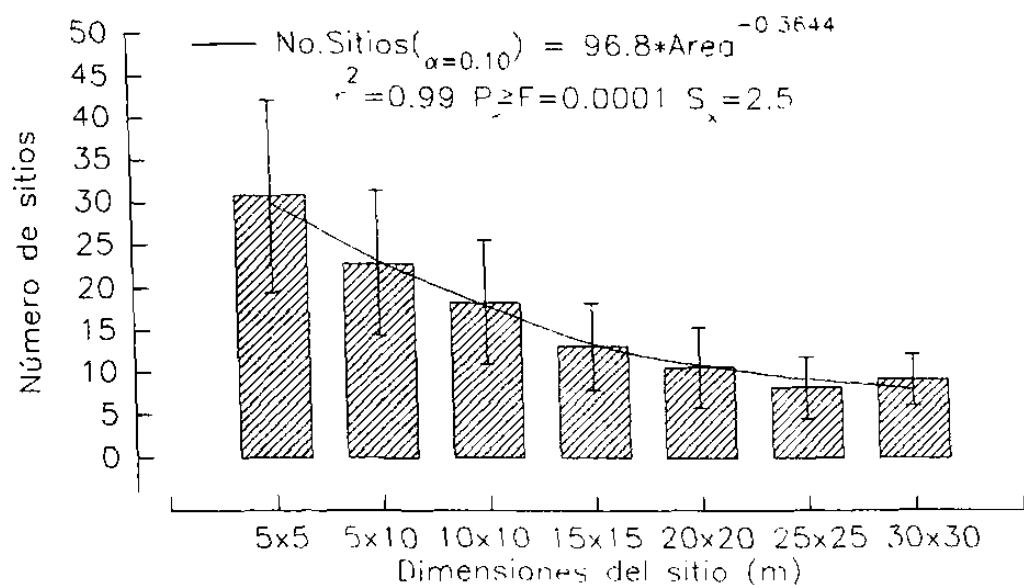


Figura 3. La relación existente entre el número de sitios a muestrear con dos probabilidades y las dimensiones de las parcelas en rodales sujetos a cortas de regeneración en la UCODEFO No 4 de San Dimas, Durango, México.

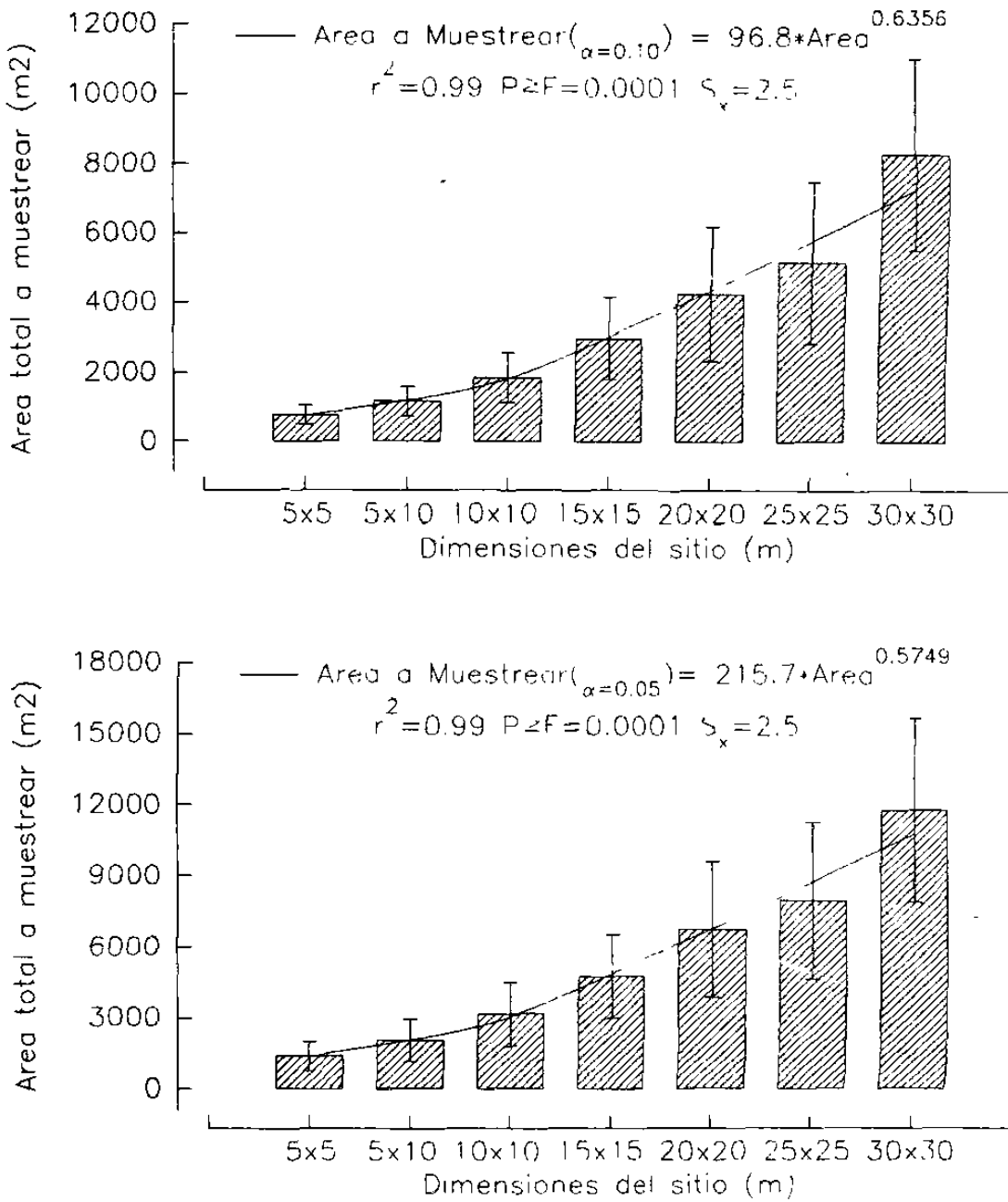


Figura 4. La relación existente entre el área total a muestrear y las dimensiones de las parcelas de muestreo para rodales sujetos a cortas de regeneración en la UCODEFO No 4 de San Dimas, Durango, México.

Sin embargo, si se extrapola de la ecuación para el área a muestrear en función de las dimensiones de las subparcelas a aquellas de 1 x 1 m, el área a muestrear sería de 96.7 m² y 215.7 m², con probabilidades de 90 y 95 %, respectivamente. Las áreas a muestrear corresponden a 0.96 y 2.15 %, respectivamente, del área total a muestrear, y son más congruentes con los sistemas de muestreo forestal convencional. Es decir, por utilizar sitios de menores dimensiones (de 5 x 5 m a 1 x 1 m) para 90 % de probabilidad se reduce el área de muestreo en 775 %, mientras que para 95 %, esta cifra se reduce hasta en aproximadamente 636 %. A este respecto, varios investigadores han indicado que el porcentaje de muestra no debe sobrepasar 2 % para este tipo de estudios (Chacón, 1983). Otros investigadores han utilizado porcentajes diferentes de muestra y han sido influenciados por el tipo de estudio y densidad de la regeneración (Weisberg y Baker, 1995; Tomback et al., 1993).

Para determinar el mejor sistema de muestreo, espacialmente se utilizaron exclusivamente 28 subparcelas porque es el número de sitios aproximado para 90 % de probabilidad y un error de 30 %. Los resultados de las pruebas

de t, aplicadas a los seis diferentes sistemas de muestreo a las 20 parcelas, se presentan en el cuadro 1.

El tipo de muestreo de mayor cobertura espacial, en forma sistemática y el muestreo completamente al azar resultaron en promedios similares a la media poblacional en 14 de 20 casos.

Cuadro 1. Resultados de las pruebas de t para seis diferentes tipos de muestreo para 20 parcelas de 1 hectárea con diferentes densidades de regeneración en la UCODEFO No 4 de Durango.

Parcela No	Número de Muestreo					
	1 t p<t)	2 t p<t)	3 t (p<t)	4 t (p<t)	5 t (p<t)	6 t (p<t)
1	1.08 (.85)	0.46 (.67)	2.73 (.99)	2.01 (.97)	2.31 (.98)	0.57 (.71)
2	1.50 (.93)	1.87 (.96)	2.50 (.99)	1.04 (.85)	1.40 (.91)	0.05 (.52)
3	1.29 (.90)	0.76 (.77)	2.73 (.99)	0.40 (.65)	1.08 (.86)	1.31 (.90)
4	2.24 (.98)	0.47 (.68)	2.54 (.99)	3.62 (.99)	1.95 (.97)	0.90 (.81)
5	1.26 (.89)	0.99 (.83)	4.78 (.99)	3.71 (.99)	3.53 (.99)	0.45 (.67)
6	1.37 (.91)	1.43 (.92)	3.32 (.99)	0.85 (.80)	2.30 (.98)	1.36 (.91)
7	0.48 (.68)	1.58 (.71)	1.61 (.94)	2.66 (.99)	9.09 (.99)	5.24 (.99)
8	0.62 (.73)	0.97 (.83)	0.28 (.61)	1.10 (.86)	8.49 (.99)	0.51 (.69)
9	1.12 (.87)	3.23 (.99)	4.25 (.99)	1.69 (.95)	7.42 (.99)	0.66 (.74)
10	5.99 (.99)	0.51 (.69)	0.33 (.63)	1.39 (.91)	0.71 (.76)	0.33 (.63)
11	11.6 (.99)	12.8 (.99)	12.8 (.99)	13.0 (.99)	12.6 (.99)	1.13 (.87)
12	1.69 (.95)	1.52 (.93)	2.36 (.99)	0.59 (.72)	3.50 (.99)	2.24 (.98)
13	0.08 (.53)	0.94 (.82)	0.63 (.73)	2.86 (.99)	1.38 (.91)	0.14 (.55)
14	5.53 (.99)	0.25 (.60)	2.05 (.97)	1.31 (.90)	0.40 (.65)	1.86 (.96)
15	5.93 (.99)	1.98 (.97)	4.23 (.99)	2.10 (.98)	0.16 (.56)	1.68 (.95)
16	0.31 (.62)	1.84 (.96)	1.59 (.94)	4.54 (.99)	0.99 (.83)	3.55 (.99)
17	0.39 (.65)	0.31 (.62)	1.46 (.92)	2.45 (.99)	0.47 (.68)	0.59 (.72)
18	4.43 (.99)	0.32 (.62)	0.69 (.75)	0.64 (.74)	0.83 (.79)	2.40 (.99)
19	0.59 (.72)	2.10 (.98)	1.96 (.97)	0.37 (.64)	0.31 (.62)	1.06 (.85)
20	0.83 (.79)	0.14 (.55)	3.70 (.99)	0.83 (.79)	1.25 (.89)	0.98 (.83)

Nota: los valores de t fueron obtenidos de la ecuación [2], las probabilidades menores de t, p<t, fueron estimadas de $\int_{-\infty}^t f(t) \partial t$, P
 Ha^{-1} = número de plántulas por hectárea.

El primer sistema de muestreo ha sido utilizado anteriormente por Valencia (1992) para evaluar regeneración natural en bosques de coníferas con cortas de regeneración en el estado de Jalisco, México, y ha sido sugerido por Chacón (1983). En los demás tipos de muestreo, solamente en menos de 13 ocasiones se aceptó la hipótesis nula de 20 posibles, mientras que en el muestreo de bloques discontinuos (muestreo número 3), el promedio de la muestra fue igual al de la población en siete de 20 casos.

La evaluación del establecimiento, supervivencia, y dinámica de la regeneración natural se ha convertido en un tema central en diversos estudios (Weisberg y Baker, 1995; Higo et al., 1995; Koskela et al., 1995; Shelton y Murphy, 1994; Little y Peterson, 1994; Tomback et al., 1993; Segura y Snook, 1992; Ruel, 1992; Chacón, 1983). Sin embargo, diferentes metodologías han sido aplicadas para evaluar este parámetro. Aunque la diversidad de justificaciones para el uso de los diferentes sistemas de evaluación varía con el tipo de estudio, no se han incorporado explicaciones objetivas en el uso de los diferentes sistemas de muestreo.

Las preguntas centrales en el muestreo de la densidad de la regeneración natural son sobre: 1) las dimensiones de los

sitios, 2) el número de éstos y, 3) su forma de establecimiento en la práctica. Estas preguntas pueden ser resueltas con sistemas de muestreo eficientes que requieren por lo general investigación adicional. Para evaluar la regeneración en rodales forestales sujetos a cortas de regeneración en los bosques de la Sierra Madre Occidental, se observa que el número de sitios y el área total a muestrear están en función de las dimensiones de las parcelas de muestreo. Las relaciones estadísticamente significativas observadas entre el número de sitios y el área total a muestrear contra las dimensiones del sitio, indican que sitios de menores dimensiones serían más eficientes en la evaluación de la densidad de la regeneración. Esta observación conlleva la connotación de que el área mínima de muestreo podría ser una línea de Canfield. El problema con este supuesto es que la línea de Canfield resulta en una unidad adimensional, porcentaje del área ocupada por regeneración, y no indica las unidades de densidad, número de individuos o plántulas por hectárea. La unidad adimensional de la línea de Canfield podría eventualmente ser calibrada por procedimientos matemáticos sobre el número de individuos que ocuparían espacialmente una área determinada. Esta variable es muy dinámica con la edad de la nueva masa (Clutter et al., 1983),

con la o las especies que se establecen y otras características del sitio. Este tema necesita de investigación más detallada en campo. Las ventajas de desarrollar una metodología a través de una línea, en lugar de una área, son aparentes.

CONCLUSIONES

Las conclusiones emergentes de este reporte de investigación son las siguientes. Los sitios para evaluación de la regeneración más adecuados son los de dimensiones menores observadas en este estudio (5 x 5 m) pero se especula objetivamente de muestrear parcelas de hasta 1 m². Por su facilidad, estas parcelas deben distribuirse en forma de estrella, es decir, integrando mayor parte de la variación espacial del rodal. El porcentaje de muestra no debe de exceder 2 %, por lo que el número de sitios es una variable dependiente de el porcentaje de muestra y sus dimensiones. Finalmente, se especula que una línea de Canfield podría ser la metodología más adecuada para evaluar más eficientemente la densidad de la regeneración en rodales forestales sujetos a cortas de regeneración en la Sierra Madre Occidental del estado de Durango. Esta nueva metodología requiere de investigación adicional.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo de investigación forma parte de la tesis de Maestría en Ciencias del autor del reporte en la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL. En este reporte se desea hacer patente el agradecimiento al personal técnico de la UCODEFO No 4 de San Dimas, Durango, México, quienes contribuyeron en la colecta de datos de campo. A los apoyos económicos parciales otorgados por el CONACY, a través del proyecto de investigación 2452P-N, al COSNET, porque a través del Programa de Titulación, me proporcionó apoyo económico para la realización de este trabajo y especialmente a la DGETA, por las facilidades y el permiso otorgado para realizar la Maestría en Ciencias Forestales y este trabajo de investigación.

LITERATURA CITADA

Bolaños, J.F., Gómez, M. y Becerra, F. 1994. Tratamientos al suelo y a la vegetación para estimular la repoblación de *Pinus patula longepedunculata* en Xiacui, Oaxaca. Simposio y II Reunión Nacional de Silvicultura y Manejo de Recursos Forestales: Retos y perspectivas. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

- Castro.Y.Y. 1993. Evaluación de la regeneración natural del pino en áreas incendiadas. SARH, INIFAP, SIPAC. 18 pp.
- Chacón, J.M. 1983. Regeneración mediante árboles padres de *Pinus arizonica* .Revista Ciencia forestal. 42 (8)
- Chacón, .J.M. 1993.Comportamiento de la repoblación natural de *Pinus arizonica*, bajo diferentes grados de cobertura de dosel de árboles padres. Tesis Profesional de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Chacón, S.J.M., Velázquez M.A., Rodríguez F.C., Musálem, M.A., y Manzanilla H. 1994. Comportamiento de la repoblación natural de *Pinus arizonica* Engelm., bajo diferentes grados de cobertura de dosel de árboles padres. Simposio y II Reunión Nacional de Silvicultura y Manejo de Recursos Forestales: Retos y Perspectivas. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. p 4.
- Chrosciewicz, Z. 1988. Jack pine regeneration following postcut burning under seed trees in central Saskatchewan. For.Chronicle 64(4) 315-319.
- Clutter, J.L., Forston, J.C., Pienaar, L.V., Brister, G.H.,and Bailey, R.L. 1983. Timber Management: a quantitative approach. John Wiley and Sons, New York.
- Duc, P. 1991. Regeneration dynamics in selection forest.

Scheizerische Zeitschrift fur Forsttwesen 142(4) 299-319.

Eckelman, C.M. 1992. Regeneración y dinámica natural de un bosque de pino encino en la Sierra Madre Oriental en el Noreste de México. III Seminario Nacional sobre utilización de encinos. Fac. de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Linares, N.L. Tomo 1. p. 199-212.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática. Instituto de Geografía. UNAM. 2a. Ed. México. 246 pp.

Gürth, P.1987. Natural regeneration of Douglas fir in the southwestern Black Forest. Forst-und Holzwirt 42 (3) 59-63.

Higo, M., Shinohara, A. and Kodama, S. 1995. The regeneration behavior of major components species in the secondary forest dominated by *Pinus densiflora* and *Quercus serrata* in central Japan. For. Ecol. and Manag. 76: 1-10.

Koskela, J., Kuusipalo, J. y Sirikul, W. 1995. Natural regeneration dynamics of *Pinus merkusii* in northern Thailand. For. Ecol. and Manag. 77: 169-179.

Lahde, E. 1991. *Picea abies*-dominated naturally established sapling stands in response a various cleaning-thinnings. Scandinavian J. For. Res. 6 (4) 399-508.

- Little, R.W., Peterson, D.L. , and Conquest, L.L. 1994.
Regeneration of subalpine fir (*Abies lasiocarpa*) following
fire: effects of climate and other factors. Can. J. For.
Res. 24: 934-994.
- Ortega, J. M. 1990. Evaluación de áreas de regeneración de pino
en la region Chignahuapán, Zacatlán, Puebla. Tesis de
Licenciatura UACH. Chapingo, México.
- PODER EJECUTIVO FEDERAL (PEF). 1995. Programa Forestal y de
Suelo. SEMARNAP, Tlálpan, México, D.F.
- Ruel, J.C. 1992. Impact de la compétition exercée par le
framboisier (*Rubus idaeus* L.) et les feuillus de lumière
sur la croissance du sapin (*Abies balsamea* (L.) Mill.) en
régénération. Canadian Journal of Forestry Resources 22:
1408-1416.
- SARH, 1982. Manual de aplicación del Método de Desarrollo
Silvícola. México, D.F. 303 pp.
- Sánchez, D.F. y Cetina, A.V. 1993. Efecto de la temperatura en
la velocidad de germinación en *Pinus cembroides* Zucc. III
Simposio sobre Pinos Piñoneros. Programa Forestal. Colegio
de Postgraduados. Montecillo, México. p 40-41.
- Segura, G. and Snook, L.C. 1992. Stand dynamics and
regeneration patterns of a pinyon pine forest in east

central México. Forest Ecology Management (47) 175-194.

Shelton, M.G. and Murphy, P.A. 1994. Loblolly pine regeneration and competing vegetation 5 years after implementing uneven-aged silviculture. Canadian Journal of Forestry Resources 24: 2448- 2458.

Sutomo, S. Pratiwi, S. 1988. Composition and stocking of natural regeneration in a virgin and logged-over forest at Kintap, South Kalimantan. Buletin Penelitian Hutan. No. 501: 1-12

Tomback, D.F., Sund, S.K., and Hofmann, L.A. 1993. Post-fire of *Pinus albicaulis*: height-age relationships, age structure, and microsite characteristics. Canadian Journal of Forestry Resources. 23: 113-119.

Valencia, V.J. 1992. Análisis de la regeneración después del tratamiento de árboles padre en Atenquique, Jalisco. Ciencia Forestal 17: (71) 63-85.

Weisberg, P.J. and Baker, W.L.. 1995. Spatial variation in tree regeneration in the Forest-tundra ecotone, Rocky Mountain National Park, Colorado. Can. J. of For. Res. 25: 1326-1339.

CAPITULO V

EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL EN BOSQUES DE CONIFERAS

DE LA UCODEFO NO 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MÉXICO

EVALUATING PLANT REGENERATION IN CONIFEROUS STANDS OF LA

UCODEFO NO 4 OF SAN DIMAS, DGO. MÉXICO

¹Clemente Estrada, ¹José Cruz Contreras, ²Jesús Soto y ³José

Návar

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) evaluar las características dasométricas de la regeneración natural y 2) tratar de explicar los comportamientos de la regeneración natural en rodales de coníferas sujetos a cortas de regeneración en bosques de coníferas de la Sierra Madre

¹ Estudiantes de Maestría en Ciencias Forestales, ² Consultor Forestal y ³ Profesor-Investigador ¹ M.Sc. For Students, ² Forestry Consultant, and ³ Assistant Professor Forest Hydrology. Facultad de Ciencias Forestales-UANL. Apartado Postal No 41. 67700 Linares, N.L. México Email: JNAVAR@CCR.DSI.UANL.MX

Occidental del estado de Durango, México. La densidad, edad, altura y diámetro de la regeneración, así como el número de sitios, sus dimensiones y la forma de establecimiento fueron evaluados en parcelas de 1 ha en rodales que fueron sujetos a cortas de regeneración en 1989. El sistema de evaluación consistió en aislar una hectárea del rodal y dividirla en subparcelas de 5mX5m. Estos datos fueron colectados desde marzo a noviembre de 1996. Los resultados mostraron que la densidad de la regeneración fue pobre en 8 de los 20 rodales inventariados, mientras que en el resto de los rodales la regeneración mostró una deficiencia en la edad adecuada. Es decir, la regeneración cuenta actualmente con un promedio de edad de 2 años, indicando que se perdieron 5 años de potencial productivo del sitio. Las fuentes de variación de las densidades de regeneración fueron estadísticamente explicadas por el espesor del mantillo orgánico, la cobertura arbórea y el grado de pastoreo. Este trabajo de investigación resalta la necesidad de reforestar el 40 % de las rodales sujetos a cortas de regeneración y proteger la regeneración ya establecida en los demás rodales del pastoreo y los incendios forestales.

Palabras clave: Regeneración Natural, Cortas de Regeneración, Durango, México.

ABSTRACT

The objectives of this study were: 1) to evaluate the dasometric characteristics of the natural plant regeneration, and 2) to try to explain the causes of plant regeneration variation in forest stand subjected to regeneration cuts through the silvicultural treatment of seed trees in the coniferous forests of the western Sierra Madre of the state of Durango, Mexico. Mexico. Plant density, age, height, diameter, as well as the number of sampling sites, their dimensions, and how they should be established were evaluated in forest stands which were subjected to the silvicultural treatment of seed trees in 1989. The evaluating system consisted in isolating one hectare and divide it into subplots with dimensions of 5mX5m. This information was collected from March through November of 1996. The results showed that regeneration density was poor in 8 out of 20 forest stands, while the rest of them showed that the age of regeneration was only 2 years old. That is, plant regeneration did not establish on time, loosing 5 year of

productive potential. The sources of variation of regeneration density were depth of litter layer, tree cover, and degree of overgrazing. This report emphasizes the need to reforest 40 % of the forest stands subject to regeneration cuts and to protect forest stands where plant regeneration has been already established from overgrazing practices as well as from forest fires.

Key words: Natural Plant Regeneration, Seed Trees, Durango, Mexico.

INTRODUCCION

El estado de Durango es uno de los estados de México de mayor importancia forestal, ya que de esta entidad se obtiene el 30 % de la producción maderable total del país (PEF, 1995). Tradicionalmente los bosques del estado fueron manejados selectivamente a través del Método Mexicano de Ordenación de Montes. Para lograr un mejor aprovechamiento de los bosques de coníferas, a partir de 1974 se implementó la aplicación del Método de Desarrollo Silvícola, el cual comprende la aplicación de cortas intermedias (aclareos) una corta de regeneración y una corta de liberación. Este sistema silvícola tiene como principal objetivo, regularizar las masas forestales

redistribuyendo el potencial productivo en los mejores individuos (SARH, 1982).

Las cortas de regeneración son consideradas, como las intervenciones silvícolas más importantes, debido a que tienen como finalidad la obtención de la mejor cosecha forestal así como el establecimiento de la nueva masa forestal. Esta práctica se logra naturalmente a través de la técnica de árboles padres. Este método fue implementado en la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No 4 (UCODEFO No4) a partir de 1988. Según la normatividad oficial, una vez aplicadas estas cortas, la regeneración natural deberá presentarse en un período no mayor a 5 años, de lo contrario se deberán implementar plantaciones forestales para establecer la nueva masa forestal en estas áreas.

La regeneración natural de los bosques, desempeña un papel primordial para su renovación, mejoramiento y perpetuidad. Por consiguiente, el conocimiento de la compleja dinámica de su comportamiento, será determinante para propiciar un manejo forestal sostenible. Bajo este contexto es necesario realizar evaluaciones de la regeneración natural en forma permanente para incrementar y eficientizar acciones que coadyuven en el manejo sostenible de los recursos forestales.

Los objetivos de este trabajo de investigación fueron: 1) evaluar la regeneración natural, 2) determinar sus características dasométricas y 3) explicar las causas de la dinámica de establecimiento y mortalidad de la regeneración natural en rodales sujetos a cortas de regeneración de la UCODEFO No 4 del estado de Durango, México.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Area de Estudio

La UCODEFO No. 4, tiene una superficie total de 195,589 ha, se encuentra en la Sierra Madre Occidental, en el Municipio de San Dimas, Durango, México. Se localiza entre los paralelos $24^{\circ} 06' 35''$ y $24^{\circ} 35' 52''$ latitud norte y los meridianos $105^{\circ} 17' 18''$ y $106^{\circ} 06' 35''$ longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, a una altura promedio de 2,400 msnm.

Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Koeppen, adaptada para México por García (1973) en la UCODEFO No. 4, se tiene una temperatura media que va de los 12 a los 18°C , una precipitación anual promedio de 900 mm. La estación de secas no

es mayor de 6 meses y el periodo libre de heladas es de 150 días en promedio, presentándose nevadas ocasionalmente.

Suelos

El área, según la clasificación de la FAO-UNESCO modificado por DETENAL, por orden de importancia, presenta los siguientes tipos de suelo: litosoles, cambiosoles éutricos y regosoles éutricos. Estando estos suelos ocupados principalmente, por bosques de coníferas y latifoliadas (pino-encino), pastizales naturales y pequeñas áreas agrícolas y de temporal.

Fisiografía

La UCODEFO # 4 se encuentra inmersa dentro de la región fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, la cual atraviesa el estado de Durango de norte a sur. Sin embargo el macizo montañoso principal no es continuo sino que presenta quebraduras a lo largo de su sistema. Debido a esto, las exposiciones que dominan, son la noreste y sudoeste, presentándose las demás a baja escala. Las pendientes fluctúan en un rango de 0 a 40%, existiendo en mayor proporción la clase ondulada y suavemente ondulada, aunque existen pendientes

superiores que no representan las características generales del área. La altitud promedio sobre el nivel del mar es de 2,400, variando de los 2,200 a los 2,800 msnm.

Vegetación

Las comunidades vegetales predominantes son las siguientes: bosque de pino-encino, bosque de encino-pino, bosque de pino, bosque de encino, selva baja caducifolia, pastizal natural e inducido y matorral bajo subespinoso. Las especies de pino que predominan son: *Pinus durangensis*, *Pinus teocote*, *Pinus cooperi*, *Pinus engelmannii*, *Pinus lumholtzii*, *Pinus leiophylla*, *Pinus ayacahuite*, etc.

METODOLOGIA

Para evaluar la regeneración natural, se utilizaron los sitios de 5 x 5 m. Aunque se han realizado diversos trabajos sobre éste tema utilizando variados sistemas de muestreo, tal es el caso de Higo et al., (1994), quien en un bosque dominado por *Pinus densiflora* y *Quercus serrata*, estableció sitios de 200 m² y 1,500 m², con subparcelas de 2m². Valencia (1992), en rodales de *Pinus douglasiana*, utilizó sitios de muestreo de 50m², distribuidos en 8 líneas conforme a los ejes cartesianos

con distancias entre sitios de 25 m. Koskela et al., (1995), en un estudio sobre dinámica de la regeneración natural de *Pinus merkussii*, utilizaron transectos espaciados a 50 m y entre sitios cada 25 m. Cada sitio consistió en 100 m² de forma circular en donde se establecieron subparcelas circulares con dimensiones de 1 m². Ortega (1990) sugirió que sitios de 25 m², con una intensidad de muestreo de 2.5 % podría resultar en buenas estimaciones de la regeneración natural. Castro (1993) mencionó que dimensiones desde 2 hasta 100 m² podrían ser las dimensiones adecuadas de los sitios para medir regeneración, pero recomienda que 4 m² serían las idóneas. Un trabajo de investigación realizado paralelamente al presente demostró que los sitios de menores dimensiones podrían ser los más adecuados para evaluar la densidad de regeneración Estrada et al. (1997), y sugirió que una línea de Canfield podría eventualmente ser utilizada para este propósito.

Para este trabajo de investigación, se aislaron parcelas de 100mX100m (1 ha), donde se marcaron subparcelas de 5mX5m (400 subparcelas por hectárea). En total se aislaron 20 parcelas, en igual número de rodales, con diferentes características tanto de vegetación como en parámetros físicos. Utilizando las subparcelas de 5mX5m, se colectó información

sobre: densidad, altura, diámetro a la base, edad, profundidad del mantillo y forma de distribución de la regeneración natural. Datos adicionales tomados fueron sobre los árboles padres que estuvieron localizados dentro de la subparcelas: densidad, altura, diámetro (1.30 m), área de copa y especie. Con relación a las características de las parcelas de 1 hectárea evaluadas, se tomó información relacionada con la calidad de estación, pendiente, exposición, presencia de incendios en los últimos 8 años y condiciones de pastoreo.

Para determinar las causas de la variación, los datos de densidad, edad, diámetro y altura de la regeneración fueron regresados con las variables a nivel de la subparcela tales como: diámetro, altura y edad de los árboles padres presentes, cobertura arbórea, profundidad del mantillo orgánico. Los datos de densidad, edad, diámetro y altura de la regeneración fueron también regresados con los datos a nivel de la parcela tales como: pendiente, exposición, intensidad de pastoreo, calidad de estación, densidad y área basal, diámetro y altura promedio de los árboles padres, profundidad del mantillo promedio, y cobertura arbórea promedio. Gráficas de cada uno de estos parámetros contra sus variables dependientes tanto al nivel del rodal como de las subparcelas mostraron tendencias lineales,

con mucha variación. Por esta razón, las regresiones utilizadas fueron múltiples del tipo lineal, usando procedimientos de stepwise.

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación Dasométrica de la Regeneración

La densidad de la regeneración fue altamente variable entre los rodales muestreados con promedio de 4208 plántulas por hectárea y una desviación estándar de 7564 plántulas por hectárea (Fig. 5). Esta alta variación se sesga mucho hacia la derecha, con la mayor parte de las densidades en el rango menor. A este respecto, se observaron 8 de 20 rodales con densidades por debajo de las 2500 plántulas por hectárea, las cuales requieren, por su puesto, trabajos de regeneración inmediata. Estos resultados son menos prominentes que los reportados para *Pinus merkusii* y *Pinus densiflora* por Koskela et al., (1995) y Higo et al., (1995) quienes observaron densidades desde 10,000 hasta 120,000 para la primera especie y desde 11,042 hasta 34,250 plántulas por hectárea para la segunda especie.

La edad de la regeneración presenta un promedio de 2.1 años con una desviación estándar de 1.83 años (Fig 5). Estas

estadísticas indican que este parámetro se distribuye muy irregular no siguiendo la frecuencia de años semilleros. La regularidad en las frecuencias pueden explicarse más por la abundancia de semillas en el suelo (banco semillero), con germinaciones anuales importantes pero también con tasas de mortalidad notorias. Las causas de mortalidad mas observables fueron por: 1) el pastoreo continuo, incendios ocasionales, algunas plagas de las yemas terminales. A este respecto se observa que es importante controlar los factores de mortalidad mencionados para poder ayudar a la nueva masa a su establecimiento, de otra manera, las plantaciones no tendrían la continuidad necesaria.

La edad promedio que muestra esta nueva masa, considerando que las cortas de regeneración se realizaron entre 1989 y 1990 indican que se han perdido aproximadamente entre 4 a 5 años de potencial productivo del sitio. Esto equivale a posibles crecimientos en altura y diámetro considerables.

El diámetro y altura promedios fueron 1.03 cm y 0.21 m, respectivamente, con desviaciones estándares de 1.10 cm y 0.24 m, respectivamente (Fig. 5). Estas variables también mostraron sesgo hacia la derecha y es más notoria en la altura. Este comportamiento puede ser explicado parcialmente por las bajas

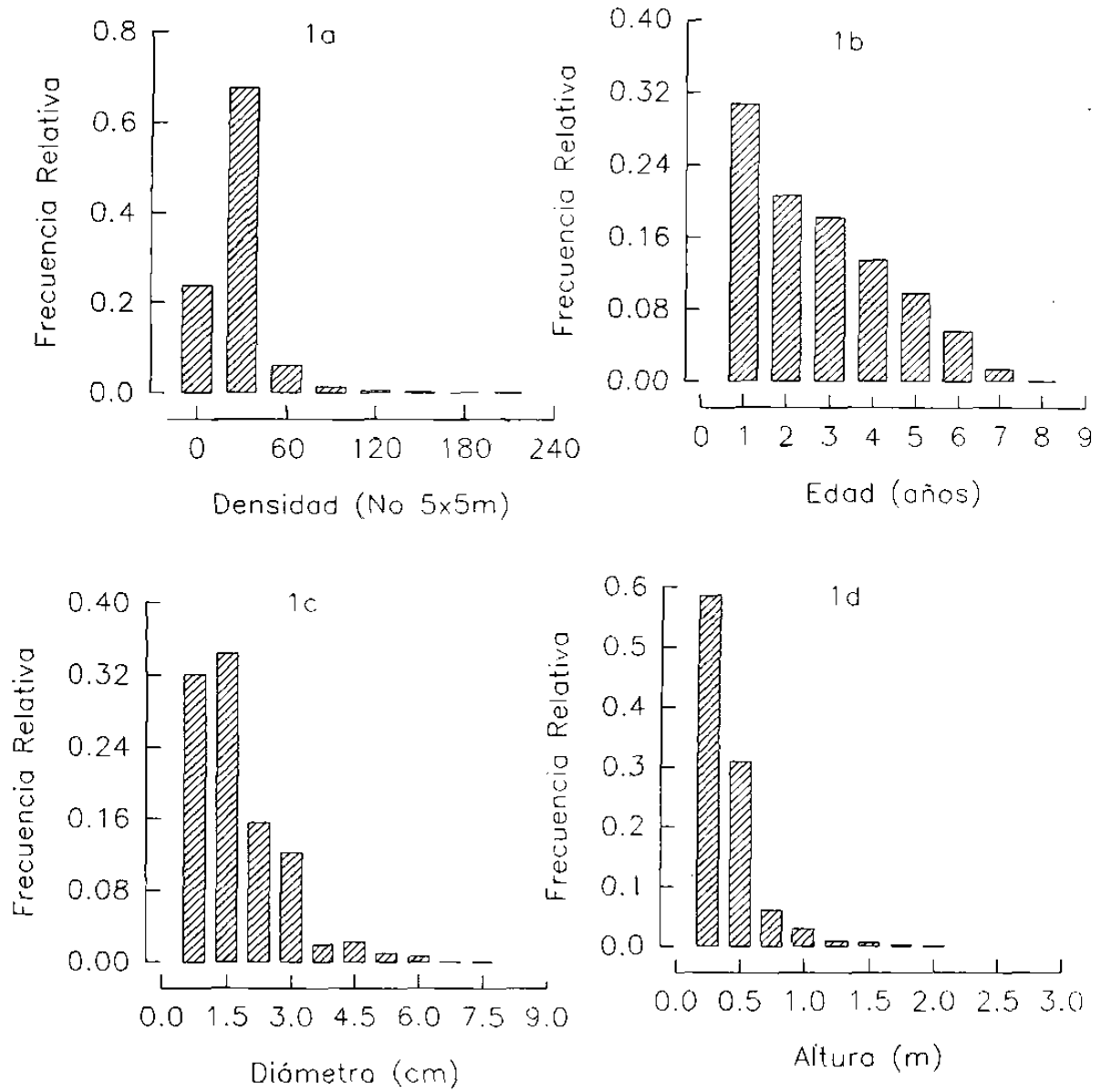


Figura 1. Características Dasométricas de la Regeneración Natural en Rodales sujetos a Cortas de Regeneración en la UCODEFO No 4 de San Dimas, Durango, México.

densidades de regeneración observadas, las que contribuyen a una menor competencia por la luz, a tasas mayores de crecimiento en diámetro que en altura.

Dinámica de Establecimiento y Crecimiento de la Regeneración
Escala de Subparcela.

El establecimiento de la regeneración parece estar más en función de la profundidad del mantillo orgánico, la cobertura arbórea y el diámetro de los árboles padres. Estas relaciones se observan en el modelo {1}.

$$\begin{aligned} NP &= 0.1734 - 0.0132COB + 0.0017D + 0.0233MO && \{1\} \\ n &= 8000, r^2 = 0.0185, S_x = 0.239, P > F = 0.0001 \\ P > F(\beta_0) &= 0.0001, (\beta_1) = 0.0001, (\beta_2) = 0.0025, (\beta_3) = 0.0001 \end{aligned}$$

donde

NP = Densidad de la regeneración en subparcelas de 5X5 m.
COB = Cobertura de los árboles padres en m.
D = Diámetro de los árboles padres en cm.
MO = Profundidad del mantillo en cm.

El modelo indica, que aunque el r^2 es muy bajo, las variables incluidas contribuyen significativamente en términos estadísticos a explicar la variación en la densidad de regeneración observada. La cobertura arbórea posee un signo negativo indicando que a medida que incrementa la sombra disminuye la densidad de la regeneración. A este respecto, las

semillas necesitan de la luz solar para germinar, es decir son intolerantes a la sombra. Mientras mayor sea la sombra menor será la densidad de establecimiento de la regeneración. Estas observaciones han sido también reportadas por Chacón (1993) quién indicó este efecto por las menores áreas basales residuales. Este efecto también fue observado en el mayor crecimiento de la regeneración. Little et al., (1994), por otra parte, observó mayores densidades de regeneración en sitios vecinos de los árboles mayores en la especie *Abies lasiocarpa* por efecto de incendios forestales. Koskela et al., (1995), por otro lado, no encontraron diferencias en la densidad de regeneración de *Pinus merkusii* por efecto de los incendios forestales.

El diámetro de los árboles padres parece ser mas un indicador de la vigorosidad del individuo para producir semilla. Es decir, conforme existan individuos vigorosos que no contribuyan a sombrear el sitio, mayor densidad de regeneración será establecida. Estas observaciones son congruentes con aquellas observadas por Paiz (1994) quien reportó que los diámetros mínimos de los individuos para ser utilizados como árboles padres deberían de tener un diámetro mínimo de 24 cm.

El efecto del mantillo orgánico es positivo. Es decir, a mayor profundidad, mayor densidad de regeneración. El mantillo orgánico puede jugar un papel predominante en: 1) el microclima local, 2) el lavado de semillas y 3) puede ser un indicador de disturbio. Con respecto al primer factor, se ha observado que el mantillo puede amortiguar cambios en temperatura eficientemente, reducir la evapotranspiración del agua del suelo y suministrar continuamente con nitrógeno y fósforo al suelo mineral. Con respecto a las temperaturas Musálem (1994) reportó que las variaciones de éstas, en la época de germinación de las semillas, podrían ser letales para el establecimiento de la regeneración. Cetina (1984) encontró que las semillas del género *Pinus* pueden germinar a temperaturas desde 20 a 30°C, con una óptima de 22°C.

El mantillo orgánico juega también un papel fundamental en controlar los escurrimientos superficiales. Onda y Yukawa (1994) y Alanís *et al.*, (1996) observaron que la mayor profundidad del mantillo orgánico reduce notoriamente los escurrimientos superficiales. Consecuentemente, el lavado de semillas sobre el suelo pudiera ser controlado por la profundidad del mantillo orgánico del suelo. Este parámetro es también un indicador de disturbio del suelo. Altas

profundidades de mantillo indican menos disturbio antropogénico tales como erosión de suelos, incendios forestales o prácticas de sobrepastoreo. Estas actividades pueden afectar el establecimiento y densidad de la regeneración natural.

La profundidad del mantillo puede, sin embargo, también afectar en forma negativa la densidad de la regeneración, como fue observado por Valencia (1992). Espesores de mantillo de más de 5 cm disminuyen significativamente la densidad de la regeneración. Este efecto puede ser explicado por el efecto de barrera que ocasiona que la semilla no llegue al suelo mineral. En este estudio, sin embargo, espesores de mantillo menores que 5 cm fueron regularmente observados pero no mayores de 5 cm. Centeno y Ruiz (1993), por otra parte, observaron que reducciones notorias del mantillo por incendios controlados mejoran significativamente el establecimiento de la regeneración de *Cedrela odorata*. Este efecto fue mas consistente cuando se eliminó también la cobertura arbórea.

La edad de la regeneración estuvo también controlada por las variables mantillo orgánico, cobertura y diámetro de los árboles padres (modelo {2}).

$$E = 1.8386 - 0.10409COB + 0.01118D + 0.16525MO \quad \{2\}$$
$$n=8000, r^2=0.0178, Sx=1.81, P>F=0.0001$$
$$P>F(\beta_0)=0.0001, (\beta_1)=0.0001, (\beta_2)=0.0085, (\beta_3)=0.0001$$

donde

E = edad de la regeneración (años).

Estas relaciones son similares a las observadas para la densidad de la regeneración. Es decir, existe una mayor edad en la regeneración conforme aumenta el diámetro de los árboles padres y la profundidad del mantillo orgánico y se reduce a medida que la cobertura arbórea de los árboles padres incrementa. Esta información puede explicarse porque las condiciones de disturbio parecen ser menores con mayores profundidades de mantillo orgánico, lo que resulta en una mayor probabilidad de crecimiento de las plántulas establecidas. Por otra parte, condiciones de mayor disturbio, aunadas a condiciones de sombra y menor vigorosidad de los árboles padres resulta en regeneraciones establecidas mas jóvenes y en menores densidades.

Escala del Rodal.

La densidad de la regeneración, a la escala del rodal, estuvo estadísticamente influenciada por: 1) el grado de pastoreo, 2) la profundidad promedio del mantillo orgánico y 3)

la forma de establecimiento de la regeneración natural, de acuerdo con el modelo {3}.

$$\begin{aligned} \text{NA} &= 16.508 + 5.09944\text{MO} - 5.01366\text{FR} - 5.3662\text{GP} && \{3\} \\ n &= 20, r^2 = 0.572, S_x = 9.12, P > F = 0.0030 \\ P > F(\beta_0) &= 0.0361, (\beta_1) = 0.0368, (\beta_2) = 0.144, (\beta_3) = 0.0352 \end{aligned}$$

donde

FR = forma de distribución de la regeneración (adimensional).
GP = grado de pastoreo (adimensional).

Consistentemente la profundidad del mantillo orgánico controla la densidad de la regeneración al nivel del rodal. También el grado de pastoreo contribuye estadísticamente a explicar la densidad de la regeneración. A mayor grado de pastoreo, menores densidades de regeneración y viceversa. El pastoreo practicado en la región es en su mayor parte por bovinos, por esta razón, el pisoteo y en épocas de sequía, el mordisqueo, podrían ser las causantes de la mortalidad de la regeneración. El pisoteo continuo podría ocasionar adicionalmente disturbios al mantillo orgánico y suelo mineral que repercutirían sobre condiciones adecuadas para el no establecimiento de las plántulas. Es decir, el pastoreo puede propiciar ecosistemas mas abiertos, del tipo pradera, como ha sido observado por investigaciones realizadas por Manzano

(1997) en matorrales cerrados en el noreste de México. Esta práctica, aunque ocasiona mayores aperturas, compactan el suelo, eliminan el mantillo orgánico y propician el establecimiento de gramíneas.

La edad de la regeneración natural al nivel del rodal estuvo estadísticamente influenciada por: 1) la altura de los árboles padres, 2) la forma de establecimiento de la regeneración natural y la pendiente del sitio, de acuerdo con el modelo {4}.

$$E = -0.8088 + 0.1739H - 0.3906FR + 0.02225P \quad \{4\}$$

$n=20, r^2=0.575, Sx=0.599, P>F=0.0028$

$P>F(\beta_0)=0.5229, (\beta_1)=0.0299, (\beta_2)=0.0744, (\beta_3)=0.0800$

donde

P = pendiente (%).

H = altura total de árboles padres (m).

La contribución de la pendiente al modelo parece estar mas relacionada con el establecimiento de praderas, las cuales son mas fácilmente observables en las exposiciones cercanas al zenit. La forma de establecimiento de la regeneración controla estadísticamente la edad de las plántulas. Esta es mayor cuando la regeneración se establece mas heterogénea espacialmente y viceversa. Este comportamiento pudiera ser explicado por el efecto protectorio de las mismas plántulas cuando se encuentran

aglomeradas. Mientras que la altura parece no tener una explicación lógica en cuanto a la edad de la regeneración natural.

CONCLUSIONES

Las conclusiones emergentes de este reporte de investigación son las siguientes. Las densidades de regeneración observadas variaron desde 189 hasta 23,024 plántulas por hectárea, con un 40 % de los rodales con menos de 2,500 arbolillos por hectárea. Estos rodales requieren de replantación inmediata. La edad promedio de la regeneración fue de 2.1 años, lo que sugiere una alta tasa de mortalidad y por consiguiente prácticas adecuadas de manejo de la regeneración natural. Dentro de estas, sería importante controlar el sobrepastoreo y los incendios forestales. La variación espacial de la regeneración natural fue explicada parcialmente por la profundidad del mantillo orgánico, el grado de sobrepastoreo, la cobertura arbórea y algunos otros factores de menor importancia. Estos datos también sugieren que un mejor manejo de la distribución, dimensiones y edad de los árboles padres pueden resultar en incrementos en las densidades de la regeneración natural.

RECONOCIMIENTOS

En este reporte se desea hacer patente el agradecimiento al personal técnico de la UCODEFO No 4 de San Dimas, Durango, México, quienes contribuyeron en la colecta de datos de campo. Al apoyo económico parcial otorgado por el CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), a través del proyecto de investigación 2452P-N y al COSNET por el apoyo económico otorgado parcialmente para realizar este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Alanís, M. H. 1995. Efecto de quemas prescritas en el escurrimiento del suelo en un rodal de *Pinus arizonica* Engelm. en Madera, Chihuahua. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. F.C.F., UANL.
- Alanís, M.H., Návar, J., Jurado, E., y Aguirre, O.A.C. 1996. Efecto de las quemas prescritas en los escurrimientos superficiales en un bosque de *Pinus arizonica* en Madera, Chihuahua, México. En Prensa en AGROCIENCIA.
- Castro, M.Y.Y. 1993. Evaluación de la regeneración natural del pino en áreas incendiadas. SARH, INIFAP, SIPAC. 18 p.
- Centeno, E. R. y Ruiz, Z. M. 1993. Inducción de la regeneración natural de *Cedrela odorata* L. a través de fuego

controlado. I Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales.
Memoria. Saltillo Coahuila. 57 p.

Cetina, A. V. M.1984. Estudio sobre la regeneración de *Pinus cembroides* Zucc., en condiciones naturales. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 126 P.

Chacón, S.J.M. 1983. Regeneración mediante árboles padres de *Pinus arizonica*. INIF, SARH. Revista Ciencia Forestal. No. 42. México. 19 p.

Chacón, S.J.M. 1993. Comportamiento de la repoblación natural de *Pinus arizonica*, bajo diferentes grados de cobertura de dosel de árboles padres. Tesis Profesional de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montículo, México.

Devore, J.L. 1987. Probability and Statistics for Engineering and the Sciences. Second Edition. Brooks/Cole Publishing Company. Monterrey, California. USA. 672 P.

Estrada, M.C., Contreras, A.J., Soto, J., y Nívar J. 1997. Metodología para la evaluación de la densidad de la regeneración natural en bosques de coníferas de la UCODEFO No. 4 de San Dimas, Durango, México. (En revisión para publicarse en la Revista Agrociencia).

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación

climática. Instituto de Geografía. UNA. 2a. De.
México. 246 p.

Koskela, J., Kuusipalo, J. y Sirikul, W. 1995. natural
regeneration dynamics of *Pinus merkusii* in northern
Thailand. *Forest Ecology and Management* 77: 169-179.

Little, R.W., Peterson, D.L., y Conquest, L.L. 1994.
Regeneration of subalpine fir (*Abies lasiocarpa*) following
fire: effects of climate and other factors. *Canadian
Journal of Forestry* 24: 934-994.

Manzano, C.M.G. 1997. Procesos de desertificación asociados a
sobrepastoreo por caprinos en el matorral espinoso de
Linares, Nuevo León. Tesis Profesional de Maestría en
Ciencias Forestales. F.C.F. UANL. Linares, N.L. México.

Musálem, S. M. A. 1994. Regeneración natural de los bosques de
coníferas en la región central de México. *Revista México y
sus Bosques. Asociación Mexicana de Profesionales
Forestales. Vol. 22. No. 1. México, D. F. 40 p.*

Onda, Y. y Yukawa, N. 1994. The influence of understories and
litter layer on the infiltration of forested hillslopes.
*Proceedings of the International Symposium on Forest
Hydrology, Tokyo, Japan. p 107-114.*

Ortega, P. J. M. 1990. Evaluación de áreas de regeneración de

- pino en la región Chignahuapan, Zacatlán, Puebla. Tesis Profesional de Licenciatura. UACH. Chapingo, México.
- Paiz, G.M. 1994. Fenología de *Pinus oocarpa* Schiede en un Bosque Seco Tropical en Guatemala. Tesis de Maestría. EDECO, CATIE, Costa Rica. 85 p.
- Ruiz, G.A. 1990. Observaciones sobre algunos factores que limitan el establecimiento de la regeneración natural, en bosques de pino en Calpulálpán, Tlaxcala. Tesis Profesional de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 155p.
- SARH, 1982. Manual de aplicación del Método de Desarrollo Silvícola. México, D.F. 303 p.
- Valencia, V. J. 1992. Análisis de la regeneración después del tratamiento de árboles padre en Atenquique, Jalisco. *Ciencia Forestal* 17:(71) 63-85.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES GENERALES

En este estudio se establece una metodología para evaluar la densidad de la regeneración natural y se observa el estado y factores que controlan la densidad y edad de la regeneración natural en rodales bajo manejo de cortas de regeneración con el método de árboles padres. Dentro de la metodología diseñada se encontró que sitios de menores dimensiones, con mayor distribución espacial, son más eficientes en la evaluación de la densidad de la regeneración. Las densidades observadas tuvieron un rango desde 189 hasta 23,024 plántulas ha^{-1} , con un promedio y desviación estándar de 4,208 y 7564 plántulas ha^{-1} , con el 40 % de los rodales observados con menos de 2,500 plántulas ha^{-1} . La edad, diámetro y altura promedio de la regeneración natural fueron de 2.1 años, 1.03 cm, y 1.10 m; con desviaciones estándar de 1.8 años, 0.21 cm, y 0.24 m,

respectivamente. Estos parámetros dasométricos indicaron que se perdieron 5 años de potencial productivo del sitio. Los factores que contribuyeron a explicar la variación en la densidad de la regeneración fueron la cobertura de los árboles padres, su diámetro, la profundidad del mantillo orgánico, y el grado de pastoreo. La cobertura y el grado de pastoreo controlaron negativamente, mientras que el diámetro de los árboles padres y el espesor del mantillo orgánico controlaron en forma positiva la densidad de la regeneración natural. Este trabajo marca la pauta para posteriores investigaciones sobre estudios relacionados con la dinámica de la regeneración natural y la afinación metodológica de evaluación de este parámetro dasométrico crítico en el manejo forestal sustentable.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

De este estudio sobre la evaluación metodológica, el estado y factores que controlan la densidad de la regeneración natural se desprenden las siguientes recomendaciones:

1. Probar la metodología de evaluación con sitios de menores dimensiones y si es posible ajustar sistemas de transectos o líneas de Canfield para hacer aún más eficiente este proceso.
2. Reforestar el 40 % de los rodales que mostraron densidades de regeneración menores a 2,500 plántulas ha⁻¹.
3. Proteger los rodales con cortas de regeneración del sobrepastoreo por medio de cercas.
4. Propiciar el acumulamiento, hasta cierto nivel, del mantillo orgánico por medio de: a) redistribución de los

residuos del aprovechamiento, 2) evitar incendios forestales con altas frecuencias de ocurrencia, y 3) evitar al máximo los escurrimientos superficiales.

5. Seleccionar diamétrica y espacialmente los árboles padres para que la cobertura no se concentre en sitios específicos y los mejores individuos proporcionen la semilla adecuada.

OTRAS RECOMENDACIONES

1. Proteger los rodales intervenidos con cortas de regeneración con brechas cortafuegos (quemadas prescritas).
2. Concientizar a los dueños de los bosques para realizar correctamente las prácticas silvícolas determinadas.
3. La aplicación del método de árboles padres no debe generalizarse a todos los rodales, sino que deben considerarse físico, ecológicos y socio-económicos del área a intervenir.

CAPITULO VIII

LITERATURA CITADA

- Alanís, M. H. 1995. Efecto de quemas prescritas en el escurrimiento del suelo en un rodal de *Pinus arizonica* Engelm. en Madera, Chihuahua. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. F.C.F., UANL.
- Alanís, M.H., Návar, J., Jurado, E., y Aguirre, O. A. C. 1996. Efecto de las quemas prescritas en los escurrimientos superficiales en un bosque de *Pinus arizonica* en Madera, Chihuahua, México. En Prensa en AGROCIENCIA.
- Bolaños, J.F., Gómez, M. y Becerra, F. 1994. Tratamientos al suelo y a la vegetación para estimular la repoblación de *Pinus patula longepedunculata* en Xiacui, Oaxaca. Simposio y II Reunión Nacional de Silvicultura y Manejo de Recursos Forestales: Retos y perspectivas. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

- Castro, Y. Y. 1993. Evaluación de la regeneración natural del pino en áreas incendiadas. SARH, INIFAP, SIPAC. 18 pp.
- Centeno, E. R. y Ruiz, Z. M. 1993. Inducción de la regeneración natural de *Cedrela odorata* L. a través de fuego controlado. I Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Memoria. Saltillo Coahuila. 57 p.
- Cetina, A. V. M. 1984. Estudio sobre la regeneración de *Pinus cembroides* Zucc., en condiciones naturales. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 126 p.
- Chacón, J. M. 1983. Regeneración mediante árboles padres de *Pinus arizonica*. Ciencia forestal 42 (8)
- Chacón, J. M. 1993. Comportamiento de la repoblación natural de *Pinus arizonica*, bajo diferentes grados de cobertura de dosel de árboles padres. Tesis Profesional de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Chacón, S. J. M., Velázquez M. A., Rodríguez F. C., Musálem, M. A., y Manzanilla H. 1994. Comportamiento de la repoblación natural de *Pinus arizonica* Engelm., bajo diferentes grados de cobertura de dosel de árboles padres. Simposio y II Reunión Nacional de Silvicultura y Manejo de Recursos Forestales: Retos y Perspectivas. Colegio de

Postgraduados, Montecillo, México. p 4.

Chrosciewicz, Z. 1988. Jack pine regeneration following postcut burning under seed trees in central Saskatchewan.

For. Chronicle 64(4) 315-319.

Clutter, J.L., Forston, J.C., Pienaar, L.V., Brister, G.H., and Bailey, R.L. 1983. Timber Management: a quantitative approach. John Wiley and Sons, New York.

Daniel, P.W., Helms, V.E., y Baker, F.S. Principios de Silvicultura. McGraw Hill. México. 492 p.

Duc, P. 1991. Regeneration dynamics in selection forest.

Scheizerische Zeitschrift fur Forstwesen 142(4) 299-319.

Eckelman, C.M. 1992. Regeneración y dinámica natural de un bosque de pino encino en la Sierra Madre Oriental en el Noreste de México. III Seminario Nacional sobre utilización de encinos. Fac. de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Linares, N.L. Tomo 1. p. 199-212.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática. Instituto de Geografía. UNAM. 2a. Ed. México. 246 pp.

Gürth, P. 1987. Natural regeneration of Douglas fir in the southwestern Black Forest. Forst-und Holzwirt 42 (3) 59-63.

- Higo, M., Shinohara, A. and Kodama, S. 1995. The regeneration behavior of major components species in the secondary forest dominated by *Pinus densiflora* and *Quercus serrata* in central Japan. *For. Ecol. and Manag.* 76: 1-10.
- Koskela, J., Kuusipalo, J. y Sirikul, W. 1995. Natural regeneration dynamics of *Pinus merkusii* in northern Thailand. *For. Ecol. and Manag.* 77: 169-179.
- Lahde, E. 1991. *Picea abies*-dominated naturally established sapling stands in response a various cleaning-thinnings. *Scandinavian J. For. Res.* 6 (4) 399-508.
- Little, R.W., Peterson, D.L. , and Conquest, L.L. 1994. Regeneration of subalpine fir (*Abies lasiocarpa*) following fire: effects of climate and other factors. *Can. J. For. Res.* 24: 934-994.
- Manzano, C.M.G. 1997. Procesos de desertificación asociados a sobrepastoreo por caprinos en el matorral espinoso de Linares, Nuevo León. Tesis Profesional de Maestría en Ciencias Forestales. F.C.F. UANL. Linares, N.L. México.
- Musálem, S.M.A., Velázquez, M.A., y González M.J.G. 1991. Algunas consideraciones ecológicas-silvícolas en el establecimiento inicial de la regeneración natural en bosques de clima templado-frío. *Agrociencia. Serie*

Recursos Naturales Renovables. 45 p.

- Musálem, S. M. A. 1994. Regeneración natural de los bosques de coníferas en la región central de México. Revista México y sus Bosques. Asociación Mexicana de Profesionales Forestales. Vol. 22. No. 1. México, D. F. 40 p.
- Onda, Y. y Yukawa, N. 1994. The influence of understories and litter layer on the infiltration of forested hillslopes. Proceedings of the International Symposium on Forest Hydrology, Tokyo, Japan. p 107-114.
- Ortega, J. M. 1990. Evaluación de áreas de regeneración de pino en la region Chignahuapán, Zacatlán, Puebla. Tesis de Licenciatura UACH. Chapingo, México.
- Paiz, G.M. 1994. Fenología de *Pinus oocarpa* Schiede en un Bosque Seco Tropical en Guatemala. Tesis de Maestría. EDECO, CATIE, Costa Rica. 85 p.
- PODER EJECUTIVO FEDERAL (PEF). 1995. Programa Forestal y de Suelo. SEMARNAP, Tlalpan, México, D.F.
- Pritchett, W. L. 1986. Suelos forestales. Editorial Limusa. México, D F. p. 535-556.
- Puig, H. 1993. Arboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biósfera EL Cielo. Tamaulipas, México. Instituto de Ecología, A.C. México, D.F. 85 p.

- Rivero, B. y Zepeda, B.E.M. 1990. Principios básicos de regulación forestal. Serie de apoyo académico No. 42. División de Iencias Forestales. Chapingo, México. 262 p.
- Ruel, J.C. 1992. Impact de la compétition exercée par le framboisier (*Rubus idaeus* L.) et les feuillus de lumière sur la croissance du sapin (*Abies balsamea* (L.) Mill.) en régénération. Canadian Journal of Forestry Resources 22: 1408-1416.
- Ruíz, G.A. 1990. Observaciones sobre algunos factores que limitan el establecimiento de la regeneración natural, en bosques de pino en Calpulálpán, Tlaxcala. Tesis Profesional de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 155p.
- SARH, 1982. Manual de aplicación del Método de Desarrollo Silvícola. México, D.F. 303 pp.
- Sánchez, D.F. y Cetina, A.V. 1993. Efecto de la temperatura en la velocidad de germinación en *Pinus cembroides* Zucc. III Simposio sobre Pinos Piñoneros. Programa Forestal. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. p 40-41.
- Segura, G. and Snook, L.C. 1992. Stand dynamics and regeneration patterns of a pinyon pine forest in east central Mexico. Forest Ecology Management (47) 175-194.

Shelton, M.G. and Murphy, P.A. 1994. Loblolly pine regeneration and competing vegetation 5 years after implementing uneven-aged silviculture. Canadian Journal of Forestry Resources 24: 2448- 2458.

Spurr, B.S.H., y Barnes, B.V. 1982. Ecología Forestal. México, D.F. 687 p.

Sutomo, S. Pratiwi, S. 1988. Composition and stocking of natural regeneration in a virgin and logged-over forest at Kintap, South Kalimantan. Buletin Penelítian Hutan. No. 501: 1-12

Tomback, D.F., Sund, S.K., and Hofmann, L.A. 1993. Post-fire of *Pinus albicaulis*: height-age relationships, age estructure, and microsite characteristics. Canadian Journal of Forestry Resources.23: 113-119.

Valencia, V.J. 1992. Análisis de la regeneración después del tratamiento de árboles padre en Atenquique, Jalisco. Ciencia Forestal 17:(71) 63-85.

Weisberg, P.J. and Baker, W.L.. 1995. Spatial variation in tree regeneration in the Forest-tundra ecotone, Rocky Mountain National Park, Colorado. Can. J. of For. Res. 25: 1326-1339.

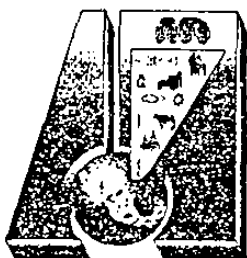
CAPITULO IX

ANEXOS

- 1.Acuse de Recibo de los Reportes Enviados a Publicación: a)
AGROCIENCIA y b) INVESTIGACION AGRARIA: Sistemas y Recursos
Forestales
- 2.Resultados del Statistical Analysis System para los modelos
lineales múltiples.
- 3.Resultados de Statistical Analysis System para el análisis de
covarianza.

ANEXO 1A

1.- ACUSE DE RECIBO DEL REPORTE 'METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL EN BOSQUES DE CONIFERAS EN LA UCODEFO No 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO' POR PARTE DEL EDITOR PRINCIPAL DE LA REVISTA AGROCIENCIA, DR. LEOPOLDO MENDOZA ONOFRE.



Agrociencia



10 de febrero de 1997

DR. JOSE DE JESUS NAVAR
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES-UANL
APDO. POSTAL 136
67700 LINARES, N.L.

Con base en las normas de la revista, es responsabilidad del suscrito que antes de enviar una contribución a arbitraje, se verifique que cumpla con el debido formato y la estructura adecuada.

Por tal razón, se ha revisado la contribución clave: AGNE-97-22, intitulada: **METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL EN BOSQUES DE CONIFERAS EN LA UCODEFO No. 4 DE SAN DIMAS, DURANGO, MEXICO**, del cual usted funge como autor.

En hoja anexa le envío las observaciones pertinentes. Le agradeceré que en un plazo no mayor de 30 días, a partir de esta fecha, remita original y tres fotocopias de la nueva versión en la cual tales observaciones hayan sido consideradas. Junto con lo anterior, es indispensable que envíe la copia que ahora anexo, **SIN HACER ANOTACION ALGUNA EN ELLA**, con objeto de facilitar el proceso editorial.

Con gusto atenderé cualquier duda al respecto.

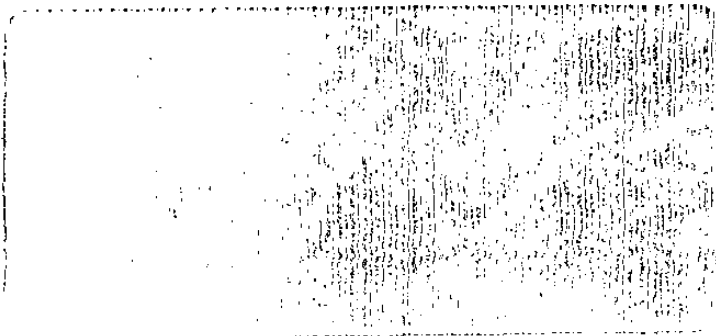
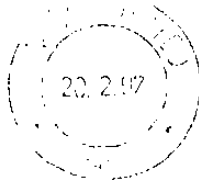
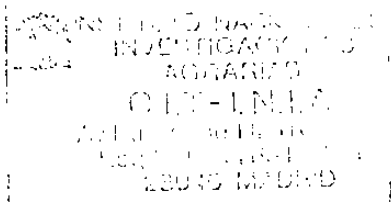
ATENTAMENTE

DR. LEOPOLDO E. MENDOZA ONOFRE
DIRECTOR

ANEXO 1B

2.- ACUSE DE RECIBO DEL REPORTE 'EVALUACION DE LA REGENERACION
NATURAL EN BOSQUES DE CONIFERAS EN LA UCODEFO NO 4 DE SAN
DIMAS, DURANGO, MEXICO' POR PARTE DEL EDITOR PRINCIPAL DE LA
REVISTA INVESTIGACION AGRARIA, SISTEMAS Y RECURSOS FORESTALES,
DR. RAMON ELENA ROSELLO.

Ing. Clemente Estrada Márquez



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
del
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA

Carretera de La Coruña, Km. 7
28040 Madrid

Ramón ELENA ROSSELLO

Fecha: 17-FEBRERO-97

Título: Evaluación de la Regeneración Natural en Bosques de Coníferas en La UCODEFO Nº 4 de San Dimas, Durango, México.....

Le comunico que con fecha 17-Febrero-97 se ha recibido para su evaluación manuscrito de referencia.

Atentamente le saluda.

A. D. José de Jesús Navar Chaldez
Subdirección de Investigación
Facultad de Ciencias Forestales,
U.A.N.L.
Carretera Nacional km. 145
Apartado postal 41
67700 LINARES - NUEVO LEON
MEXICO

Ramón Elena Rossello
Sistemas Forestales

28011
MADRID

ANEXO 2

RESULTADOS DEL STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM PARA LOS MODELOS
LINEALES MULTIPLES.

Stepwise Procedure for Dependent Variable DENS

Step 1 Variable PAST Entered R-square = 0.38260381 C(p) = 10.06474696

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	1	1190.55818196	1190.55818196	11.15	0.0036
Error	18	1921.16769984	106.73153888		
Total	19	3111.72588180			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	23.25447872	4.45760399	2904.71162203	27.22	0.0001
PAST	-7.95786170	2.38268955	1190.55818196	11.15	0.0036

Bounds on condition number: 1, 1

Step 2 Variable MAN Entered R-square = 0.50858345 C(p) = 6.74623774

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	2	1582.57227461	791.28613730	8.80	0.0024
Error	17	1529.15360719	89.95021219		
Total	19	3111.72588180			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	11.87996552	6.81417927	273.40436446	3.04	0.0993
MAN	4.84447292	2.32058130	392.01409265	4.36	0.0522
PAST	-6.55981897	2.28758913	739.65611568	8.22	0.0107

Bounds on condition number: 1.093734, 4.374936

Step 3 Variable DR Entered R-square = 0.57174210 C(p) = 6.07985519

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	3	1779.10470324	593.03490108	7.12	0.0030
Error	16	1332.62117856	83.28882366		
Total	19	3111.72588180			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	16.50832566	7.21614322	435.89561056	5.23	0.0361
MAN	5.09944247	2.23916215	431.97740609	5.19	0.0368
DR	-5.01366493	3.26386028	196.53242864	2.36	0.1440
PAST	-5.36616447	2.33438329	440.11924164	5.28	0.0353

Bounds on condition number: 1.230029, 10.36602

All variables in the model are significant at the 0.1500 level.
 No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Summary of Stepwise Procedure for Dependent Variable DENS

Step	Variable Entered	Number Removed	In	Partial R**2	Model R**2	C(p)	F	Prob>F
1	PAST	1	0.3826	0.3826	10.0647	11.1547	0.0036	
2	MAN	2	0.1260	0.5086	6.7462	4.3581	0.0522	
3	DR	3	0.0632	0.5717	6.0799	2.3596	0.1440	

Stepwise Procedure for Dependent Variable ALT

Step 1 Variable H Entered R-square = 0.29359429 C(p) = -1.83470136

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	1	0.03944455	0.03944455	7.48	0.0136
Error	18	0.09490600	0.00527256		
Total	19	0.13435055			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	-0.15317769	0.13480446	0.00680775	1.29	0.2707
H	0.02206967	0.00806887	0.03944455	7.48	0.0136

Bounds on condition number: 1, 1

Step 2 Variable DR Entered R-square = 0.44991458 C(p) = -2.96933556

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	2	0.06044627	0.03022314	6.95	0.0062
Error	17	0.07390428	0.00434731		
Total	19	0.13435055			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	-0.02417555	0.13575008	0.00013788	0.03	0.8608
H	0.01851455	0.00750319	0.02647011	6.09	0.0245
DR	-0.05002869	0.02276156	0.02100172	4.83	0.0421

Bounds on condition number: 1.048736, 4.194943

Step 3 Variable AB Entered R-square = 0.53169809 C(p) = -2.60931090

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	3	0.07143393	0.02381131	6.06	0.0059
Error	16	0.06291662	0.00393229		
Total	19	0.13435055			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	0.03215812	0.13343371	0.00022840	0.06	0.8126
H	0.01114783	0.00838719	0.00694693	1.77	0.2024
AB	0.01387247	0.00829897	0.01098766	2.79	0.1140
DR	-0.06363818	0.02312823	0.02977119	7.57	0.0142

Bounds on condition number: 1.448716, 12.26728

Step 4 Variable H Removed R-square = 0.47999062 C(p) = -3.57243967

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	2	0.06448700	0.03224350	7.85	0.0039
Error	17	0.06986355	0.00410962		
Total	19	0.13435055			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	0.19692450	0.05047230	0.06255974	15.22	0.0011
AB	0.01966843	0.00721844	0.03051084	7.42	0.0144
DR	-0.07460168	0.02208917	0.04687486	11.41	0.0036

Bounds on condition number: 1.044816, 4.179265

Step 5 Variable COB Entered R-square = 0.58027670 C(p) = -3.58344017

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	3	0.07796049	0.02598683	7.37	0.0025
Error	16	0.05639006	0.00352438		
Total	19	0.13435055			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	0.24230673	0.05218630	0.07598021	21.56	0.0003
COB	-0.09450939	0.04833661	0.01347349	3.82	0.0683
AB	0.02979851	0.00845745	0.04375149	12.41	0.0028
DR	-0.07424724	0.02045676	0.04642686	13.17	0.0023

Bounds on condition number: 1.672441, 13.04406

All variables in the model are significant at the 0.1500 level.
 No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Summary of Stepwise Procedure for Dependent Variable ALT

Step	Variable Entered	Number Removed	Partial In	Model R**2	R**2	C(p)	F	Prob>F
1	H	1	0.2936	0.2936	-1.8347	7.4811	0.0136	
2	DR	2	0.1563	0.4499	-2.9693	4.8310	0.0421	
3	AB	3	0.0818	0.5317	-2.6093	2.7942	0.1140	
4	H	2	0.0517	0.4800	-3.5724	1.7666	0.2024	
5	COB	3	0.1003	0.5803	-3.5834	3.8229	0.0683	

Stepwise Procedure for Dependent Variable DIAM

Step 1 Variable H Entered R-square = 0.31283827 C(p) = 1.28326143

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	1	1.02990267	1.02990267	8.19	0.0103
Error	18	2.26222228	0.12567902		
Total	19	3.29212495			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	-0.83688114	0.65815027	0.20320772	1.62	0.2197
H	0.11277177	0.03939433	1.02990267	8.19	0.0103

Bounds on condition number: 1, 1

Step 2 Variable CE Entered R-square = 0.47665416 C(p) = -0.83698091

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	2	1.56920505	0.78460252	7.74	0.0041
Error	17	1.72291990	0.10134823		
Total	19	3.29212495			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	-0.46138439	0.61302605	0.05740954	0.57	0.4620
H	0.11370201	0.03537843	1.04682771	10.33	0.0051
CE	-0.22995576	0.09968647	0.53930238	5.32	0.0339

Bounds on condition number: 1.00013, 4.00052

All variables in the model are significant at the 0.1500 level.
 No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Summary of Stepwise Procedure for Dependent Variable DIAM

Step	Variable Entered	Variable Removed	In	Partial R**2	Model R**2	C(p)	F	Prob>F
1	H		1	0.3128	0.3128	1.2833	8.1947	0.0103
2	CE		2	0.1638	0.4767	-0.8370	5.3213	0.0339

Stepwise Procedure for Dependent Variable EDAD

Step 1 Variable H Entered R-square = 0.37909271 C(p) = 0.03602818

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	1	5.12455063	5.12455063	10.99	0.0039
Error	18	8.39338457	0.46629914		
Total	19	13.51793520			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	-2.07123850	1.26772772	1.24472343	2.67	0.1197
H	0.25155341	0.07588128	5.12455063	10.99	0.0039

Bounds on condition number: 1, 1

Step 2 Variable DR Entered R-square = 0.48261659 C(p) = -0.63765913

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	2	6.52397982	3.26198991	7.93	0.0037
Error	17	6.99395538	0.41140914		
Total	19	13.51793520			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	-1.01819817	1.32058616	0.24457107	0.59	0.4513
H	0.22253310	0.07299151	3.82400534	9.29	0.0073
DR	-0.40838256	0.22142604	1.39942918	3.40	0.0826

Bounds on condition number: 1.048736, 4.194943

Step 3 Variable PEND Entered R-square = 0.57534843 C(p) = -1.03262278

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F	Prob>F
Regression	3	7.77752282	2.59250761	7.23	0.0028

Ing. Clemente Estrada Márquez

Error	16	5.74041238	0.35877577
Total	19	13.51793520	

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II Sum of Squares	F	Prob>F
INTERCEP	-0.80886372	1.23829677	0.15308207	0.43	0.5229
H	0.17391887	0.07295593	2.03889704	5.68	0.0299
DR	-0.39059861	0.20699626	1.27749582	3.56	0.0774
PEND	0.02225836	0.01190790	1.25354300	3.49	0.0800

Bounds on condition number: 1.201416, 10.24563

All variables in the model are significant at the 0.1500 level.
No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Summary of Stepwise Procedure for Dependent Variable EDAD

Step	Variable Entered	Number Removed	Partial In	Model R**2	Model R**2	C(p)	F	Prob>F
1	H	1	0.3791	0.3791	0.0360	10.9898	0.0039	
2	DR	2	0.1035	0.4826	-0.6377	3.4016	0.0826	
3	PEND	3	0.0927	0.5753	-1.0326	3.4939	0.0800	

ANEXO 3

RESULTADOS DEL STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM PARA EL ANALISIS DE
COVARIANZA.

General Linear Models Procedure
 Class Level Information

Class Levels Values
 AR 7 a b c d e f g

Number of observations in data set = 140

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LP2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	83.07548740	6.39042211	14.23	0.0001
Error	126	56.60273735	0.44922807		
Corrected Total	139	139.67822475			

R-Square C.V. Root MSE LP2 Mean
 0.594763 24.22845 0.670245 2.76635487

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TN	1	42.90840937	42.90840937	95.52	0.0001
AR	6	38.69361700	6.44893617	14.36	0.0001
TN*AR	6	1.47346103	0.24557684	0.55	0.7718

General Linear Models Procedure

Number of observations in data set = 140

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LP2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	81.60202637	11.65743234	26.50	0.0001
Error	132	58.07619838	0.43997120		
Corrected Total	139	139.67822475			

R-Square C.V. Root MSE LP2 Mean
 0.584214 23.97752 0.663303 2.76635487

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TN	1	42.90840937	42.90840937	97.53	0.0001
D1	1	15.59528493	15.59528493	35.45	0.0001
D2	1	10.75552913	10.75552913	24.45	0.0001
D3	1	8.23137415	8.23137415	18.71	0.0001
D4	1	3.26672763	3.26672763	7.42	0.0073
D5	1	0.75840837	0.75840837	1.72	0.1915
D6	1	0.08629279	0.08629279	0.20	0.6586

Parameter	T for H0: Pr > T		Std Error of	
	Estimate	Parameter=0	Estimate	
INTERCEPT	5.747930325	14.87	0.0001	0.38645465
TN	-0.458941515	-9.91	0.0001	0.04632842
D1	1.380861203	6.58	0.0001	0.20975826
D2	1.096501992	5.23	0.0001	0.20975826
D3	0.866981473	4.13	0.0001	0.20975826
D4	0.499722643	2.38	0.0186	0.20975710
D5	0.192048686	0.92	0.3616	0.20975826
D6	-0.092895397	-0.44	0.6586	0.20975826

General Linear Models Procedure

Number of observations in data set = 140

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LP2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	81.60202637	11.65743234	26.50	0.0001
Error	132	58.07619838	0.43997120		
Corrected Total	139	139.67822475			

R-Square	C.V.	Root MSE	LP2 Mean
0.584214	23.97752	0.663303	2.76635487

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TN	1	42.90840937	42.90840937	97.53	0.0001
D1	1	15.59528493	15.59528493	35.45	0.0001
D2	1	10.75552913	10.75552913	24.45	0.0001
D3	1	8.23137415	8.23137415	18.71	0.0001
D4	1	3.26672763	3.26672763	7.42	0.0073
D5	1	0.75840837	0.75840837	1.72	0.1915
D7	1	0.08629279	0.08629279	0.20	0.6586

Parameter	Estimate	T for H0: Pr > T Parameter=0	Std Error of Estimate
INTERCEPT	5.655034928	14.59	0.0001
TN	-0.458941515	-9.91	0.0001
D1	1.473756600	7.03	0.0001
D2	1.189397388	5.67	0.0001
D3	0.959876870	4.58	0.0001
D4	0.592618040	2.83	0.0055
D5	0.284944083	1.36	0.1766
D7	0.092895397	0.44	0.6586

General Linear Models Procedure

Number of observations in data set = 140

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LP2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	81.60202637	11.65743234	26.50	0.0001
Error	132	58.07619838	0.43997120		
Corrected Total	139	139.67822475			

R-Square	C.V.	Root MSE	LP2 Mean
0.584214	23.97752	0.663303	2.76635487

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TN	1	42.90840937	42.90840937	97.53	0.0001
D1	1	15.59528493	15.59528493	35.45	0.0001
D2	1	10.75552913	10.75552913	24.45	0.0001
D3	1	8.23137415	8.23137415	18.71	0.0001
D4	1	3.26672763	3.26672763	7.42	0.0073
D6	1	0.47588597	0.47588597	1.08	0.3002
D7	1	0.36881519	0.36881519	0.84	0.3616

Parameter	Estimate	T for H0: Pr > T Parameter=0	Std Error of Estimate
INTERCEPT	5.939979011	15.33	0.0001
TN	-0.458941515	-9.91	0.0001
D1	1.188812517	5.67	0.0001
D2	0.904453306	4.31	0.0001
D3	0.674932787	3.22	0.0016

Ing. Clemente Estrada Márquez

D4	0.307673958	1.47	0.1448	0.20975503
D6	-0.284944083	-1.36	0.1766	0.20975490
D7	-0.192048686	-0.92	0.3616	0.20975826

General Linear Models Procedure

Number of observations in data set = 140

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LP2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	81.60202637	11.65743234	26.50	0.0001
Error	132	58.07619838	0.43997120		
Corrected Total	139	139.67822475			

R-Square	C.V.	Root MSE	LP2 Mean
0.584214	23.97752	0.663303	2.76635487

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TN	1	42.90840937	42.90840937	97.53	0.0001
D1	1	15.59528493	15.59528493	35.45	0.0001
D2	1	10.75552913	10.75552913	24.45	0.0001
D3	1	8.23137415	8.23137415	18.71	0.0001
D5	1	0.04777824	0.04777824	0.11	0.7423
D6	1	1.56647556	1.56647556	3.56	0.0614
D7	1	2.49717498	2.49717498	5.68	0.0186

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	6.247652969	16.13	0.0001	0.38734057
TN	-0.458941515	-9.91	0.0001	0.04632842
D1	0.881138559	4.20	0.0001	0.20975503
D2	0.596779348	2.85	0.0051	0.20975503
D3	0.367258830	1.75	0.0823	0.20975503
D5	-0.307673958	-1.47	0.1448	0.20975503
D6	-0.592618040	-2.83	0.0055	0.20975503
D7	-0.499722643	-2.38	0.0186	0.20975710

General Linear Models Procedure

Number of observations in data set = 140

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LP2

Source	Sum of DF	Mean Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	7	81.60202637	11.65743234	26.50	0.0001
Error	132	58.07619838	0.43997120		
Corrected Total	139	139.67822475			

R-Square	C.V.	Root MSE	LP2 Mean
0.584214	23.97752	0.663303	2.76635487

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TN	1	42.90840937	42.90840937	97.53	0.0001
D1	1	15.59528493	15.59528493	35.45	0.0001
D2	1	10.75552913	10.75552913	24.45	0.0001
D4	1	1.06657688	1.06657688	2.42	0.1219
D5	1	0.06531096	0.06531096	0.15	0.7006
D6	1	3.69458666	3.69458666	8.40	0.0044
D7	1	7.51632843	7.51632843	17.08	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	6.614911799	17.07	0.0001	0.38755015
TN	-0.458941515	-9.91	0.0001	0.04632842
D1	0.513879729	2.45	0.0156	0.20975490
D2	0.229520518	1.09	0.2758	0.20975490
D4	-0.367258830	-1.75	0.0823	0.20975503
D5	-0.674932787	-3.22	0.0016	0.20975490
D6	-0.959876870	-4.58	0.0001	0.20975490
D7	-0.866981473	-4.13	0.0001	0.20975826

General Linear Models Procedure

Number of observations in data set = 140

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LP2

Source	Sum of DF	Mean Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	7	81.60202637	11.65743234	26.50	0.0001
Error	132	58.07619838	0.43997120		
Corrected Total	139	139.67822475			

R-Square	C.V.	Root MSE	LP2 Mean
0.584214	23.97752	0.663303	2.76635487

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TN	1	42.90840937	42.90840937	97.53	0.0001
D1	1	15.59528493	15.59528493	35.45	0.0001
D3	1	4.64464707	4.64464707	10.56	0.0015
D4	1	0.64517961	0.64517961	1.47	0.2281
D5	1	0.30456638	0.30456638	0.69	0.4069
D6	1	5.48115724	5.48115724	12.46	0.0006
D7	1	12.02278177	12.02278177	27.33	0.0001

Parameter	T for H0: Pr > T		Std Error of	
	Estimate	Parameter=0	Estimate	
INTERCEPT	6.844432317	17.66	0.0001	0.38755015
TN	-0.458941515	-9.91	0.0001	0.04632842
D1	0.284359211	1.36	0.1775	0.20975490
D3	-0.229520518	-1.09	0.2758	0.20975490
D4	-0.596779348	-2.85	0.0051	0.20975503
D5	-0.904453306	-4.31	0.0001	0.20975490
D6	-1.189397388	-5.67	0.0001	0.20975490
D7	-1.096501992	-5.23	0.0001	0.20975826

General Linear Models Procedure

Number of observations in data set = 140

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LP2

Source	Sum of DF	Mean Squares	F Value	Pr > F
Model	7	81.60202637	11.65743234	26.50 0.0001
Error	132	58.07619838	0.43997120	
Corrected Total	139	139.67822475		

R-Square	C.V.	Root MSE	LP2 Mean
0.584214	23.97752	0.663303	2.76635487

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	-----------	-------------	---------	--------

TN	1	42.90840937	42.90840937	97.53	0.0001
D2	1	6.63319831	6.63319831	15.08	0.0002
D3	1	3.69778340	3.69778340	8.40	0.0044
D4	1	0.26922657	0.26922657	0.61	0.4355
D5	1	0.84453956	0.84453956	1.92	0.1682
D6	1	8.18170218	8.18170218	18.60	0.0001
D7	1	19.06716697	19.06716697	43.34	0.0001

Parameter	T for H0: Pr > T Std Error of			Estimate
	Estimate	Parameter=0	Estimate	
INTERCEPT	7.128791528	18.39	0.0001	0.38755015
TN	-0.458941515	-9.91	0.0001	0.04632842
D2	-0.284359211	-1.36	0.1775	0.20975490
D3	-0.513879729	-2.45	0.0156	0.20975490
D4	-0.881138559	-4.20	0.0001	0.20975503
D5	-1.188812517	-5.67	0.0001	0.20975490
D6	-1.473756600	-7.03	0.0001	0.20975490
D7	-1.380861203	-6.58	0.0001	0.20975826

