



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

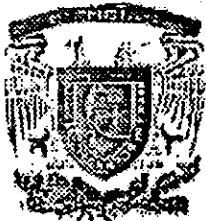
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

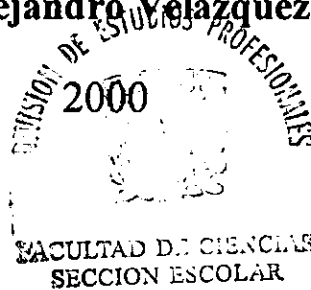
La vegetación herramienta base para la planeación,
aprovechamiento y conservación de los recursos forestales:
El caso de la comunidad indígena de Nuevo San Juan
Parangaricutiro, Mich. México.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G A
P R E S E N T A

Alejandra Fregoso Domínguez



DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Alejandro Velázquez Montes



279733



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: **La vegetación como herramienta base para la planeación, aprovechamiento y conservación de los recursos forestales:**

El caso de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich, México.
realizado por **Alejandra Fregoso Domínguez**

con número de cuenta **9350440-7**, pasante de la carrera de **Biología**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario **Dr. José Alejandro Velázquez Montes**

Propietario **Dr. Gerardo Bocco Verdinelli**

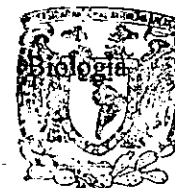
Propietario **Dr. Omar Raúl Masera Cerutti**

Suplente **Biol. Alejandro Torres García**

Suplente **M. en C. Gonzalo Cortéz Jaramillo**

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de
Edna María Suárez Díaz
Dra. Edna María Suárez Díaz



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

Agradecimientos

Agradezco sinceramente a todas las personas involucradas en el desarrollo del presente trabajo.

Por su apoyo, asesoría, las largas discusiones y tiempo brindado para la realización de esta tesis, a mi maestro y amigo Alejandro Velázquez.

A Gerardo Bocco por su apoyo siempre, por influenciarme afortunadamente, en el mundo de la información espacial.

Quiero agradecer profundamente a mis sinodales Alejandro Torres, Omar Maserá, Gonzalo Cortez, Gerardo Bocco y Alejandro Velázquez, por sus comentarios para enriquecer el presente trabajo y por su disposición a pesar de las prisas para revisar la tesis.

A Gerardo Bocco y Alejandro Velázquez por permitirme trabajar con ellos y por hacer el tipo de investigación que hacen.

Al laboratorio de Biogeografía y Sinecología por brindarme un espacio siempre armonioso y acogerme en este mi primer encuentro con la investigación. A todos mis compañeros del laboratorio, muchísimas gracias, gracias.

Al laboratorio de Geoecología por recibirme con los brazos abiertos, por acompañarme en uno de los momentos más fuertes de esta tesis, por aguantarme y ayudarme.

A la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, por permitirme trabajar en sus maravillosos bosques, por apoyar el presente trabajo y brindarme la información forestal, que fue la base para la realización de esta tesis.

A Manuel Mendoza por ayudarme en el desarrollo del modelo espacial, por su infinita paciencia y disposición, gracias.

A Mardo por ayudarme siempre, por la edición e impresión de los mapas, gracias, gracias.

A Andrea Fuentes mi amiga del alma, por la revisión concienzuda que hizo de este trabajo, y sobre todo por su amistad y amor.

A Linski por ayudarme con la edición de las figuras y fotografías, gracias amigo.

A Auroris por ser Auroris, mi amiga y hermana.

A todos mis amiguitos de la facultad con quien compartí las enseñanzas de la biología y una parte fundamental de mi vida, a los cuates gracias. A la amiga Ek, Karina, Valeria y Aurora, por ese aprendizaje y cercanía. A Janik, Leo, Tamara, Marce y Rolando por acompañarme en esos momentos difíciles y brindarme su amistad.

Especialmente quiero agradecer el amor y apoyo incondicional de mi madre, padre, Chivis y Jorge. Con todo mi corazón les doy las gracias. A la familia, los Fregoso y los Dominguez, a tita y Lolín.

Quiero agradecer el apoyo de los siguientes proyectos, los cuales hicieron posible la realización del presente trabajo. Evaluación Automatizada del Paisaje y ordenamiento Territorial, en Comunidades Indígenas del Centro de México (IN101196-UNAM), el programa de becas tesis de licenciatura en proyectos de investigación (PROBETEL). El proyecto estudio sobre la

INDICE

Agradecimientos	
Indice de cuadros.....	i
Indice figuras.....	i
Resumen	1
Introducción.....	2
<i>Del aprovechamiento al manejo forestal</i>	2
<i>El manejo de los recursos forestales en México</i>	5
<i>La importancia de los bosques de México</i>	7
<i>La problemática de los bosques de México</i>	7
<i>Justificación e Hipótesis</i>	9
Marco conceptual.....	10
<i>Ecología del Paisaje</i>	10
Objetivo general y particulares	12
Antecedentes.....	13
<i>Área de estudio</i>	15
<i>La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro</i>	15
<i>Ubicación y descripción</i>	17
Método.....	23
<i>Levantamiento de vegetación</i>	23
<i>Inventario forestal</i>	24
<i>Integración</i>	25
<i>Análisis</i>	27
Elaboración del modelo espacial	34
Resultados.....	35
<i>Florístico -- estructural</i>	35
<i>Clasificación de comunidades de vegetación</i>	37
<i>Integración</i>	48
Discusión y conclusiones.....	52
Recomendaciones.. ..	57
Literatura citada	59

Índice de figuras

Figura 1. Localización de la CINSJP.....	16
Figura 2. Mapa geomorfológico de la CINSJP.....	19
Figura 3. Mapa de suelos de la CINSJP.....	20
Figura 4. Número de levantamientos de vegetación incorporados para la integración de la información florístico estructural básica, para la caracterización de las comunidades vegetales.....	26
Figura 5. Dendograma de comunidades vegetales de los bosques de la región de San Juan Nuevo. En este esquema, la línea discontinua entre los dos grupos de vegetación, indica que no se incluyó para el análisis estadístico la información de las comunidades vegetales de sucesión primaria; sin embargo, se representan en el presente trabajo como parte de la vegetación característica de la región.....	37
Figura 6. Mapa de vegetación, cobertura y uso del suelo.....	50b
Figura 7. Mapa de similitud entre subrodal forestal y comunidad de.....	51b

Índice de cuadros

Cuadro 1. Número de unidades forestales, unidades de manejo y unidades de muestreo, que caracterizan la superficie forestal de la CINSJP y número de variables registradas por unidad de muestreo.....	25
Cuadro 2. Rangos de cobertura abundancia y clases de acuerdo a Van der Maarel (1979) y modificada por Velázquez (1993).....	26
Cuadro 3. Clases de frecuencia y cobertura utilizadas para la elaboración de la tabla sintética. La frecuencia (5) se refiere a la aparición de la especie por comunidad vegetal. La cobertura (%) considera la medida del valor de cobertura de los registros.....	28
Cuadro 4 Cuadro de porcentajes de frecuencias relativas de especies arbóreas (EAs) por comunidad vegetal. Caracterización de las ocho comunidades vegetales forestales, a través de la composición y abundancia (frecuencia relativa) de las EAs que la conforman. El valor de frecuencia de EAs por comunidad se transformó a valores porcentuales relativos. Al grupo <i>Quercus</i> pertenecen todas las especies de encinos; en el grupo "otras hojosas" se encuentran el resto de las especies arbóreas a excepción de las del género <i>Pinus</i> , <i>Abies</i> y <i>Quercus</i>	32
Cuadro 5. Cuadro de combinaciones de frecuencias relativas de EAs (CCFREAs); el valor de frecuencia relativa de EAs para este caso varía en comparación con los valores que las mismas especies tienen en presencia-ausencia de otras EAs. El valor de frecuencia relativa total refleja el patrón de dominancia para esta combinación de EAs, que tipifican a la comunidad vegetal original.....	32
Cuadro 6. Reagrupación de los valores del índice de afinidad en cuatro clases de similitud. Refleja la probabilidad de pertenencia de la comunidad de vegetación asignada al subrodal, en términos de composición y frecuencia de las EAs compartidas.....	33
Cuadro 7a / b. Riqueza de especies y géneros más comunes por familia de levantamientos de vegetación / del inventario florístico.....	36
Cuadro 8. Tabla general de comunidades vegetales de la región de San Juan.....	40b
Cuadro 9. Tabla sintética de las comunidades vegetales de la región de San Juan.....	41, 42
Cuadro 10. Número de unidades de manejo (subrodales), asociadas a un tipo de comunidad vegetal.....	49
Cuadro 11. Cuadro 11. Número de subrodales, pertenecientes a cada clase de similitud. Indica la probabilidad del subrodal de incluir la comunidad vegetal seleccionada conforme al índice de afinidad (composición y frecuencia de EAs).....	49
Cuadro 12. Asociación de comunidades de vegetación a unidades de manejo forestal (subrodal), área que conforman y perímetro. El valor del perímetro indica un índice de fragmentación de cada comunidad vegetal relacionando el número y tamaño de polígonos que la conforman.....	51
Cuadro 13. Clases de similitud, número de subrodales por clases, área y perímetro total que representan. Alrededor del 80% de la superficie forestal, fue exitosamente incorporada al modelo, ligando ambas fuentes de información.....	51
Cuadro 14. Riqueza de género, familia y especies a través de los tres diferentes enfoques en el estudio del bosque. Los levantamientos florístico muestran la riqueza florística de la región, sin embargo, no permite relacionar dicha información, a la distribución de las especies. El inventario forestal, contempla únicamente el 2% de los géneros, el 5% de las familias y el 2% de las especies registradas.....	52

Resumen

En México como en muchos otros países, las estrategias del manejo forestal están enfocadas principalmente a la extracción de madera en el corto plazo. Actualmente, el enfoque de paisaje a favorece el desarrollo de modelos conceptuales hacia el manejo sustentable de los recursos naturales, la conservación ambiental y el desarrollo de las sociedades humanas.

Bajo este enfoque, el presente trabajo compara analíticamente información de ecología de comunidades desde una perspectiva de paisaje y el plan de manejo forestal de la "Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), Michoacán". Este análisis tiene como objetivo conciliar el uso y la conservación de los recursos naturales de la región.

La caracterización de las comunidades vegetales se realizó bajo el enfoque de la escuela Zúrich-Montepellier. La clasificación de las comunidades vegetales se llevó a cabo por el programa automatizado TWINSpan. Un total de 177 levantamientos fueron analizados y 14 comunidades vegetales fueron reconocidas y descritas. El enfoque utilizado nos permitió reconocer las especies diagnósticas de cada comunidad vegetal, las cuales representan condiciones ambientales específicas.

Un total de 1,271 subrodas agregados en 136 rodales fueron previamente definidos y caracterizados por la CINSJP, en términos de sus atributos forestales, es decir, por las especies arbóreas de valor comercial. La vinculación entre la información forestal de los subrodas y los levantamientos, fue a través de un modelo espacial. Este incluye información de la composición de especies y la estructura de las comunidades vegetales y su organización en el espacio. Este modelo espacial nos permite reconocer en dónde y cómo se encuentran estas comunidades vegetales, así como cuáles son los factores ambientales que explican de mejor manera su distribución actual y su estado de conservación.

El modelo espacial de comunidades vegetales difiere substancialmente del obtenido a partir del modelo forestal. El primero representa la heterogeneidad del paisaje a través de la estructura y composición de especies, mientras que el segundo únicamente atributos de las elementos arbóreos de importancia comercial. Es por ello que se recomienda utilizar ambos enfoques como complementarios para fines de desarrollar estrategias de manejo forestal de bajo impacto ecológico.

ABSTRACT

Mexico, as in most other countries, forest management strategies are focused mainly towards wood harvesting in the short term. Currently, landscape approaches have favoured innovative conceptual models towards sustainable natural resource management, environmental conservation and development of human societies.

Under this view, the present study contrasts information on plant community ecology from a landscape view, and the forest plan management of the "Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), Michoacán". These data are aimed at reconcile the use and conservation of natural resources in the region.

The Zúrich-Montepellier approach was followed to characterized plant communities. The classification of plant communities was performed by an automated program (TWINSpan). A total of 177 relevés were surveyed and 14 plant communities were recognised and described. The approach followed permitted us to depict diagnostic species per plant community, which represent specific environmental conditions.

A total of 1,271 forest substands clustered into 136 stands were previously delineated and characterised by the CINSJP in terms of forest attributes. In other words, commercial tree species were thoroughly surveyed. The link between forest data from substands and relevés were related via a spatial model. This includes information on vertical structure (species composition and structure) of all plant communities. These were further analysed on a chorological organisation. This spatial model permitted us to depict where and how these communities are found and which environmental factors explained better current distribution and conservation status.

The plant community spatial model differs substantially from the one obtained from the pure forestry model. The first represents landscape heterogeneity through structure and species composition whilst the second forest density. Here we therefore consider that both approaches as complementary necessary to base upon a ecologically sound forest management strategy.

INTRODUCCIÓN

DEL APROVECHAMIENTO AL MANEJO FORESTAL

El aprovechamiento de los recursos naturales forestales en el ámbito mundial se ha caracterizado, a través de la historia, por ser una actividad no planeada, cuyo origen se basa en satisfacer la demanda social por un creciente volumen de madera, obtenida de bosques naturales. Fue a partir del siglo veinte que surgió y se concretizó un interés por definir formas y estrategias de aprovechamiento, es decir, prácticas que aseguren la preservación y conservación de los recursos naturales forestales. Sin embargo, en la actualidad nos enfrentamos a un deterioro ambiental, producto del aprovechamiento extensivo y no planificado de años anteriores (UICN, 1996, Vogt, *et al*, 1997). El deterioro y la destrucción de bosques naturales se debe principalmente a prácticas como pastoreo, agricultura, incendios naturales y provocados, extracción de madera, así como el creciente desarrollo urbano e industrial (IUCN, 1996; IRM, 1992). Algunas de estas prácticas son causales de graves consecuencias ambientales, reflejadas hoy en día en la pérdida de diversidad biológica y hábitats, extinción de especies, deforestación, azolve y contaminación de cuerpos de agua, entre otros. Estas situaciones se han convertido además, en serios problemas sociales y económicos tanto a nivel local como a nivel regional (Meadows, 1992; Panayotu, 1995).

Hoy día y a partir de la situación global de una crisis socioambiental, han surgido nuevas tendencias para el aprovechamiento de los recursos forestales. El interés de la comunidad internacional por conservar la diversidad biológica y promover el desarrollo sustentable, se remonta a 1987 con el informe Brundtland, donde la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo llegó a la conclusión, en *Nuestro futuro común*, de que existe una imperante necesidad de dirigir el desarrollo hacia un desarrollo sustentable (IRM, 1992). A inicios de la década pasada, con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre desarrollo y ambiente " La Cumbre de la Tierra", los gobiernos de diversos países llegaron al acuerdo de perseguir el desarrollo sustentable de los recursos naturales. Al aceptar "los principios del bosque" y la incorporación dentro de la Agenda 21 del documento "Combatiendo la deforestación"; los representantes gubernamentales asumieron una actitud

participativa sobre la necesidad de manejar de manera sustentable los bosques del mundo (IUCN, 1996; SAF, 1995).

A partir de entonces, las iniciativas internacionales de conservación de bosques y selvas, han dirigido al sector forestal para mejorar las prácticas de producción, de tal manera que se incorporen en la planeación elementos biológicos, ecológicos, geográficos, económicos y sociales, con el fin de alcanzar modelos integrales basados en el manejo del ecosistema (Daily *et al.*, 1996). Es a partir de estas nuevas tendencias de manejo, que se han incluido objetivos más diversificados como la conservación y el uso óptimo de los recursos naturales, que han promovido la diversificación de la producción sustentable, el mantenimiento de hábitats para fauna, la conservación de la diversidad biológica, así como el mantenimiento de servicios ecológicos que naturalmente brinda el bosque, tales como la captura de agua, de carbono y la conservación de los suelos (Oliver *et al.*, 1992; Siste *et al.*, 1998).

Las propuestas para el aprovechamiento de los recursos naturales, al igual que los modelos sobre manejo de recursos forestales, cambian constantemente (Vogt *et al.*, 1997). Hoy en día se tiende a seguir un modelo de manejo de los recursos a nivel de paisaje; es decir, a partir de la concepción del sistema de estudio desde una perspectiva integral, en donde se consideran los diferentes elementos que conforman y caracterizan dicho paisaje (Forman, 1989). Este tipo de modelos permiten proponer planes de manejo multiobjetivo, en contraste con el tipo de planeación convencional, enfocada al aprovechamiento de un solo recurso: el maderable (Vogt 1997; Thoms y Better, 1997; Bocco, 1998).

En 1997, Ermin Baskent reconoce tres cambios importantes en la planeación del manejo de los recursos forestales de las últimas tres décadas. Durante los años sesenta el bosque se concebía como un sistema principalmente productivo, uniforme y estático. A mitad de los años setenta, con la incorporación de estudios poblacionales y de producción, se modifica la visión del bosque-estático a un sistema dinámico. Es a partir de los ochenta cuando, con el avance tecnológico y su incorporación al estudio de los recursos naturales, como el caso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la tecnología de computación avanzada, la percepción remota y las nuevas tendencias mundiales sobre conservación y desarrollo sustentable, se integran conceptos espaciales a los modelos de planeación de aprovechamiento forestal. De esta manera el conocimiento de la estructura espacial del bosque permite hoy en día relacionar y ubicar los diferentes procesos

ecológicos que se llevan a cabo en el bosque-dinámico. La meta de estas nuevas tendencias es alcanzar un manejo integral del bosque que promueva la conservación, protección y uso adecuado de los recursos naturales.

Pero ese manejo de los recursos naturales forestales depende de los objetivos planteados por los poseedores del bosque, o bien, sus administradores directos (Maguire, 1999). Tradicionalmente uno de los objetivos comúnmente planteados es la optimización de la producción de los recursos deseados, es decir, el recurso madera (Seymour, 1999; Thoms y Betters, 1997). Por ello el diseño y la planeación en el manejo de los bosques se enfoca de manera preferencial en la identificación y monitoreo de las poblaciones de interés forestal, para mantener el nivel de producción de madera (Van Lier, 1994; Seymour, 1999). De esta forma el bosque se condiciona en función del volumen de madera deseada, favoreciendo el establecimiento, desarrollo y reproducción de las especies arbóreas de valor económico maderable (Wolf, 1998), en detrimento de la complejidad estructural del bosque y de la diversidad florística (Pitkänen, 1998). Sin embargo, este tipo de aprovechamiento, tiene repercusiones severas en la estructura, composición y distribución de la vegetación del bosque, y por lo tanto, en la dinámica y funcionamiento ecológico del mismo (Palik, 1999; Neave, 1998). Ello se refleja en la alteración de las condiciones ecológicas como el proceso de sucesión secundaria, el ciclo de nutrientes, el microclima, y consecuentemente en la composición de las comunidades bióticas (Chadwick, *et al.*, 1986).

Actualmente el manejo del bosque se basa en equiparar el efecto de las perturbaciones humanas, vinculadas al aprovechamiento forestal, con el efecto de los disturbios naturales, tales como incendios, plagas, huracanes, entre otros (Jardel, 1984; Seymour, 1999; Vogt, 1997). El disturbio es un evento que ocurre en un determinado tiempo y espacio determinado, que altera el equilibrio ecológico en la zona afectada, y modifica la disponibilidad de recursos (Palik, 1999). A partir de esta analogía, basada en la capacidad de regeneración del bosque, se desarrollan los modelos de aprovechamiento del bosque (Jardel, 1984; Brokaw, 1999; Spies, 1999). De acuerdo con Oliver (1990), tres de los parámetros considerados para tal semejanza son:

- 1) Intervalo de retorno: se refiere al periodo en el que el disturbio ocurre en una determinada unidad del territorio.
- 2) Severidad del disturbio: relacionado con la cantidad de vegetación removida y tamaño del área afectada.

3) Patrón espacial del disturbio: en función de la distribución y efectos a distintas escalas.

El reconocimiento de estos parámetros, presupone el dinamismo del bosque, su heterogeneidad espacial y el enfoque multiescalar en el manejo forestal (Spies, 1999).

Para conciliar los objetivos de aprovechamiento y conservación de los recursos naturales forestales; es necesario analizar los elementos ecológicos y espaciales que permitan comprender el funcionamiento del bosque (Baskent, 1997; Jardel, 1998; Velázquez, 1998).

La ecología de comunidades vegetales aporta información acerca de los siguientes aspectos: estructura, composición, ecología, distribución y dinámica de la vegetación, así como de su relación con los distintos elementos del medio (tipo de roca, relieve, suelo y clima) (Brokaw, 1999; Braun-Blanquet, 1979; Forman, 1986; Kent y Coker, 1992). Este tipo de información es esencial para el diseño, planeación y monitoreo del manejo forestal (Mummery, *et al.*, 1999). A partir de esta información, los administradores del bosque pueden reconocer los efectos del aprovechamiento forestal, en términos de la modificación de la vegetación (complejidad de la estructura vertical y riqueza de especies) y su capacidad de regeneración (Palik, 1999; Sist, 1998).

EL MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES EN MÉXICO

En México 80% de la superficie forestal se encuentra en manos de agrupaciones ejidales y comunales campesinas (Toledo, 1993; Thoms, 1998), situación peculiar y paradójica debido al nivel de pobreza que presentan los poseedores del recurso forestal. El 70% de la actividad forestal del país, involucra a cerca de 17 millones de personas (Álvarez-Icaza, 1996), se realiza bajo el régimen de propiedad social del bosque.

En la economía nacional, el sector forestal representa menos de 1% del PIB; esta participación ha disminuido en los últimos años (SEMARNAP, 1997). El descenso se relaciona con varios factores: cambio en el uso del suelo, carencia de planificación en el aprovechamiento forestal, baja eficacia y altos costos en el manejo de los bosques, así como fallas en el mercado y en las cadenas productivas

(SEMARNAP, 1997; Cabarle, 1997). Cabe mencionar que el número de hectáreas que se aprovecha de manera legal en el país es alrededor de los 7 millones de hectáreas (Álvarez-Icaza, 1996).

Por ello, el fortalecimiento de las agrupaciones sociales poseedoras del recurso para el manejo y planeación del aprovechamiento de los recursos, se vislumbra como certera vía para la conservación de la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas, el uso sustentable de los recursos naturales y la distribución equitativa de los recursos económicos (Bocco *et al.*, 2000; Carabias *et al.*, 1994).

En México, actualmente se busca dirigir los esfuerzos del diseño y aprovechamiento de los recursos naturales bajo el modelo de manejo de ecosistemas. Como parte de esta iniciativa el gobierno creó en 1994 la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). El objeto fue promover el desarrollo sustentable, la protección y conservación de los recursos naturales, bajo los criterios y prioridades de una misma dependencia con diversos programas de desarrollo. La política mexicana de protección ambiental incluye cuatro programas complementarios:

- 1) Programa Nacional de Áreas Protegidas (PNA)
- 2) Programa de Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAS)
- 3) Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR)
- 4) Programa Nacional de Reforestación (PRONARE)

Todos estos programas se desarrollan bajo la supervisión de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente PROFEPA (Carabias, com. pers). No obstante, estas políticas de gobierno que no siempre se pueden implementar de manera eficiente.

En términos generales, las iniciativas por parte del gobierno son consecuentes con la disciplina de la ecología del paisaje, que permite crear planes integrales de manejo del territorio, como un producto del ordenamiento territorial (D'Luna, 1995). Sin embargo, es necesario reorientar los esfuerzos y crear nuevas políticas gubernamentales que promuevan con mayor viabilidad la conservación y el manejo integral de los recursos y la participación social (Álvarez-Icaza, 1996). Así mismo se debe trabajar de manera paralela para superar la pobreza, mitigar la falta de alternativas económicas, el crecimiento demográfico, la tala clandestina y promover el uso de tecnología adecuada, además de frenar los incentivos económicos que promueven la ganadería y la deforestación (Jardel, 1996).

LA IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES DE MÉXICO

El territorio mexicano se encuentra ubicado geográficamente en una región que le confiere un importante valor desde el punto de vista de la biodiversidad y por el alto nivel de endemismos que alberga (Mittermier y Goettsch, 1992).

Normalmente se reconoce la importancia biológica de las selvas y los desiertos mexicanos; sin embargo, cabe resaltar que los bosques de pino-encino de México son los más diversos del planeta (Mittermier, 1988; Farjon, 1997). En ellos se encuentran más de cien especies de pinos originarias del Hemisferio Norte; además, comparte 38 de las 65 especies que se distribuyen en Norteamérica, algunas con su distribución principal en México y otras en EUA y Canadá. Todas las especies de Centroamérica se encuentran presentes en México (Farjon, 1997). Los encinos son el segundo género más diverso de estos bosques, con 138 especies de las cuales 70% son endémicas (Mittermier y Goettsch, 1992).

Los bosques templados se encuentran distribuidos ampliamente en las zonas de montaña, principalmente con un clima templado-subhúmedo (Cw). Las zonas templado húmedas ocupan alrededor de 33 millones de ha, alrededor de 20% del territorio, en donde habitan cerca de 30 millones de personas (SARH, 1992).

LA PROBLEMÁTICA DE LOS BOSQUES DE MÉXICO

La presión en la que se encuentran los recursos forestales en México, son el reflejo de prácticas de aprovechamiento no ordenado de los recursos. Ello ha provocado el deterioro ambiental de las zonas boscosas del país, así como en las zonas de influencia donde los bosques juegan un papel importante para el mantenimiento de otros ecosistemas (Merino, 1997).

El acelerado deterioro ambiental se refleja en el detrimento de las condiciones de vida de los propietarios de los recursos, que en la mayoría de los casos, se encuentran inmersos en un nivel de pobreza que se incrementa en relación directa al agotamiento de los mismos (Bocco *et al.*, en prensa). El escenario al que nos enfrentamos hoy en día, es resultado principalmente de la carencia

de propuestas de desarrollo, tanto a nivel local, como regional; que contemplen la relación entre la oferta ambiental y la demanda social (Bocco *et al.*, 1998). Los planes de aprovechamiento de los recursos naturales deben basarse en el conocimiento de la condición actual de los recursos naturales, las limitaciones y capacidades propias de los mismos, así como la organización social bajo la cual serán aprovechados (Álvarez-Icaza *et al.*, 1993).

Según el Instituto de los Recursos Mundiales, en México, anualmente se pierden alrededor de 650 mil ha de bosque, mientras que el dato oficial nacional, reportado por la SARH, es de 370,000 ha anuales (Cabarle, 1997). Estas cifras, a pesar de ser poco precisas, reflejan el alto grado de presión en que se encuentran los recursos forestales del país. Las causas principales de la deforestación son: el avance de la frontera agrícola y ganadera, el incremento en la extracción ilícita de madera y los incendios forestales, que se han agudizado en los últimos años (Cabarle, 1997).

Los procesos de deforestación y degradación forestal contribuyen con 25.8% de las emisiones de gases de efecto invernadero del país, siendo así la segunda fuente de emisión de gases. El sector energía contribuye con 78%, mientras que la industria del cemento con 3.1% (Ordóñez, 1999).

El estado de Michoacán es el estado que presenta las tasas más altas de deforestación de bosques templados a nivel nacional; anualmente se pierden cerca de 50,000 ha, situación que refleja el grado de deterioro y deforestación que se presenta en la mayoría de los bosques templados del Centro y Sur del país (Maserá *et al.*, 1998).

El manejo tradicional del bosque en todo el país, considera los productos maderables como el único beneficio, sin valorar los demás bienes y servicios intrínsecos que dicho ecosistema puede aportar. Ejemplos de esto son la captura de agua y mantenimiento del manto freático, captura de CO₂, conservación de flora y fauna silvestre, recreación, forraje para ganado y leña para combustible (Maserá *et al.*, 1998; Thoms y Betters, 1997). Al subvalorar la complejidad que comprende el funcionamiento y desarrollo de los bosques, no se consideran los innumerables beneficios ambientales que están vinculados a su existencia.

JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

Bajo este contexto, el presente trabajo aporta información sobre la ecología de comunidades vegetales, al modelo de uso sostenido de los recursos naturales que se realiza en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), para elaborar un plan de aprovechamiento y conservación de los recursos forestales. El objetivo del plan es desarrollar, implementar, verificar y monitorear usos diversificados y sostenidos de los recursos naturales.

Los bosques de la CINSJP se encuentran en la Meseta Purépecha, la cual ha presentado desde épocas prehispánicas, una fuerte influencia humana sobre los recursos naturales. En las últimas décadas la presión antrópica ha aumentado y deteriorado la calidad de los recursos forestales, un proceso clave es el creciente desarrollo del mayor centro de producción y concentración aguacatera del país, Uruapan.

Hoy en día, la CINSJP cuenta con la “Certificación Verde”, avalada por el Consejo Silvícola Mundial (CSM). La certificación fue concedida a la CINSJP por su diversificación de actividades productivas y de conservación de suelos, flora y fauna. Ello la compromete a dar seguimiento a sus actividades y a mantener y mejorar la calidad de manejo sustentable que el reconocimiento les otorga a partir de 1998. Desde 1986, sin embargo, la CINSJP había recibido el derecho de manejar sus propios servicios técnicos forestales.

El modelo de aprovechamiento forestal implementado actualmente por la CINSJP, permite formular como hipótesis que bajo el método tradicional con el que se aprovecha el bosque, se sobrestima la importancia de los recursos forestales con valor económico y se subestima la importancia de los demás elementos biológicos que componen la estructura y le dan función al bosque.

Recientemente se ha intentado incorporar los bienes y servicios a los esquemas administrativos y económicos; sin embargo, uno de los problemas ha sido la dificultad de asignar algún valor a los productos que aporta el bosque (Lippke y Bishop, 1999). Hoy en día, es importante ir más allá de caracterizar al bosque tan sólo por su cobertura vegetal con valor económico y formular modelos de manejo integral de los recursos forestales.

MARCO CONCEPTUAL

ECOLOGÍA DEL PAISAJE

La ecología del paisaje surge a raíz del reconocimiento de que las prácticas humanas han transformado progresivamente el paisaje. Bajo esta premisa, la disciplina incorpora principios ecológicos y sociales a conceptos espaciales, que permiten planificar el aprovechamiento de los recursos naturales (Van Lier, 1994).

Bajo esta disciplina, el paisaje se concibe como parte de la superficie terrestre modelada por la actividad de agentes bióticos y abióticos, y se distingue por ser homogéneo hacia el interior y heterogéneo hacia su entorno (Zonneveld, 1994; Forman, 1986). Según Forman y Gordon (1986) en el paisaje operan principalmente tres mecanismos: los procesos geomorfológicos específicos, que actúan a largo plazo; los disturbios locales del ecosistema; y los patrones de colonización, en el corto y largo plazos.

La ecología del paisaje incorpora elementos de distintas disciplinas tales como: geografía, sociología, economía y ecología, principalmente. El análisis de los elementos que controlan el paisaje se realiza a través de herramientas tales como la percepción remota y los sistemas de información geográfica, que permiten integrar y analizar dichos elementos con miras a la planeación integral de los recursos naturales (Bocco, *et al.*, 1991; Lira, 1987; Rathore *et al.*, 1997).

La planeación del paisaje enfatiza en su estudio las interacciones hombre – naturaleza, partiendo del reconocimiento de la distribución de los recursos naturales a macro escala, e involucrando metas y actividades humanas, bajo un análisis de los recursos del paisaje y atributos ambientales como los principales determinantes para la toma de decisiones (Van Lier, 1994; Forman, 1986).

Las relaciones ecológicas entre los atributos y elementos del paisaje se pueden comprender en tres dimensiones (Zonneveld, 1994) :

- 1) Dimensión topológica o vertical, en donde se consideran las interacciones que existen en el paisaje a escala uno a uno.
- 2) Dimensión corológica u horizontal, que permite entender la relación entre los diferentes fragmentos que componen el paisaje a escala regional.
- 3) Dimensión geosférica o global, que permite comprender el sistema a macro escala.

La complejidad del sistema se simplifica parcialmente, ya que la estructura, función y cambio, son dependientes de la escala (Van Lier, 1994). La ecología del paisaje hace especial énfasis en entender el paisaje bajo un sistema jerárquico, en donde cada nivel tiene sus propiedades y mecanismos particulares; las escalas temporal y espacial influyen en el detalle del análisis de los procesos de planeación (Zonneveld, 1994).

El presente trabajo se enmarca dentro del contexto del análisis integral del paisaje, como herramienta útil para generar modelos de uso sostenido de los recursos naturales en comunidades indígenas. El manejo integral del paisaje permite el desarrollo, la implementación, la verificación y monitoreo del uso diversificado y sostenido de los recursos naturales.

Además, el enfoque de paisaje permite definir unidades espaciales, factibles de ser concebidas como entidades de manejo. La unidad de manejo forestal (el rodal), en contraste, se define a través de atributos principalmente fisonómicos de las especies de importancia económica maderable. Esto trae como consecuencia que el aprovechamiento se base exclusivamente, en la minoría de los elementos componentes del paisaje. Por ello resulta importante realizar estudios que integren el rodal dentro de unidades de manejo, definidas a través del enfoque de paisaje.

OBJETIVO GENERAL Y PARTICULARES

Objetivo general

- Analizar el recurso bosque desde una perspectiva ecológica y generar un modelo conceptual de manejo integral.

Objetivos particulares

- Caracterizar y describir las comunidades de vegetación, con énfasis en las de importancia forestal.
- Relacionar las unidades de manejo forestal (subrodal), previamente definidas por la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, con las comunidades de vegetación, a través de los elementos taxonómicos que comparten.
- Contrastar ambos enfoques de definición de unidades (subrodal-paisaje) a través de un modelo espacial, que muestre de manera integral la relación vegetación-recurso forestal.

ANTECEDENTES

Manejo Forestal

A raíz de la erupción del volcán Parícutín y el traslado de la comunidad a nuevos terrenos forestales, las prácticas productivas se transformaron de ser principalmente agrícolas, a agrícola y forestal. En 1978 la comunidad inicia el aprovechamiento forestal de sus bosques de manera no planeada, siendo los pequeños propietarios los que vendían de manera individual los recursos del bosque (Álvarez-Icaza, 1993; DTFNSJP, 1998).

En 1981 la comunidad incursiona en el aprovechamiento planificado de sus bosques, bajo un tipo de organización comunal, de donde surge la empresa comunal forestal. Ésta se encuentra subordinada a la organización social de la CINSJP. Las cuatro entidades importantes para la toma de decisiones son: el consejo (formado por comuneros honorables), el gerente de la empresa (que es designado por consenso), la dirección técnica (el grupo encargado de los usos convencionales y alternos del bosque) y la asamblea general comunal (integrada por la totalidad de los comuneros). Como se mencionó anteriormente, en 1986 la comunidad alcanzó el nivel de capacitación necesaria para hacerse cargo de la planeación, ejecución y control del aprovechamiento de sus recursos.

Hoy en día la empresa cuenta con un aserradero, un sistema de procesamiento de resina y una fábrica de muebles, y ubica sus productos en el mercado nacional e internacional. La empresa emplea a más de 850 comuneros, y es el eje central del desarrollo económico de la comunidad y del municipio.

A partir del establecimiento de la organización comunal, consolidada en la empresa forestal, la Comunidad de Nuevo San Juan se convierte en un modelo exitoso de aprovechamiento de bosques en México (Álvarez-Icaza, 1993, Masera *et al.*, 1998), por su óptimo uso forestal (100 mil m³ de madera/anual), así como por su estructura operativa y forma de toma de decisiones.

Con la instauración del tratado de Libre Comercio (TLC) entre México, Canadá y los Estados

Unidos de Norte América en 1994, los mercados de la madera y sus derivados han tenido importantes cambios. A nivel local, la demanda de los productos generados por la comunidad se redujo en 20% (Bocco *et al.*, 2000). Esto ocasionó que la comunidad hiciera importantes cambios en el aprovechamiento de sus bosques. Los cuales se centraron en un manejo integral, que les permitiera diversificar sus actividades productivas, la conservación y uso óptimo de la biodiversidad y el resto de los recursos naturales. Bajo esta iniciativa, la CINSJP establece un vínculo de colaboración con la UNAM (Instituto de Ecología y Facultad de Ciencias), para generar las bases conceptuales y operativas tendientes al uso diversificado y sostenido de los productos forestales (Bocco *et al.*, 2000).

Método de Desarrollo Silvícola

El manejo forestal que se practica actualmente en la CINSJP está inserto bajo el Método de Desarrollo Silvícola (MDS). Éste se basa en el sistema silvícola de árboles padre, que promueve un bosque con individuos de las mismas edades, dejando en pie a los mejores individuos y extrayendo los individuos con poco valor comercial (árboles bifurcados, con muchas ramas). Los árboles padre que se mantienen sirven para la regeneración natural (Merino, 1997; Ordóñez, 1997).

En la CINSJP, las más de 11,000 hectáreas boscosas se aprovechan en turnos de 50 años y ciclos de corta de 10 años. Durante el periodo de rotación del bosque, se realizan cinco tratamientos. En las primeras tres décadas, cada 10 años se llevan a cabo aclareos, cortas de saneamiento, recuperación y mejoramiento, con el fin de hacer una redistribución de la masa forestal que se deja en pie, así como la seleccionar los individuos más vigorosos y sanos, que aseguren el rápido crecimiento y la buena calidad de la materia prima (Merino, 1997).

Durante la cuarta fase de rotación se practica la corta de regeneración, y es en este tratamiento cuando se extrae 50-60% del volumen total del bosque maduro. En este ciclo se deja en pie únicamente los mejores individuos que servirán como árboles padre para la regeneración natural, y por lo tanto darán origen a la masa forestal del próximo turno. En forma paralela a la cosecha, se realizan actividades silvícolas complementarias que favorecen la regeneración, tales como la quema controlada y el chaponeo.

El último tratamiento que se realiza es la corta de liberación; una vez iniciada la regeneración natural, los árboles padre se cosechan, con la finalidad de fomentar el crecimiento de los nuevos individuos en toda la superficie. Este tratamiento se lleva a cabo durante los últimos 10 años del turno.

ÁREA DE ESTUDIO

LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

La Comunidad Indígena Purépecha de Nuevo San Juan Parangaricutiro se encuentra al centro occidente del Estado de Michoacán, a 15 Km al poniente de la ciudad de Uruapan (Figura 1). La comunidad se dedica principalmente al aprovechamiento forestal, además de practicar la agricultura de subsistencia, la ganadería extensiva y la fruticultura (aguacate y durazno).

La ubicación actual de la comunidad es consecuencia del nacimiento del volcán Parícutín, (1943 – 1952) (Segestrom, 1950; Rees, 1970). La zona de influencia de la actividad volcánica afectó miles de hectáreas de uso forestal, agrícola y de vivienda a sus alrededores. La comunidad de San Juan, al igual que muchas otras comunidades, resultó severamente afectada por la actividad del volcán (Rees, 1970; Inbar *et al.*, 1994). Los habitantes de San Juan fueron desplazados y posteriormente dotados de nuevos terrenos, que en su mayoría eran de vocación forestal; además, les fue asignada una zona urbana en el municipio de San Juan Parangaricutiro, formando así el pueblo de Nuevo San Juan Parangaricutiro (Velázquez, *et al.*, 1999).

Después de tal evento, la comunidad se enfrentó a un intenso proceso de cambio; por un lado, la riqueza natural con la que contaban y la riqueza económica basada en los recursos naturales, fue sepultada, o bien severamente afectada por la actividad volcánica. Los nuevos terrenos otorgados eran de uso forestal sin embargo, fue necesario un cambio de uso del suelo hacia un tipo agrícola, para asegurar el abastecimiento de comida durante las dos décadas posteriores. En esa época

también hubo cambios igualmente importantes por parte de la comunidad, en cuanto al aprovechamiento de sus recursos naturales; comenzaron a practicar un aprovechamiento sistemático de los recursos naturales forestales que les garantizara la conservación de sus nuevos bosques (Boocco, *et al.*, 1998).

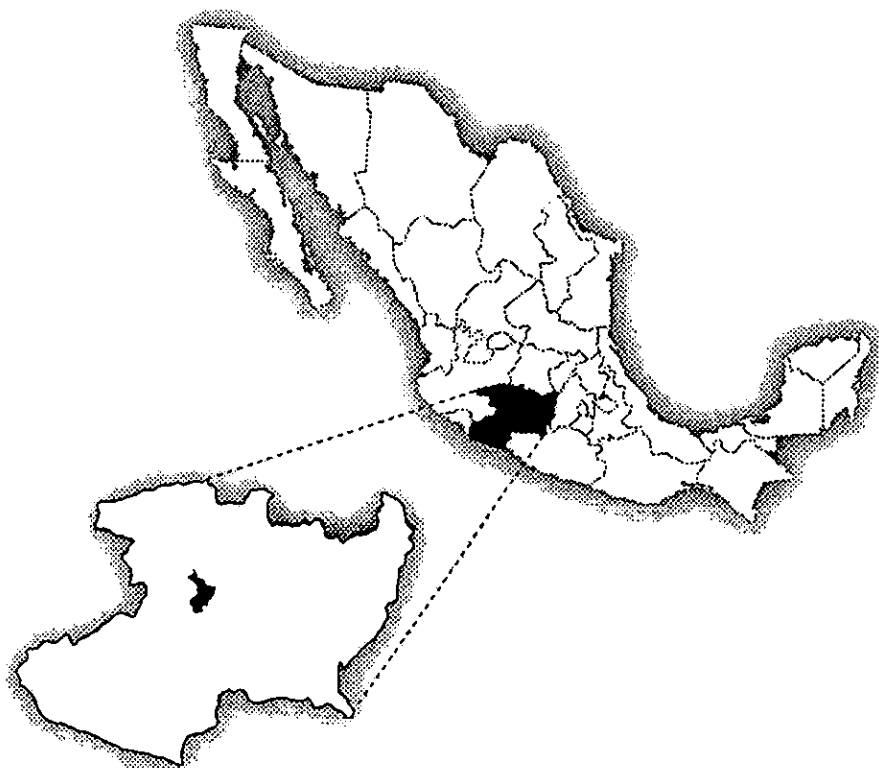


Figura 1. Localización de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro

Hoy día, la comunidad está formada por 1,300 comuneros y sus familias. La actividad productiva de mayor importancia económica es el aprovechamiento forestal que se realiza bajo la dirección de la empresa forestal. Los 850 empleos permanentes brindados son ocupados por comuneros, mismos que se benefician con una retribución económica mayor al salario mínimo actual en México.

UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

La Comunidad Indígena Purépecha de Nuevo San Juan Parangaricutiro se encuentra en la porción suroeste de la Meseta Tarasca, entre los paralelos 19° 21' 00" y 19° 24' 45" de latitud norte y entre los meridianos 102° 08' 15" y 102° 17' 30" de longitud oeste. Administrativamente, la comunidad pertenece al municipio de San Juan Parangaricutiro y cuenta con una superficie de 18,318.33 ha, de las cuales 12, 000 son de bosque templado de pino, abetos y encinos, lo que representa 78% de la superficie total municipal.

Clima

El clima que se presenta en la CINSJP es del tipo templado; sin embargo, debido al relieve y formas del terreno que presenta el territorio, se encuentran diversos subtipos dentro del clima templado. Los principales climas del tipo templado que se encuentran en la comunidad son los siguientes: (A)C(w1)(w)b, (A)C(w2)(w)(b) y el C(w2)(w)(b') (Dirección Técnica Forestal., 1988).

Durante el verano se presentan abundantes lluvias; la precipitación varía dentro de la zona, siendo entre mayo y octubre las mayores lluvias, con un promedio anual de 1,200 mm (Bocco, *et al.*, 1998). La temperatura media anual que se registra es no mayor a los 15°C; sin embargo la temperatura durante el año es variable, con una frecuencia de heladas entre 20-40 días anuales.(García, 1988).

a) Tipo (A)C(w1)(w)b. Este tipo de clima se presenta en las partes más bajas de la comunidad, entre los 1900 y 2000 msnm. Se caracteriza por la presencia de lluvias en verano, una temperatura media del mes más caliente abajo de los 22°C y con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5%. Generalmente no se presentan heladas y la oscilación anual es considerada extremosa pues va de 7 a 14° C.

b) Tipo (A)C(w2)(w)b. Este se presenta de los 2,200 a los 2,500 msnm. Se considera como el más húmedo de los templados subhúmedos, con lluvias en verano mayores a 55%, y una precipitación invernal menor al 5%. El verano es fresco y la temperatura del mes más caliente es menor a los 22°C. La oscilación de la temperatura anual es menor a 5°C y el mes más caliente es antes de las lluvias.

c) Tipo C(w2)(w)b'. Este tipo de clima se presenta en las partes más altas de la comunidad, por arriba de los 2,500 msnm. Es un clima templado subhúmedo. Presenta lluvias en verano y precipitación invernal menor a 5%. La temperatura más alta se presenta antes de las lluvias y va de 18 a 22°C.

Geología

La fisiografía de la zona es producto principalmente de la actividad geológica del Pleistoceno Tardío y Holoceno (Bocco *et al.*, 1998). Existe una fuerte influencia de la actividad volcánica reciente que caracteriza las planicies acumulativas de nivel de base con cenizas del volcán Parícutín y los derrames lávicos al norte de la comunidad depositados *in situ*. El material pre-Pliocénico de la Formación Zumpimito, que caracteriza los Valles erosivos.

Fisiografía

La zona de estudio se encuentra enclavada en la provincia fisiográfica, Eje Neovolcánico Transversal (ENT), que atraviesa el país en disposición este a oeste; con una extensión de 930 km. de longitud, y cuya superficie cubre cerca de 9.17% del territorio nacional (Ramamoorthy, 1998).

La superficie comunal está ubicada en el extremo suroccidente de la subprovincia volcánica Meseta Tarasca. El límite meridional de la comunidad está en contacto con la transición fisiográfica a la depresión del Balsas (Bocco *et al.*, 1998).

Las formas dominantes del relieve son producto del vulcanismo que caracteriza la provincia. Las unidades de paisaje geomorfológico y formas del relieve propuestas por Bocco *et al.* (1998), reflejan dicho origen. Las unidades geomorfológicas que se describen son las siguientes:

- Lomeríos: Conos monogenéticos y derrames lávicos
- Piedemontes: Laderas del piedemonte volcánico del Cerro Tancítaro
- Planicies: Planicies acumulativas de nivel de base
- Valles: Valles erosivos (barrancas)

La topografía de la zona es accidentada debido a la actividad volcánica antigua y reciente característica del E.N.T. (Bocco et al., 1998). Las principales elevaciones se localizan al centro y suroccidente de la comunidad; algunas de las más importantes son: Cerro Prieto (2,300 msnm.), las faldas del Cerro Tancitaro (volcán de mayor elevación del Estado 3,848 msnm.), Cerro Cutzato (2,810 msnm.), Cerro Pario (2,910 msnm.) y Cerro San Nicolás (2,900 msnm.). El resto de las elevaciones presentan un promedio de 1,900 msnm. La pendiente de laderas y lomeríos va de leve a muy pronunciada (Bocco et al., 1999).

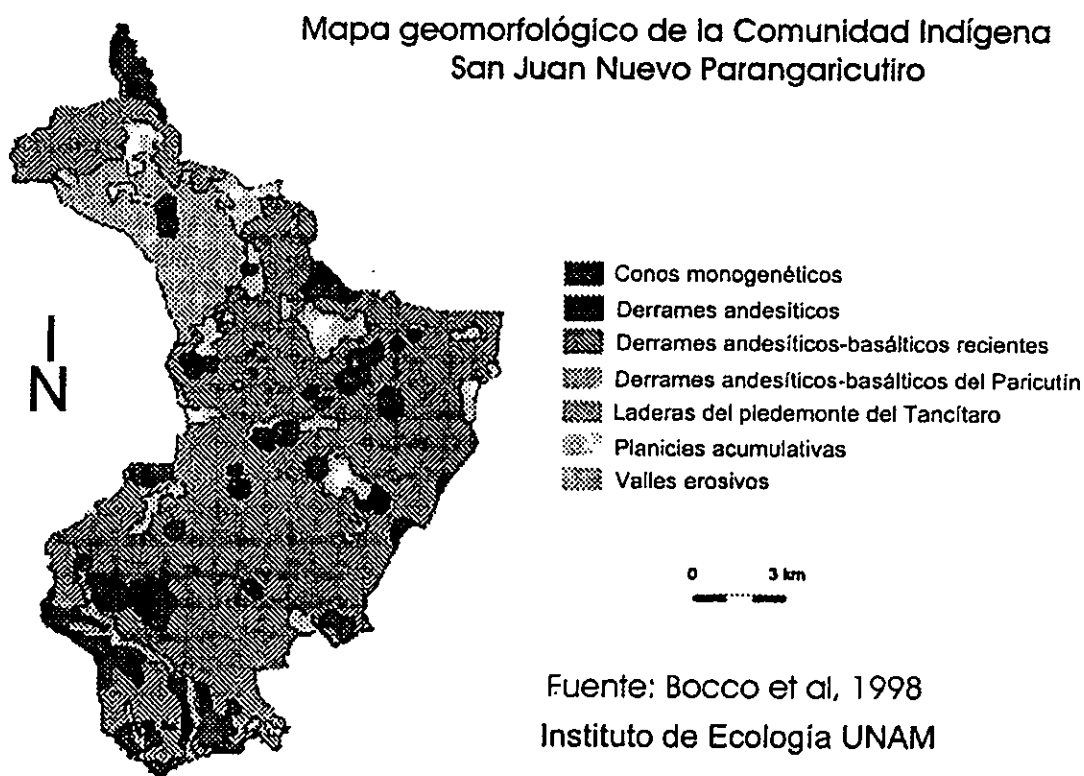


Figura 2. Mapa geomorfológico de la CINSJP.

Suelo

La comunidad presenta casi 180 km² de terrenos volcánicos recientes y casi recientes, de los cuales 50% se encuentran cubiertos por espesores variables de cenizas del volcán Parícutín (Bocco, 1998).

Los suelos en la CINSJP, de acuerdo con los estudios realizados por Bocco y Siebe (1998), son del tipo Leptosol Lítico y Regosol Vitri-éútrico en la zona norte principalmente; mientras que los suelos en la porción sur son del tipo Andosol Mólico y Leptosol Andi-mólico. También, existen aunque en menor proporción, suelos del tipo Fluvisol Vitri-éútrico y otros andosoles.

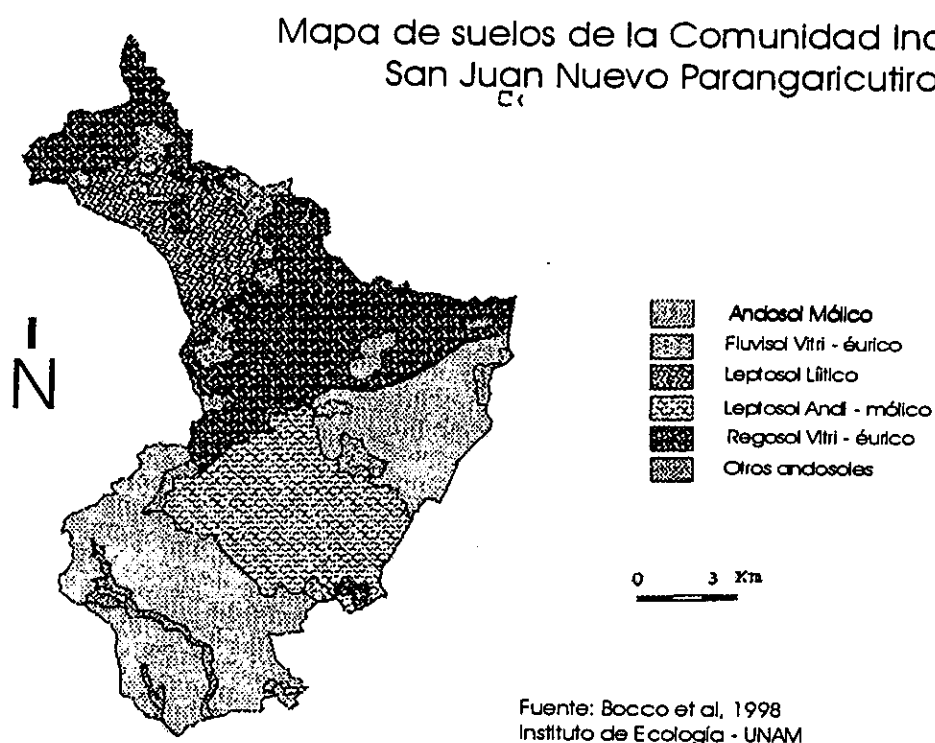


Figura 3. Mapa de suelos de la CINSJP.

Hidrografía

Debido a la orografía presente en la comunidad, se encuentran importantes escurrimientos superficiales, provenientes principalmente de los aparatos volcánicos entre los que destacan los del Cerro Tancitaro que se continúan a la parte sur como barrancas profundas. Los escurrimientos subterráneos también son abundantes y se han registrado cerca de 40 escurrimientos permanentes y algunos más de carácter temporal (DTFNSJP, 1988).

Vegetación

El tipo de vegetación que caracteriza la zona según Rzedowski (1978), corresponde a los bosques de coníferas típicos de zonas templadas. En la superficie de la CINSJP se encuentran comunidades de bosque de *Pinus*, que se distribuyen en la mayoría de los terrenos forestales de la comunidad, presentando asociaciones donde la dominancia de especies arbóreas varía (*Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. leiophylla*, *P. douglasiana*, *Quercus candicans*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, y *Abies religiosa*). En las zonas de altura, húmedas, o en las cañadas, ocurren bosques de *Abies*; asociados a estos, se encuentran especies como *Pinus montezumae*, *Alnus jorullensis* y *Quercus laurina*.

En las zonas de mayor influencia del Parícutín la vegetación característica es de procesos de sucesión primaria, donde ocurren diversas asociaciones dependiendo del estado sucesional. En lugares pedregosos parcialmente meteorizados, se encuentra el pastizal xerófilo y subpionero (Giménez *et al.*, 1997). La especie más abundante es: *Aegopogon cenchroides*; asociada a ésta, se presentan *Dryopteris rossii*, *Gnaphalium semiamplexicaule* y *Pellaea ternifolia*. Los matorrales de *Buddleia cordata* y *Coriaria ruscifolia* se encuentran en las depresiones de los derrames lávicos donde el suelo está más desarrollado. En estos matorrales es posible encontrar algunas especies arbóreas típicas de comunidades de vegetación boscosa más desarrolladas, en este caso *Pinus montezumae* y *P. leiophylla* (Giménez *et al.*, 1997).

Cobertura y uso del suelo

De la superficie total de la CINSJP (18,138.33 ha), 11,694.55 ha presentan cobertura de bosque templado. Los bosques por debajo de los 2700 msnm; son bosques de *Pinus* spp, que ocupan 77% de la superficie boscosa; los bosques de encino el 6%; mientras que los bosques mixtos pino-encino 5%. Los bosques de oyamel cubren 5% de la superficie total y se encuentran por arriba de la cota de los 2700 msnm. La superficie de bosque que se aprovecha forestalmente es de 10,464 hectáreas. La superficie no boscosa de la comunidad es de 6,443.77 ha y cerca de 10% de ella corresponde a una superficie con cobertura de lava volcánica y arena. Los cultivos económicamente más importantes en la comunidad son las plantaciones frutícolas de aguacate y durazno (6%); los cultivos agrícolas son principalmente maíz, frijol y chile, mismos que cubren 12% de la superficie total.

MÉTODO

La información que sirvió de base para la realización del presente trabajo fue previamente obtenida a partir de cuatro estudios realizados en la zona; tres de ellos son estudios de vegetación, coordinados por el equipo de la UNAM, y otro forestal, coordinado por la CINSJP. De los trabajos de la UNAM dos son estudios realizados en tipos de vegetación forestal y uno de ellos en vegetación preforestal. La información forestal utilizada forma parte del inventario forestal de la CINSJP. Dichos estudios se hicieron a lo largo de 5 años, durante 1994 - 1999.

A continuación se describen brevemente los métodos utilizados por parte del equipo de la UNAM y la CINSJP, para obtener la información de vegetación y forestal. Posteriormente se describe el método utilizado en el presente trabajo.

LEVANTAMIENTO DE VEGETACIÓN

Estratificación

La superficie comunal se estratificó, mediante fotointerpretación para definir unidades preliminares de vegetación. El material utilizado fueron fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro, a escala aproximada 1:25,000 y producidas por INEGI en los años 1990-1992 (Torres, 1999). A partir del análisis y la interpretación de las fotografías, se reconocieron 29 unidades de vegetación. Los criterios en los que se basaron para la estratificación fueron: densidad forestal, altura de los árboles y manejo de la vegetación. A partir de este análisis, se generó un mapa preliminar de cobertura vegetal. El trabajo se llevó a cabo durante 1994 -1995.

Levantamiento fitoecológico

Para caracterizar en términos de vegetación las 29 unidades previamente definidas, realizaron un estudio de vegetación el cual implicó un esfuerzo de muestreo de tres años. La caracterización de la vegetación se hizo mediante levantamientos de vegetación. El método utilizado fue una

modificación del método fitosociológico de la escuela europea continental Zürich-Montpelier. El estudio consistió en la realización de 177 levantamientos de vegetación.

De acuerdo con el método fitosociológico, los levantamientos se hicieron en sitios representativos y homogéneos del tipo de vegetación a caracterizar (Werger, 1974); se realizaron al menos tres levantamientos por unidad. La forma y tamaño de dichos levantamientos se definió en campo bajo el enfoque de área mínima, y basado en el criterio de homogeneidad ecológica y la relación de la curva especies-área (Werger, 1974; Braun-Blanquet, 1979).

La información que se registró en cada levantamiento de vegetación, comprendió una descripción general fisonómica y fisiográfica del sitio, datos generales ambientales, de localización, superficie (relieve y microrelieve), altitud, exposición, suelo (cantidad de hojarasca y profundidad del horizonte superficial del suelo), perturbación, así como un listado florístico. A la par del listado florístico, se tomaron datos de cobertura-abundancia por especie, reconociendo cada una en el estrato que se presentaban (*a.*- estrato arbóreo, *b.*- estrato arbustivo, *c.*- estrato herbáceo y *d.*- estrato rasante). La cobertura se estimó como la proyección vertical de la cobertura aérea total (suma de cobertura de todos los individuos de la misma especie), al proyectarla sobre el suelo (Werger, 1974).

Listado florístico

Con la finalidad de ampliar el conocimiento de la flora de la región, se realizaron recorridos de campo complementarios a la caracterización de las comunidades de vegetación en la CINSJP. De esta manera, la contribución al conocimiento de la flora de la región se concretó en la realización de un inventario florístico de la CINSJP. Dicho trabajo se llevó a cabo durante 3 años continuos de colectas botánicas (Medina y Guevara, en prensa).

INVENTARIO FORESTAL

La superficie de la CINSJP se estratificó igualmente, con base en el análisis e interpretación de las fotografías aéreas, con la finalidad de obtener unidades de manejo forestal o rodales. Los criterios que utilizaron para la rodalización de la superficie forestal fueron, entre otros los siguientes:

densidad de los árboles, textura y topografía. Una vez obtenidos los rodales, la CINSJP realizó un muestreo sistemático que consistió en el levantamiento de 4,662 unidades de muestreo o sitios, con una superficie de 1,000 m² y forma circular cada uno, para caracterizar las unidades forestales (rodales). En cada unidad de muestreo (sitio) se describieron 30 variables (Bocco *et al.*, 2000). Las variables consideradas fueron tanto físicas como dasonómicas (*i.e* exposición, profundidad de arena, d.a.p., altura, especie, etcétera.). Los datos de campo permitieron identificar 1, 271 subrodales (unidad mínima forestal) agrupados en 136 unidades forestales (rodales) (Cuadro 1). Cada subrodal se evaluó en cuanto a su potencial forestal (volumen de madera) y variables de calidad de sitio para generar los planes de corta.

Cuadro 1. Número de unidades forestales, unidades de manejo y unidades de muestreo, que caracterizan la superficie forestal de la CINSJP y número de variables registradas por unidad de muestreo.

Unidad forestal (rodal)	Unidad de manejo (subrodal)	Unidad de muestreo (sitio)	Variables (por sitio)
136	1,271	4,662	30

A partir del análisis de las bases de datos de los estudios anteriormente descritos, se procedió a realizar una selección de la información, así como una integración de la misma para lograr los objetivos del presente estudio. A continuación se describe el método utilizado.

INTEGRACIÓN

Información florístico estructural

La información de vegetación florístico-estructural, que sirvió de base para el reconocimiento de las comunidades de vegetación, es el producto de la integración de los tres estudios de vegetación elaborados previamente en la región. El estudio de vegetación realizado en la superficie boscosa de la CINSJP por Velázquez *et al.* (en prensa) se complementó con la información del estudio realizado en la vertiente Norte del Parque Nacional "Pico de Tancitaro", por Alvarez, *et al.* (1997) y el estudio de la vegetación preforestal del volcán Paricutín elaborado por Giménez de Azcárate *et al.* (1997). De los tres trabajos se incorporó la información florístico-estructural de un total de 177 levantamientos de vegetación.

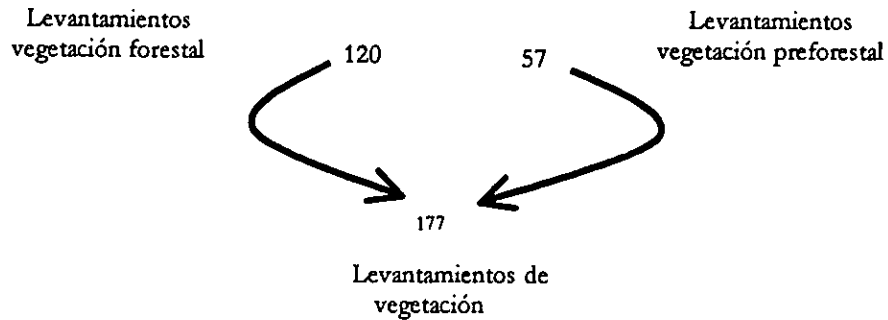


Figura 4. Número de levantamientos de vegetación incorporados para la integración de la información florístico-estructural básica, para la caracterización de las comunidades vegetales de la CINSJP.

Normalización

Como parte de la integración de la información de vegetación, se hizo la normalización de los datos de cobertura, para así estandarizar los porcentajes de cobertura-abundancia de cada taxa en función de la estimación realizada en campo. La estandarización de los datos se hizo de acuerdo con la clasificación propuesta por Van der Maarel, 1979, que combina datos de cobertura y abundancia y modificada por Velázquez (1993) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rangos de cobertura-abundancia y clases de acuerdo a Van der Maarel (1979) y modificada por Velázquez (1993).

	Van der Maarel (1979)	Velázquez (1993)
<i>Cobertura (%)</i>	<i>Clase</i>	<i>Clase</i>
<1-1	1 y 2	1
>1-5	3	2
> 5 - 10	4	3
> 10 - 20	5	4
> 20 - 40	6	5
> 40 - 60	7	6
> 60 - 80	8	7
> 80	9	8

Información forestal

La información forestal que sirvió de base para relacionar las unidades de manejo forestal con las comunidades de vegetación, es una selección de la base de datos forestal de la CINSJP. Como anteriormente se mencionó, la superficie forestal de la CINSJP (11,694 ha), se encuentra agrupada en 136 rodales que incluyen 1,271 subrodales, caracterizados por 4,662 unidades de muestreo. Dado que la CINSJP considera el subrodal como la unidad mínima de manejo forestal, en el presente trabajo se utilizó el subrodal como la unidad forestal óptima para realizar el estudio.

De la base de datos del inventario forestal, se hizo una nueva base de datos seleccionando únicamente diez de las 30 variables registradas por unidad de muestreo (sitio): exposición, profundidad de arena, plagas, incendios, pendiente, vegetación herbácea, especie, número de rodal, subrodal y sitio.

ANÁLISIS

Clasificación de comunidades vegetales

Una vez normalizada la información, se hizo una matriz de filas de especie / cobertura para obtener una tabla fitosociológica burda, en donde las especies ocupan las filas y las columnas los levantamientos. Los datos de especie se ordenaron de manera descendente conforme a su constancia, es decir, al número de levantamientos que presenta dicha especie (Kent y Coker, 1992); de esta manera, en primer lugar se encuentran las especies de mayor constancia y en último las de menor constancia.

Con el fin de hacer un análisis estadístico multivariado de la información de vegetación, se elaboró una matriz de datos ordinales de doble entrada (especies y levantamientos); las filas contienen la clave de la especie y las columnas la clave de los levantamientos. En dicho análisis se incluyeron únicamente las especies con constancia mayor a 5%; las especies excluidas se consideraron raras, por lo que no afectarían los resultados del análisis. El tipo de herramienta estadística que se utilizó fue una clasificación divisiva mediante el

algoritmo de correspondencia automatizado TWINSpan (Two-Way Indicator Species Analysis. Hill, 1979).

De manera complementaria se trabajó en la realización de una tabla fitosociológica tomando en cuenta los resultados del análisis estadístico. En esta forma, se hizo un ordenamiento de las características florísticas, fisonómicas y fisiográficas de los levantamientos, obteniendo la formación de grupos repetitivos de especies a ciertas condiciones ambientales. Para facilitar el entendimiento de los resultados, se elaboró una tabla sintética a partir de la tabla fitosociológica (Muller-Dumbois, 1974). En dicha tabla se consideran datos por especie y por comunidad; de tal manera, en cada celda aparece un doble índice. El primero hace referencia al valor de la frecuencia (%) de aparición de la especie considerada en cada comunidad; los porcentajes obtenidos se agruparon en cinco clases indicadas en números romanos. En segundo lugar se presenta el porcentaje de cobertura, considerando la media del valor de cobertura de todos los registros de la especie en la comunidad. Estos valores se agruparon en ocho clases de cobertura-abundancia (cuadro 3).

Cuadro 3. Clases de frecuencia y cobertura utilizadas para la elaboración de la tabla sintética. La frecuencia (%) se refiere a la aparición de la especie por comunidad vegetal. La cobertura (%) considera la media del valor de cobertura de los registros.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia %</i>	<i>Clase</i>	<i>Cobertura %</i>
I	> 0-20	1	--- <1
II	>20-40	2	--- ≥1-5
III	>40-60	3	--- >5-10
IV	>60-80	4	--- >10-20
V	>80-100	5	--- >20-40
		6	--- >40-60
		7	--- >60-80
		8	--- >80

La caracterización de las comunidades de vegetación consistió en una descripción detallada de cada grupo, tomando en cuenta aspectos de estructura, fisonomía, florística, ecológicos y distribución.

Clasificación de unidades de manejo forestal

A partir de la nueva base de datos que contiene la información forestal de interés, se procedió a

caracterizar cada unidad de manejo forestal (subrodal) en función de la composición y abundancia de las especies arbóreas presentes por unidad de muestreo (sitio). Cabe mencionar que los inventarios forestales registran exclusivamente las especies arbóreas con valor comercial, razón por la cual únicamente se consideraron especies de los géneros *Pinus* y *Abies*. En el caso de las especies de encinos, se agregaron en un mismo grupo denominado *Quercus*. Las demás especies arbóreas (v. gr. *Alnus*, *Salix*, *Clethra*, *Arbutus*) son agrupadas en una sola clase denominada "otras hojosas".

Re-clasificación de la vegetación de acuerdo a la composición de los elementos arbóreos

Para efectos de vinculación de las bases de datos de comunidades vegetales y forestales, fue necesario caracterizar a las primeras con base en las especies arbóreas diagnósticas. Esto fue imprescindible porque la información de origen forestal sólo incluye datos de las especies arbóreas dominantes. El procedimiento para caracterizar a las comunidades vegetales se describe en los siguientes pasos:

1. Selección de las especies arbóreas (EA) presentes en cada una de las comunidades de vegetación.
2. Se calculó el valor de frecuencia por EA, a través de su presencia en la totalidad de los levantamientos agrupados para cada comunidad.
3. El valor de frecuencia por EA para cada comunidad, se sumó dando un valor de frecuencia total de EAs por comunidad.
4. Para fines comparativos, los valores totales de frecuencia de EAs por comunidad se normalizaron y transformaron a valores porcentuales relativos.
5. De esta forma se elaboró una tabla de frecuencias relativas de EAs que tipifican a cada comunidad vegetal.

Caracterización y clasificación de la información de las unidades de manejo forestal (subrodales)

Un subrodal se caracterizó con base en los inventarios realizados en los sitios o unidades de muestreo. Cada subrodal incluyó uno o más sitios. Dado que en cada sitio se realizó

inventario de EAs, se construyó una tabla que describe la presencia de las EAs para cada sitio y subrodal. A la vez, se calculó el valor de frecuencia relativa por especie en cada subrodal; y se procedió de la manera siguiente:

1. Se calculó la frecuencia de cada EA para cada subrodal, cuantificando el número de veces que una especie se presentaba en un subrodal, que incluía una serie de sitios. Es decir, cuantas veces una EA estaba presente en sitios pertenecientes al mismo subrodal.
2. Las frecuencias de cada EA por subrodal, se sumaron para dar un valor de frecuencia total de especies arbóreas que tipificaban a cada subrodal.
3. Para fines comparativos entre subrodales, se procedió a normalizar la información transformándola a valores porcentuales de frecuencia relativa de EAs por subrodal.
4. De esta manera, se elaboró un cuadro de frecuencias relativas de especies arbóreas que tipificaban cada subrodal.

Vinculación de las bases de datos de comunidades vegetales y de unidades de manejo forestal (subrodales)

Cada subrodal incluye, en teoría, una o más comunidades vegetales. Para saber cuántas y cuáles comunidades vegetales incluye, se procedió a cruzar las tablas de frecuencias relativas de EAs que tipifican a cada subrodal, con la tabla de frecuencias de EAs que tipifican a cada comunidad vegetal. Para ello, se procedió de la manera siguiente:

Dado el pobre listado de especies arbóreas proveniente de los inventarios forestales, fue necesario comparar, en primer término, la composición de EAs que se compartían entre las diversas combinaciones de las tablas de frecuencia de EAs de comunidades vegetales y subrodales. Para comparar la frecuencia de las especies ya compartidas entre cada comunidad vegetal y subrodal, se calculó un índice de afinidad que permite identificar la comunidad vegetal que mejor representa al subrodal.

El cuadro de frecuencias relativas de EAs por comunidad vegetal mostró que la mayoría de las EAs estaban presentes en las comunidades vegetales arbóreas. Sin embargo, las frecuencias relativas de

las EAs son las que diferencian a una comunidad vegetal arbórea de otra (Cuadro 4). Esta situación es similar a los patrones de especies encontrados en los subrodal.

Como la frecuencia relativa de una EA varía su a partir de la presencia/ausencia del resto de las EAs, fue necesario calcular frecuencias relativas de EAs con todas sus combinaciones posibles de EAs. Por ejemplo (cuadro 5), la comunidad vegetal *Abies religiosa-Galium mexicanum* (comunidad 5), se caracteriza por la frecuencia relativa de *Pinus pseudostrobus* (28.12%), *P. leiophylla* (3%), *Quercus* (25%), *P. michoacana* (3%), *Abies religiosa* (31.3%) y otras hojosas (9%). Suponiendo que en la misma comunidad no se registrara *P. michoacana* y otras hojosas, las frecuencias relativas del resto de las especies presentes cambia de la siguiente forma: *Pinus pseudostrobus* (32%), *P. leiophylla* (4%), *Quercus* (29%), *Abies religiosa* (36%). Este procedimiento se realizó para todas las comunidades y todas las posibles combinaciones de EAs presentes/ausentes, generando cuadros de combinaciones de frecuencias relativas de EAs (CCFREAs).

Cada subrodal posee una única composición y frecuencia relativa de EAs. Se seleccionó, primeramente, el CCFREAs que compartía la misma composición de EAs de un subrodal determinado. El siguiente criterio de selección de comunidad vegetal para dicho subrodal, excluyó a aquellas comunidades vegetales que presentaron un valor de frecuencia relativa total menor a 50%. Es decir, se excluyeron las comunidades vegetales que comparten la misma composición de EAs con el subrodal, pero que no reflejan el patrón de dominancia de EAs que tipifica a la comunidad original.

A continuación se eliminaron las comunidades vegetales que no incluían las especies diagnósticas que definen a la composición de CCFREAs. El resto de comunidades no excluidas fueron consideradas como parte del subrodal. La búsqueda de la comunidad vegetal que mejor tipifica al subrodal, se realizó a partir de las frecuencias relativas de los subrodal. Éstas fueron comparadas con las diversas frecuencias de la CCFREAs y la comunidad vegetal que más se parecía se seleccionó como la representativa de dicho subrodal. Esto fue más fácilmente representado al sumar los valores máximos de frecuencias relativa de las EAs compartidas y seleccionar la comunidad de mayor similitud (índice de afinidad).

Así, a cada subrodal se le asignaron las comunidades vegetales que coincidían con la composición y frecuencia de especies del mismo. Posteriormente se procedió a calcular el nivel de similitud entre

Cuadro 4 Cuadro de porcentajes de frecuencias relativas de especies arbóreas (EAs) por comunidad vegetal. Caracterización de las ocho comunidades vegetales forestales, a través de la composición y abundancia (frecuencia relativa) de las EAs que la conforman. El valor de frecuencia de EAs por comunidad se transformó a valores porcentuales relativos. Al grupo *Quercus* pertenecen todas las especies de encinos; en el grupo "otras hojasas" se encuentran el resto de las especies arbóreas a excepción de las del género *Pinus*, *Abies* y *Quercus*.

	<i>P. pseudostrubus</i>	<i>P. montezumae</i>	<i>P. leiophylla</i>	<i>P. michoacana</i>	<i>A. religiosa</i>	<i>Quercus</i> spp	Otras hojasas
<i>P. montezumae</i> - <i>C. Nitidum</i>	10.8	13.5	11	-	8	30	27
<i>A. religiosa</i> - <i>G. mexicanum</i>	28.12	-	3	3	31.3	25	9
<i>P. leiophylla</i> - <i>P. virescens</i>	21	1.8	17	4	-	30	26
<i>P. pseudostrubus</i> - <i>T. pringlei</i>	20	-	7	-	-	43	30
<i>C. carolineana</i> - <i>A. praemorsum</i>	15	6	6	3	8	25.5	37
<i>A. religiosa</i> - <i>A. castaneum</i>	7	7	4	5	-	14	29
<i>P. montezumae</i> - <i>Dryopteris sp</i>	-	18	5	5	12	46	14
<i>B. heterophylla</i> - <i>P. platicarpa</i>	10	38	10	-	-	14	29

Cuadro 5. Cuadro de combinaciones de frecuencias relativas de EAs (CCFREAs); el valor de frecuencia relativa de EAs para este caso varía en comparación con los valores que las mismas especies tienen en presencia-ausencia de otras EAs. El valor de frecuencia relativa total refleja el patrón de dominancia para esta combinación de EAs, que tipifican a la comunidad vegetal original.

	<i>P. pseudostrubus</i>	<i>Quercus</i> spp	<i>P. leiophylla</i>	<i>A. religiosa</i>	Frecuencia relativa total de la combinación
<i>P. montezumae</i> - <i>C. Nitidum</i>	18	50	18	14	59
<i>A. religiosa</i> - <i>G. mexicanum</i>	32	29	4	36	88
<i>P. leiophylla</i> - <i>P. virescens</i>	31	44	25	-	68
<i>P. pseudostrubus</i> - <i>T. pringlei</i>	29	62	10	-	70
<i>C. carolineana</i> - <i>A. praemorsum</i>	28	47	11	14	54
<i>A. religiosa</i> - <i>A. castaneum</i>	9	25	6	59	71
<i>P. montezumae</i> - <i>Dryopteris sp</i>	-	72	8	19	63
<i>B. heterophylla</i> - <i>P. platicarpa</i>	29	43	29	-	33

las comunidades vegetales incluidas en un subrodal. Esto resultó necesario porque a pesar de que muchos subrodales guardaban un nivel de similitud muy alto con ciertas comunidades vegetales, en cuanto a la composición de especies arbóreas presentes, las proporciones de frecuencia relativa no eran igualmente coincidentes. Para tal fin se calculó el nivel de congruencia entre subrodal y comunidad(es) vegetales a través de una estimación del porcentaje de similitud de los valores de frecuencia entre las especies compartidas. De tal forma, se logró cuantificar qué subrodales coincidían en cuanto a composición y valores de frecuencia de las EAs compartidas con las comunidades vegetales.

Los valores de afinidad de las EAs compartidas entre una(s) comunidad(es) vegetal(es) y un subrodal se sumaron y el valor total representó un índice de afinidad (composición y frecuencia) entre subrodales y comunidad(es) vegetal(es). En otras palabras, este índice refleja la probabilidad de pertenencia de una(s) comunidad(es) a un subrodal. Cada subrodal fue entonces reagrupado en clases de afinidad con respecto a este índice. Se definieron cuatro clases para poder categorizar a cada subrodal de acuerdo a la probabilidad de grado de pertenencia de una comunidad(es) a un subrodal (cuadro 6). Las clases más pequeñas (clases I y II del cuadro 6) incluyen los subrodales que presentan poca afinidad con las comunidades vegetales asociadas (baja similitud en composición y frecuencia de las especies compartidas), mientras que la clase IV incluye los subrodales que coinciden substancialmente en cuanto a la composición y frecuencia de especies compartidas.

Dos clases complementarias de subrodales se identificaron durante el estudio. La clase de subrodales no definidos agrupó a todos aquellos que las EAs que los caracterizan, no se registraron en los levantamientos de vegetación. La última clase incluye las zonas no forestales (i.e arenas, huertos, lavas).

Cuadro 6. Reagrupación de los valores del índice de afinidad en cuatro clases de similitud. Refleja la probabilidad de pertenencia de la comunidad de vegetación asignada al subrodal, en términos de composición y frecuencia de las EAs compartidas.

<i>Clase de similitud</i>	<i>% de similitud</i>
I	> - 25
II	26 - 55
III	56 - 75
IV	76 - 100
Subrodales no definidos Coberturas no forestales	

ELABORACIÓN DEL MODELO ESPACIAL

La CINSJP cuenta con una base de datos digital que incluye la representación espacial de los subrodales. Esta base de datos fue obtenida en el formato digital del sistema de información geográfica ILWIS 2.0 (1997). A partir de esta información se realizaron cinco operaciones básicas dentro del sistema: selección de polígonos, recodificación, reagrupamiento, despliegue e impresión cartográfica. Con esta base se generó una tabla de atributos que caracterizan a cada subrodal; un subrodal puede incluir uno o más polígonos forestales o no forestales. En esta nueva tabla de atributos, se seleccionaron primeramente los subrodales forestales; con este procedimiento se excluyó aquellos polígonos que no tienen valor forestal (clase cobertura no forestal del cuadro 6). Con base en el índice de afinidad se asignó un nuevo código de identificación para cada subrodal, denominado por la comunidad vegetal que mejor representa al subrodal. A partir de esto se reagruparon los subrodales que contienen las mismas comunidades de vegetación. Los polígonos que incluyen coberturas no forestales fueron representados según la cobertura que tipifican. A cada uno de los reagrupamientos se le asignó un único código (y color) para poder desplegar espacialmente la distribución de las comunidades vegetales en relación a los subrodales. Esto generó un modelo espacial acompañado de una leyenda que se organizó de acuerdo al análisis de la clasificación de la vegetación, para el caso de las comunidades de vegetación forestal. Las coberturas no forestales no siguieron un orden específico.

El procedimiento para la creación del modelo espacial que muestra la similitud entre los subrodales y las comunidades de vegetación, de acuerdo al índice de afinidad del cuadro 6, fue similar al descrito para el reagrupamiento de los subrodales y las comunidades de vegetación.

RESULTADOS

FLORÍSTICO – ESTRUCTURAL

Listado florístico

Con la información florística de 177 levantamientos de vegetación, se registraron 422 especies pertenecientes a 189 géneros y 77 familias. La familia mejor representada es *Compositae* con 81 especies y 25 géneros, seguida de *Polypodiaceae* con 48 especies y 13 géneros, *Graminae* 41 especies y 20 géneros, *Leguminosae* con 15 especies pertenecientes a 8 géneros y *Fagaceae* con 14 especies monogénicas (Cuadro 7a).

Los resultados del inventario florístico varían en comparación a los resultados obtenidos en los levantamientos de vegetación. A partir de este estudio se reconoció para la región un total de 609 especies pertenecientes a 93 familias y 271 géneros (Velázquez, no publicado). De las familias con mayor riqueza de especies destacan: *Compositae* con 111 especies y 34 géneros, *Leguminosae* con 60 especies y 19 géneros, *Polypodiaceae* con 52 especies y 20 géneros, *Graminae* con 45 especies y 26 géneros y *Labiatae* con 21 especies y 5 géneros (Cuadro 7b).

Las diferencias en cuanto a la riqueza florística obtenidas por los dos métodos utilizados en la CINSJP para el estudio de la vegetación, sugieren la necesidad de incorporar información utilizando diferentes métodos para su estudio. Con el fin de obtener un conocimiento más completo sobre la vegetación que se desea manejar. En este caso, a través del método de levantamientos de vegetación no fue posible registrar toda la riqueza de especies que forma parte de la compleja estructura del bosque.

Cuadro 7a. Riqueza de especies y géneros más comunes por familia de levantamientos de vegetación

Familia	Número de especies	Número de géneros
<i>Compositae</i>	81	25
<i>Polypodiaceae</i>	48	13
<i>Graminae</i>	41	20
<i>Leguminosae</i>	15	8
<i>Fagaceae</i>	14	1
<i>Caryophyllaceae</i>	13	4
<i>Rosaceae</i>	10	6
<i>Labiatae</i>	10	4
<i>Scrophulariaceae</i>	9	6
<i>Solanaceae</i>	9	3
<i>Pinaceae</i>	9	2
<i>Onagraceae</i>	8	3
<i>Ericaceae</i>	7	5
<i>Umbelliferae</i>	7	4
<i>Geraniaceae</i>	6	1
<i>Rubiaceae</i>	5	4
<i>Cruciferae</i>	5	4
<i>Cyperaceae</i>	5	2
<i>Piperaceae</i>	5	1
<i>Orchidaceae</i>	4	4
<i>Malvaceae</i>	4	3
<i>Oxalidaceae</i>	4	1
<i>Loganiaceae</i>	4	1
<i>Arealiaceae</i>	4	1
<i>Convolvulaceae</i>	3	2
<i>Commelinaceae</i>	3	2
<i>Caprifoliaceae</i>	3	2
<i>Campanulaceae</i>	3	2
<i>Betulaceae</i>	3	2
<i>Symplocaceae</i>	3	1
<i>Clethraceae</i>	3	1
Total	348	138

Cuadro 7b. Riqueza de especies y géneros más comunes por familia del inventario florístico

Familia	Número de especies	Número de géneros
<i>Compositae</i>	111	34
<i>Leguminosae</i>	60	19
<i>Polypodiaceae</i>	52	20
<i>Graminae</i>	45	26
<i>Labiatae</i>	21	5
<i>Fagaceae</i>	17	1
<i>Rosaceae</i>	16	6
<i>Solanaceae</i>	15	4
<i>Orchidaceae</i>	14	8
<i>Scrophulariaceae</i>	14	8
<i>Rubiaceae</i>	14	7
<i>Pinaceae</i>	13	2
<i>Onagraceae</i>	11	4
<i>Umbelliferae</i>	10	5
<i>Geraniaceae</i>	8	2
<i>Piperaceae</i>	8	2
<i>Commelinaceae</i>	7	5
<i>Malvaceae</i>	6	5
<i>Caryophyllaceae</i>	6	4
<i>Cruciferae</i>	6	4
<i>Ericaceae</i>	6	4
<i>Betulaceae</i>	6	2
<i>Cyperaceae</i>	6	1
<i>Loranthaceae</i>	5	4
<i>Boraginaceae</i>	4	3
<i>Campanulaceae</i>	4	2
<i>Convolvulaceae</i>	4	2
<i>Loganiaceae</i>	4	2
<i>Myrsinaceae</i>	4	2
<i>Lytraceae</i>	4	1
<i>Valerianaceae</i>	4	1
<i>Urticaceae</i>	3	3
<i>Caprifoliaceae</i>	3	2
<i>Cucurbitaceae</i>	3	2
<i>Guttiferae</i>	3	2
<i>Tiliaceae</i>	3	2
<i>Arealiaceae</i>	3	1
<i>Iridaceae</i>	3	1
<i>Oxalidaceae</i>	3	1
<i>Passifloraceae</i>	3	1
<i>Plantaginaceae</i>	3	1
<i>Polygalaceae</i>	3	1
Total	538	212

CLASIFICACIÓN DE COMUNIDADES DE VEGETACIÓN

A partir de la información de los levantamientos y el análisis estadístico de clasificación automatizada basado en TWINSPLAN, se identificaron nueve comunidades de vegetación (en seis niveles de división) de importancia forestal, de un total de 14 existentes en la región (Figura 5). Cada una de estas comunidades representa condiciones ambientales diferentes, lo que se expresa en un grupo de especies características preferenciales. La denominación de cada comunidad se basó en estas especies características.

Los resultados obtenidos de la clasificación y el análisis de las tablas burdas se presentan en una tabla fitosociológica general (Cuadro 8) y en una tabla sintética (Cuadro 9). A continuación, una descripción detallada de cada una de las comunidades tomando en cuenta aspectos de estructura y fisonomía, composición florística y características ecológicas y distribución (ver Anexo 1).

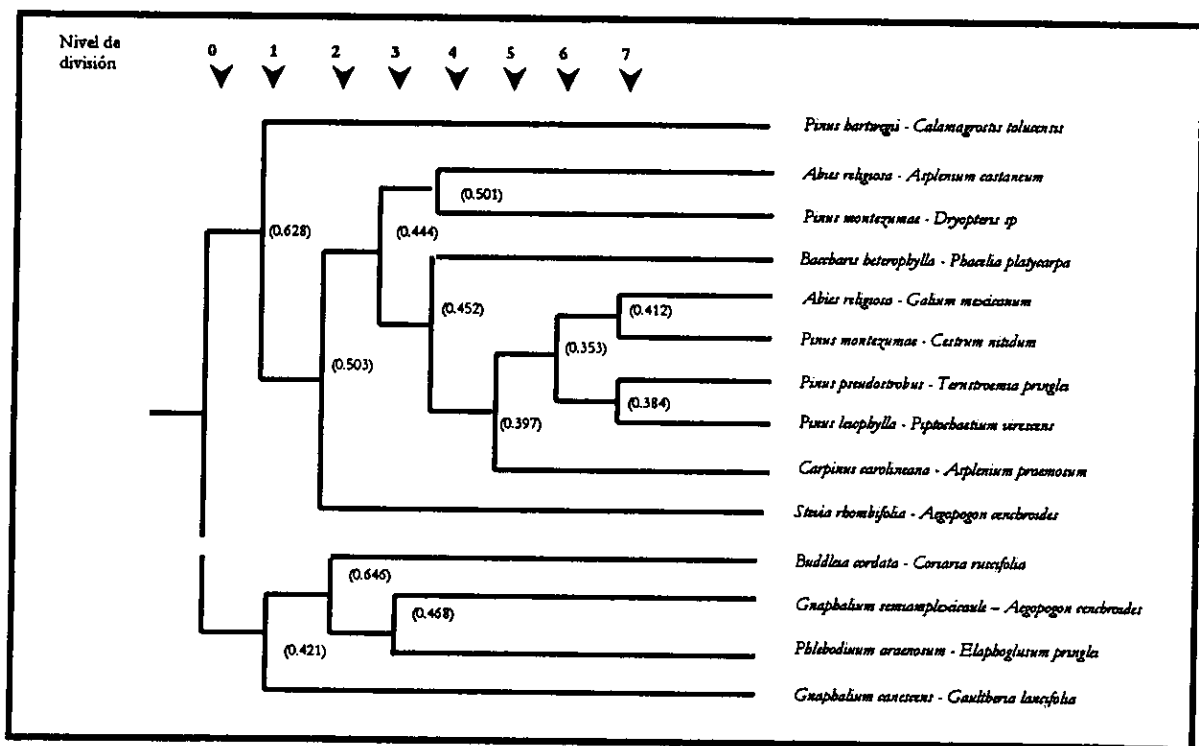


Figura 5. Dendrograma de comunidades vegetales de los bosques de la región de San Juan Nuevo. En este esquema, la línea discontinua entre los dos grupos de vegetación, indica que no se incluyó para el análisis estadístico la información de las comunidades vegetales de sucesión primaria; sin embargo, se representan en el presente trabajo como parte de la vegetación característica de la región.

Descripción de comunidades vegetales

Descripción de las comunidades de vegetación reconocidas mediante el análisis de clasificación automatizado TWINSpan y el análisis de tablas burdas. La descripción se basa en las características ecológicas, fisonómicas, de estructura, así como de composición florística de cada comunidad.

1.- Pinus hartwegii - Calamagrostis tolucensis

- Características de estructura y fisonomía. Bosque abierto de coníferas que presenta tres estratos. El estrato (1) arbóreo dominado por especies con tallas no mayores a los 12 m y cobertura de 55%. El estrato (2) herbáceo caracterizado por las gramíneas amacolladas con una cobertura de 55% y altura de 50 cm. El estrato (3) rasante escaso y discontinuo, crece entre los macollos, con una cobertura variable de 5% a 40% y altura de 5 cm.

- Composición florística. En el estrato arbóreo (1) la especie característica *Pinus hartwegii*, se presentó 15 veces en 15 levantamientos (15/15). En las zonas rupícolas, la especie que predominó fue *Juniperus monticola* (4/15). En el estrato herbáceo (2) las especies *Calamagrostis tolucensis* (13/15), *Festuca amplissima* (11/15) y *Tauschia nudicaulis* (10/15), resultaron ser las especies características. En el estrato herbáceo (3) las especies más importantes son *Draba jorullensis* (6/15) y *Erigeron galeotti* (6/15).

- Características ecológicas y distribución. Comunidad que se desarrolla en laderas convexas y pendientes pronunciadas alrededor de los 30° de inclinación. La especie arbórea característica de la comunidad, *Pinus hartwegii* es una especie heliófila, capaz de soportar condiciones térmicas extremas, relacionadas a grandes altitudes. En sitios con un elevado porcentaje de afloramiento de roca (45%), se encuentran asociados a estos ambientes, especies como *Juniperus monticola*, *Gnaphalium liebmannii*, *G. lavandulifolium* y *Archtostryllos pungens*. El suelo es oscuro con moderada proporción de materia orgánica. El rango altitudinal en el que se distribuye es amplio (3000 – 3850 msnm), por lo que se presentan zonas de contacto con otras comunidades. Esta comunidad se caracteriza también por la ausencia de especies como *A. religiosa*, *Asplenium sp.*, *Fuchsia sp.* características de otros ambientes.

En los levantamientos de vegetación se registró una fuerte actividad de pastoreo, ramoneo, ocoteo, quema (zona con alta incidencia de incendios naturales) y en menor cantidad tala. Asociada a estas actividades se relaciona la presencia de especies como *Pernettya ciliata*, *Alchemilla procumbens*, *Senecio angulifolius*, *Lupinus elegans* y *Eryngium* spp.

2.- *Abies religiosa* – *Asplenium castaneum*

- Características de estructura y fisonomía. Bosque cerrado tipificado por cuatro estratos, dos de ellos muy evidentes (arbóreo y rasante). El estrato (1) arbóreo presenta coberturas de 85% de la superficie total del levantamiento y una altura de 15 m. El estrato arbustivo (2), aunque no siempre bien definido, presenta 16% de cobertura y una altura de 2 m. El estrato (3) herbáceo presenta coberturas mayores 50% y una altura de 15 cm. El estrato rasante (4) está compuesto mayoritariamente por musgos y helechos con cobertura de 50% y una altura menor a 5 cm.

- Composición florística. El estrato (1) arbóreo está constituido por una dominancia casi monoespecífica de *A. religiosa* (19/19). En ocasiones *Q. laurina* se presenta como especie acompañante (7/19) y como especies transgresivas *Salix oxilepis* (4/19) y *Alnus jorullensis* (5/19). En el estrato arbustivo (2) la especie acompañante de mayor abundancia que lo tipifica es *Senecio angulifolius* (12/19). El estrato herbáceo (3) presenta especies acompañantes como *Fuchsia microphylla* (13/19), *Senecio toluccanus* (15/19) y *Trisetum virletti* (11/19). En el estrato rasante (4) se encuentran las siguientes especies características: *Asplenium monanthes* (15/19), *Asplenium castaneum* (6/19) y especies del género *Adiantum*, además de una gran variedad de musgos.

- Características ecológicas y distribución. Se desarrolla en condiciones de elevada humedad en laderas o cañadas umbrías con alta inclinación (10°-45°), que brindan protección de la acción de vientos fuertes, de la insolación intensa y de la fluctuación en la temperatura. El suelo en estos ambientes es húmedo, bien desarrollado y con gran cantidad de materia orgánica. Esta comunidad se presenta por debajo del piso de vegetación de *P. hartwegii*, entre los 2800 y 3400 msnm.

Los bosques de *Abies religiosa* en altas condiciones de conservación, son bosques densos, donde *A. religiosa* domina el dosel y especies de musgos el estrato rasante el sotobosque. En condiciones de perturbación, el bosque es más abierto, permitiendo la entrada de luz y dando cabida a especies que

conforman los demás estratos. Algunas especies representativas de esas condiciones son *Circium ehrenbergii*, *Lupinus elegans*, y *Pernettya cilliata*.

3.- *Pinus montezumae* – *Dryopteris* sp

- Características de estructura y fisonomía. Bosque compuesto estructuralmente por tres estratos: Estrato arbóreo (1) con tallas de 15-20m de altura y 50% de cobertura. Estrato (2) formado principalmente por especies de compuestas arbustivas con una altura aproximada de 2 m y cobertura por arriba de 55%. Estrato herbáceo (3) con y una cobertura de 20% y altura de 1 m. Estrato rasante (4) con predominancia de helechos, cobertura variable de 15% a 40% y altura de 10 cm.

- Composición florística. En el estrato arbóreo (1) las especies características son: *Pinus montezumae* (10/15), *Quercus conspersa* (8/15) y *Q. microphylla* (5/15). Las especies acompañantes son: *Q. laurina* (13/15) y *A. religiosa* (7/15). Estrato arbustivo (2) tipificado por especies acompañantes como: *Senecio angulifolius* (14/15), *Satureja macrosterma* (5/15), y *Eupatorium glabratum* (13/15). En el estrato herbáceo (3) las especies características son: *Agrostis tolucensis* (8/15), *Stevia rhombifolia* (8/15), *Castilleja arvensis* (5/15) y las especies acompañantes: *Geranium potentillaefolium* (4/15) y *Lupinus elegans* (12/15). El estrato rasante (4) está compuesto principalmente por helechos las especies características son: *Piptochaetium fimbriatum* (8/15), especies del género *Dryopteris* sp (14/15) y *Adiantum* sp (9/15).

- Características ecológicas y distribución. Esta comunidad se encuentra por debajo del piso de la comunidad de *A. religiosa*, entre la cota de los 2650 - 2800 msnm. Se localiza en laderas de lomeríos con una inclinación variable que va de muy ligera a abrupta (2 a 45°). Los suelos en los que se encuentra son suelos desarrollados con gran cantidad de materia orgánica y hojarasca. El ambiente es cálido húmedo, lo que permite el establecimiento de las especies características del estrato rasante.

Se registró una baja actividad humana en la comunidad, sin embargo, se registraron algunos taxa como *Acaena elongata* y *Lupinus elegans*; frecuentemente relacionados a actividades humanas.

Comunidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Pinus hartwegii</i>	V-5	I-3							
<i>Calamagrostis toluensis</i>	V-4	I-1							
<i>Festuca toluensis</i>	IV-3								
<i>Tauschia nudicaulis</i>	IV-1								
<i>Pernettya ciliata</i>	IV-1	I-2				I-1	II-1	I-1	
<i>Eryngium sp</i>	III-2	II-1	I-1						
<i>Draba jorullensis</i>	II-1								
<i>Erigeron galeottii</i>	II-1	I-1							
<i>Gnaphalium liebmanii</i>	II-1								
<i>Muhlenbergia quadridentata</i>	II-1	I-1							
<i>Juniperus monticola</i>	II-5	I-2							
<i>Castilleja sp</i>	II-1	I-1							
<i>Cerastium molle</i>	II-1	I-1							
<i>Gnaphalium sp</i>	II-1								
<i>Senecio callosus</i>	I-1	II-2							
<i>Asplenium castaneum</i>	II-1	II-1			I-1				
<i>Hieracium sp</i>	I-1	II-1	I-1						
<i>Vaccinium confertum</i>		I-2	I-1						
<i>Quercus microphylla</i>			II-2						I-1
<i>Castilleja arvensis</i>	I-1	I-1	II-1						I-1
<i>Piptochaetium timbratum</i>			III-2						
<i>Quercus conspersa</i>			III-4					II-1	
<i>Elaphoglossum spp.</i>		II-1	III-1		I-2				
<i>Agrostis toluensis</i>			III-2						
<i>Dryopteris sp</i>		I-1	V-1		I-1			I-1	I-1
<i>Abies religiosa</i>	II-2	V-8	III-1		II-4		V-2	III-3	
<i>Asplenium monanthes</i>		IV-1	II-1		I-2	II-1	I-1	II-1	I-1
<i>Fuchsia microphylla</i>		IV-1		II-1	II-1		IV-1	III-1	I-3
<i>Gallium mexicanum</i>		II-2		I-1	I-1	I-1	III-2	III-1	
<i>Quercus laurina</i>		II-2	V-2	I-1	III-7	IV-3	IV-2	V-4	I-2
<i>Pinus montezumae</i>		I-2	IV-2	IV-6	II-2			IV-5	I-2
<i>Eupatorium glabratum</i>		I-1	V-2	II-3		II-1	II-2	I-1	III-1
<i>Stevia rhombifolia</i>		I-	III-2						
<i>Alnus jorullensis</i>	I-2	II-2		I-1	I-	II-1	I-2	V-3	I-3
<i>Cestrum nitidum</i>					II-2			III-2	I-2
<i>Pinus pseudostrobus</i>		I-2		I-2	IV-3	IV-5	V-5	III-5	V-6
<i>Pinus leiophylla</i>		I-3	I-5	I-3	II-3	II-5	I-2	III-4	IV-4
<i>Smilax moranensis</i>		I-1			II-1	II-1	IV-1	I-1	II-1
<i>Didymaea aisinoides</i>		I-3		I-1			III-1		I-1
<i>Quercus rugosa</i>					I-2	IV-3	II-4	III-1	IV-4
<i>Piptochaetium virescens</i>		I-3		I-3		II-4	II-3	II-1	IV-3
<i>Baccharis heterophylla</i>		I-1		IV-1			II-1	I-3	IV-2
<i>Temstroemia pringlei</i>					IV-2	IV-2		I-2	I-3
<i>Clethra mexicana</i>				I-1	II-4	II-1		I-3	
<i>Tillandsia sp</i>					III-4				
<i>Symplocos citrea</i>					II-5				I-1
<i>Adiantum andicola</i>					II-2	II-1	I-1		I-1
<i>Cleypora integrifolia</i>					II-2	II-4	I-5		
<i>Asplenium praemorsum</i>					II-2	II-1	I-1		
<i>Carpinus caroliniana</i>					III-3			I-3	
<i>Cornus disciflora</i>					III-3			I-2	
<i>Zeugites americana</i>		I-1			III-1				
<i>Oreopanax xalapensis</i>					II-4		I-2	I-3	
<i>Eupatorium areolare</i>		I-3			II-3			I-1	
<i>Smilax pringlei</i>		I-2			II-3		I-1	II-1	
<i>Rubus sp</i>					II-2	I-4		II-2	I-2
<i>Heterotheca inuloides</i>		I-1		III-1		I-1			
<i>Phacelia platycarpa</i>				III-1			I-1		
<i>Tagetes filifolia</i>				II-2		I-4			
<i>Aegopogon cenchroides</i>		I-2	I-1	II-5	I-2	I-1		II-2	I-1
<i>Stellaria sp.</i>		I-1							
<i>Senecio cinerarioides</i>			I-2						I-1
<i>Baccharis sp</i>			II-1						
<i>Baccharis grandifolia</i>			I-1						

Código	Comunidad	Clase	Presencia %	Clase	Cobertura %
1	<i>Pinus hartwegii - Calamagrostis toluensis</i>	I	> 0-20	1	< 1
2	<i>Abies religiosa - Asplenium castaneum</i>	II	>20-40	2	≥ 1-5
3	<i>Pinus montezumae - Dryopteris sp</i>	III	>40-60	3	>1-10
4	<i>Baccharis heterophylla - Phacelia platycarpa</i>	IV	>60-80	4	>10-20
5	<i>P. montezumae - Cestrum nitidum</i>	V	>80-100	5	>20-40
6	<i>P. pseudostrobus - Temstroemia pringlei</i>			6	>40-60
7	<i>A. religiosa - Gallium mexicanum</i>			7	>60-80
8	<i>P. leiophylla - Piptochaetium virescens</i>			8	>80
9	<i>Carpinus caroliniana - Asplenium praemorsum</i>				

Cuadro.-9 Tabla sintética de las comunidades vegetales de la región de San Juan.

Continuación..

Comunidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Especies acompañantes									
Salvia mexicana				I-1	III-2	II-1	IV-1	IV-5	III-2
Eupatorium pazcuarensis		I-3			I-3	V-1	III-1	III-2	I-1
Geranium seemanii		I-4		III-1	II-1	IV-1	IV-1	III-2	I-1
Trisetum virletii		III-1			II-2	II-1	IV-1	II-2	I-1
Lopezia racemosa		I-2		II-1	III-1	II-1	I-2	IV-2	III-1
Festuca breviglumis				II-5	I-4			III-2	I-1
Senecio stoechadiformis				II-1	I-1	I-1	I-1	II-1	III-2
Eupatorium arsenoi		II-2			I-1		I-1	II-2	I-1
Bidens ostruthioides	I-2				I-2	II-1	I-1	II-1	I-1
Festuca amplissima		I-2	I-1	I-1	I-1	III-5	I-2		I-1
Alchemilla pringlei				II-1			III-1	I-1	I-5
Stevia nelsonii				I-1			III-3	I-2	
Eupatorium mairitianum					I-2	II-2	II-5	I-2	
Ceanothus coeruleus						I-2	II-1	I-2	I-3
Monnina ciliolata				I-1		II-1	I-1	I-1	II-1
Cestrum thyrsoides		I-1			I-3	I-1	I-1		III-1
Arctostaphylos discolor		I-2				II-1	I-1		III-1
Bidens aequisquama				II-1					III-1
Crataegus pubescens				II-1	I-1			I-4	III-2
Desmodium uncinatum				I-1		I-1	I-1		1
Quercus candicans					II-3	I-2			I-2
Rhus radicans					II-2	II-1			I-1
Fuchsia thymifolia					II-1	I-1	I-1	I-1	I-2
Cystopteris fragilis					I-1	I-1	I-1		1
Buddleia cordata					I-2	I-3	I-1	I-1	
Geranium lilacinum		I-2		I-2		II-1	I-1		I-1
Cyperus sesleroides				I-1			I-1		
Especies generalistas									
Senecio tolucanus	IV-1	IV-2	II-2	I-1			I-1	I-1	I-1
Alchemilla procumbens	IV-2	IV-2	V-1	II-1			I-2	III-2	III-1
Senecio angulifolius	III-1	V-3	V-1		III-2	IV-1	IV-2	V-5	III-1
Lupinus elegans	III-1	II-1	IV-2				II-1		II-1
Cirsium erhenbergii	II-1	III-1	I-1		I-1		I-1	I-3	I-1
Adiantum sp		II-2	III-1		III-3	II-2	I-3	III-1	I-1
Salix oxilepis	I-1	II-5	II-3						
Stellaria cuspidata	I-1	II-1	III-1		I-1		I-1	IV-2	II-1
Achaena elongata		II-2	II-1	I-1			IV-1	IV-2	I-2
Satureja macrostema	I-1	I-2	II-1			I-1	III-2	II-1	
Cheilantes sp.	I-1	II-1		I-1	I-1			III-1	
Gnaphalium semiamplexicaule		I-1	II-1				I-2		
Salvia elegans		I-2			I-2		I-1	II-1	
Pinus michoacana			I-4		I-4		I-6		I-3
Coriaria ruscifolia			II-2	I-1	I-2	I-2		I-5	III-3
Geranium potentillaifolium			II-1						
Polypodium madrense		I-2		II-1	I-2	II-1	II-1	I-1	I-1
Piqueria trinervia		I-2		I-1				II-2	I-1
Quercus crassipes		I-1		I-1					II-1
Gnaphalium attenuatum		I-1		II-1			I-1		I-1
Lupinus montanus		I-4					I-2	I-1	
Bromus carinatus			II-2						
Alnus firmifolia			II-4		I-2		I-2		I-2

Código	Comunidad	Clase	Presencia %	Clase	Cobertura %
1	<i>Pinus hartwegii - Calamagrostis toluensis</i>	I	> 0-20	1	< 1
2	<i>Abies religiosa - Asplenium castaneum</i>	II	>20-40	2	≥ 1-5
3	<i>Pinus montezumae - Dryopteris sp</i>	III	>40-60	3	>1-10
4	<i>Baccharis heterophylla - Phacelia platycarpa</i>	IV	>60-80	4	>10-20
5	<i>P. montezumae - Cestrum nitidum</i>	V	>80-100	5	>20-40
6	<i>P. pseudostrobus - Temstroemia pringlei</i>			6	>40-60
7	<i>A. religiosa - Gallium mexicanum</i>			7	>60-80
8	<i>P. leophylla - Piptochaetium virescens</i>			8	>80
9	<i>Carpinus caroliniana - Asplenium praemorsum</i>				

Cuadro.-9 Tabla sintética de las comunidades vegetales de la región de San Juan.

4.- *Baccharis heterophylla* - *Phacelia platycarpa*

- Características de estructura y fisonomía. Bosque abierto que presenta cuatro estratos; dos de los cuales no siempre presentes. El estrato(1) arbóreo, cuando está presente, se caracteriza por coberturas bajas de 20% y tallas de 12 a 20 m. El estrato (2) arbustivo igualmente escaso, con coberturas de 20% y una altura menor a los 2 m. El estrato (3) herbáceo siempre presente, con coberturas por arriba del 40% y talla de 30 cm. El estrato (4) rasante igualmente presente, con coberturas variables que van entre el 1% al 60% y talla de 5 cm. de altura.

- Composición florística. En el estrato arbóreo (1) la especie característica es *Pinus montezumae* (8/11). Estrato arbustivo (2) las especies acompañantes que lo representan son: *Baccharis heterophylla* (7/11) y *Senecio stochaediformis* (4/11). Estrato herbáceo (3) las especies características de son: *Heteroteca inuloides* (6/11), *Tagetes filifolia* (4/11) y *Piptochaetium virescens* (2/11). Estrato rasante (4) se conforma principalmente por *Phacelia platycarpa* (4/11) y *Aegopogon cenchroides* (3/11) como especies características.

- Características ecológicas y distribución. Debido a las características fisonómicas de la comunidad, este bosque abierto permite la incidencia directa de la luz solar, por lo que es factible el establecimiento de especies heliófilas. Su distribución altitudinal es amplia y va de los 2150 a 2900 msnm. La cantidad de hojarasca en el suelo es variable y en ocasiones se presenta una importante cantidad de ceniza volcánica del volcán Parícutin.

La comunidad está sujeta a una fuerte actividad humana como la tala, el ganado, pastoreo y ramoneo. En algunas zonas la cobertura forestal ha sido removida, para dar lugar a las plantaciones de aguacate.

5.- *Abies religiosa* - *Galium mexicanum*

- Características de estructura y fisonomía. Bosque caracterizado por la presencia de tres estratos. El estrato (1) arbóreo presenta una cobertura de 60% y tallas variables de 15-35 m. Es estrato (2) arbustivo, con coberturas igualmente variables 15-90% y talla de 4 m. El estrato (3) herbáceo presenta coberturas de 35% y una altura de 1 m.

- Composición florística. El estrato arbóreo (1) caracterizado por las especies *A. religiosa* (10/1), *P. pseudostrobus* (9/11) y *Q. laurina* (7/11). En el estrato arbustivo (2) las especies características son: *Senecio angulifolius* (7/11) y *Satureja macrosterma* (5/11). En el estrato herbáceo (3) por las especies *Salvia mexicana* (7/11), *Smilax moranensis* (8/11) y *Fuchsia microphylla* (8/11).

- Características ecológicas y distribución. Comunidad que se desarrolla en laderas o cañadas con una inclinación de leve a moderada. Asociada a estas comunidades, es frecuente encontrar la especie *Satureja macrosterma* (té nurite), típica de ambientes umbríos y de cañadas. Los suelos se presentan bien desarrollados con gran cantidad de hojarasca. El rango de distribución va de los 2,700 a 3,100 msnm, en donde el clima aún es húmedo. Se registró actividad humana en la zona relacionada a tala y ganado.

6.- *Pinus montezumae* - *Cestrum nitidum*

- Características de estructura y fisonomía. Bosque cerrado caracterizado por la presencia de tres estratos principalmente. El estrato (1) arbóreo presenta una cobertura de 80% y tallas variables de 20 m. El estrato (2) arbustivo con coberturas de 70% y talla de 4 m. El estrato (3) herbáceo, presenta tallas de 40 cm y coberturas por arriba de 30%.

- Composición florística. En el estrato arbóreo (1) *P. montezumae* (5/7), *Quercus laurina* (6/7), *Alnus jorullensis* (7/7), *P. pseudostrobus* (4/7), *P. leiophylla* (4/7), *A. religiosa* (3/7). En el estrato arbustivo (2) las especies que lo tipifican son: *Cestrum nitidum* (4/7), *Salvia mexicana* (5/7) y *Senecio angulifolius* (7/7). En el estrato herbáceo (3) las especies características son: *Fuchsia microphylla* (4/7), *Lopezia racemosa* (5/7), *Festuca breviglumis* (4/7), *Geranium seemannii* (3/7) y *Eupatorium pazcuarence* (4/7).

- Características ecológicas y distribución. Comunidad que se desarrolla en laderas de pendientes pronunciadas (35°) y húmedas, con una distribución alrededor de los 2600 msnm. Los suelos se presentan bien desarrollados, con gran cantidad de hojarasca. En el estrato arbóreo (1) la comunidad se caracteriza por la codominancia de *P. montezumae* con otras especies como *A. jorullensis* y en menor grado con *Q. laurina*.

La actividad humana que se registró en la comunidad, está relacionada con la tala y en menor grado con el resinaje. También se tienen registros de la actividad del volcán Parícutin

7.- *Pinus pseudostrobus* - *Ternstroemia pringlei*

- Características de estructura y fisonomía. Bosque caracterizado por la presencia de cuatro estratos. En el estrato (1) arbóreo con cobertura variable (40-80%) y tallas menores a los 20 m. En el estrato (2) arbustivo la cobertura es alrededor de 15%, con tallas menores a los 5 m. En el estrato (3) herbáceo la cobertura es también variable (5-30%) y talla menor a 40 cm. En el estrato (4) rasante la cobertura es de 8% con tallas menores a 10 cm.

- Composición florística. En el estrato (1) arbóreo las especies características son: *Pinus pseudostrobus* (6/8), *Quercus laurina* (6/8) y *Quercus rugosa* (6/8). El estrato arbustivo (2) está caracterizado por *Ternstroemia pringlei* (6/8) y *Senecio angulifolius* (5/8). En el estrato herbáceo (3) se presentan las especies: *Geranium seemannii* (5/8), *E. pazcuarence* (7/8) y *Festuca amplissima* (4/8). En el estrato rasante (4) las especies que lo tipifican son: *Adiantum andicola* (3/8) y *Adiantum sp* (2/8).

- Características ecológicas y distribución. Comunidad que se desarrolla en laderas poco pronunciadas o cañadas alrededor de los 2500 msnm. En esta comunidad se presentan formando parte importante de la fisonomía del bosque diversas especies de género *Quercus*. Los suelos en los que se establece son poco profundos y con gran cantidad de hojarasca. En esta comunidad el grado de perturbación va de moderado a alto. Se registró actividad humana relacionada a la tala, resinaje; además de evidencias de incendios.

8.- *Pinus leiophylla* – *Piptochaetium virescens*

- Características de estructura y fisonomía. Bosque caracterizado por la presencia de cuatro estratos. En el estrato (1) arbóreo con coberturas de 50% y talla de 25 m. El estrato (2) arbustivo con cobertura de 30% y tallas menores a los 4 m. Estrato (3) herbáceo con cobertura de 25% y tallas

menores a los 40 cm. Estrato (4) rasante con cobertura de 20% y tallas menores a los 10 cm.

- Composición florística. En el estrato arbóreo (1) las especies presentes más importantes son: *Pinus leiophylla* (8/12), *P. montezumae* (6/12), *P. pseudostrobus* (11/12), *Quercus rugosa* (8/12). En el estrato arbustivo (2) las especies características son: *Baccharis heterophylla* (8/12), *Senecio stochaediformis* (6/12) y *Archostaphylos discolor* (5/12). En el estrato herbáceo (3) se presentan especies como: *Piptochaetium virescens* (8/12), *Lopezia racemosa* (6/12), *Alchemilla procumbens* (6/12), *Salvia mexicana* (5/12) y *Cestrum thyrsoideum* (6/12). En el estrato rasante (4) especies del género *Polypodium* y *Adiantum*.

- Características ecológicas y distribución. Comunidad que se desarrolla en laderas con inclinación de 15°, o zonas planas alrededor de los 2400 msnm. La comunidad comparte algunos elementos con la comunidad de *P. pseudostrobus* – *T. pringlei*. Los suelos en los que se encuentra son profundos y contienen gran cantidad de hojarasca. En estos bosques se registró actividad humana relacionada a la tala y el resinaje.

9.- *Carpinus carolineana* – *Asplenium praemosum*

- Características de estructura y fisonomía. Bosque cerrado caracterizado por la presencia de tres estratos. En el estrato (1) arbóreo con coberturas de 85% y tallas variables de 15-30 m de altura. Estrato (2) arbustivo con cobertura de 60% y tallas promedio de 4 m. Estrato (3) herbáceo con cobertura de 30% y tallas de 1 m.

- Composición florística. En el estrato arbóreo (1) *Carpinus carolineana* (7/14), *Quercus laurina* (7/14), *P. pseudostrobus* (8/14), *Clethra mexicana* (5/14), *Crataegus pubescens* (5/14) y *Symplocos citrea* (5/14). En el estrato arbustivo (2) *Ternstroemia pringlei*, (8/14), *Oreopana xalapensis* (5/14) y *Senecio angulifolius* (7/14). En el estrato herbáceo (3) *Asplenium praemosum* (7/14), *Eupatorium aerolare* (5/14) *Tilandsia sp.* (5/14), *Lopezia racemosa* (6/14) *Salvia mexicana* (6/14) y *Smilax moranensis* (7/14).

- Características ecológicas y distribución. Esta comunidad se desarrolla en sitios húmedos más cálidos que los bosques de *Abies*. Presenta una distribución vinculada a laderas muy pronunciadas,

barrancas o cañadas. Se caracteriza por la presencia de especies representativas del bosque mesófilo de montaña como lo son: *Carpinus carolineana*, *Crataegus pubescens*, *Symplocos citrea*, entre otras. Su distribución es amplia, se encuentra a partir de las zonas más bajas de la comunidad (1900 msnm) hasta los 2500 msnm. Los suelos son escaso o bien desarrollados y contienen gran cantidad de hojarasca. El grado de perturbación es variable, va de ligero hasta el fuertemente perturbado, en donde el cambio de uso del suelo se hace a plantaciones aguacateras.

10.- *Stevia rhombifolia* - *Aegopogon cenchroides*

- Características de estructura y fisonomía. Matorral discontinuo en forma de pequeños manchones densos. Se distinguen dos estratos: el estrato (1) arbustivo representado por especies de compuestas dominando 90% de la cobertura, con una altura variable de 0.5 m a 4 m. El estrato (2) rasante con cobertura de 10% y tallas de 5-10 cm. de altura.

- Composición florística. El estrato arbustivo (1) las especies características son: *Stevia rhombifolia* (8/9), *Senecio cinerarioides* (5/9), *Baccharis grandifolia* (3/9) y *Baccharis* sp. (4/9). Estrato rasante (2) las especies características son: *Aegopogon cenchroides* (9/9) y *Bromus carinatus* (3/9); las especies acompañantes: *Alchemilla procumbens* (7/9), *Stellaria* sp (6/9) y *Acaena elongata* (4/9).

- Características ecológicas y distribución. Los matorrales se encuentran en planicies con gran cantidad de arena volcánica reciente del Parícutín. El suelo es pobre, poco desarrollado y escasa materia orgánica. Este tipo de vegetación está expuesto a la continua exposición solar. Presenta una distribución entre la cota de los 2600 y 2800 msnm.

Las cuatro comunidades de vegetación preforestal:

- 1) *Gnaphalium canescens* – *Gaultheria lancifolia*,
- 2) *Gnaphalium semiamplexicaule* – *Aegopogon cenchroides*
- 3) *Phlebodium araneosum* – *Elaphoglossum pringlei*
- 4) *Buddleia cordata* – *Coriaria ruscifolia*.

No se desarrollarán en el presente trabajo por lo que se recomienda revisar el trabajo original de Giménez *et al.*, (1998) para más detalle.

INTEGRACIÓN

La vinculación de los tipos de vegetación asociados a unidades de manejo forestal (subrodal), excluyó la información de los bosques de altura *P. hartwegii-Calamagrostis toluensis* debido a que es un tipo de vegetación que propiamente no ocurre en la CINSJP, más caracteriza la vegetación de la región Tancitaro. Por otro lado, también excluyó la comunidad de *Stevia rhombifolia* - *Aegopogon cenchroides* y las comunidades preforestales, ya que la información forestal con la que se cuenta no incluye especies arbustivas ni herbáceas, por lo que era imposible su análisis.

Vinculación de comunidades vegetales a unidades de manejo forestal (subrodal)

El análisis integrado de unidades de manejo forestal (subrodal) con comunidades vegetales (cuadros 10 y 11) nos indica que de los 1274 subrodales, la comunidad - *P. leiophylla* - *Piptochaetium virescens* es el tipo de vegetación con mayor cobertura en los bosques de la CINSJP, asociado a un total de 388 subrodales, con un área de 3,533 ha, lo que representa el 31% de la superficie forestal de la CINSJP. La comunidad - *P. pseudostrobus* - *Ternstroemia pringlei*, está asociada a 433 unidades de manejo cubriendo una superficie del 25% del total del área forestal de la CINSJP.

La comunidad - *A. religiosa* - *Galium mexicanum* resultó ser la tercera comunidad, en función de la superficie cubierta en la CINSJP. Se distribuye en un área de 2,046 ha comprendidas en 187 subrodales. Las comunidades menos representadas a través de este análisis resultaron ser en primer lugar, la comunidad de - *Abies religiosa* - *Asplenium castaneum* distribuida en un área de 0.007 ha en 2 subrodales. La otra comunidad fue - *P. montezumae* - *Dryopteris* sp, que caracteriza a 20 subrodales cubriendo una superficie de 1,601 ha

Cabe mencionar que las comunidades de vegetación con mayor superficie de distribución, son igualmente comunidades conformadas por las especies arbóreas de mayor relevancia económica en términos del recurso madera. Razón por la cual, la distribución puede estar íntimamente relacionada a las prácticas de aprovechamiento de la madera, llevadas a cabo por parte de la CINSJP.

Cuadro 10. Número de unidades de manejo (subrodales), asociadas a un tipo de comunidad vegetal.

<i>Comunidad</i>	<i>No. subrodales</i>
<i>Abies religiosa-Asplenium castaneum</i>	2
<i>P. montezumae-Dryopteris sp</i>	20
<i>Carpinus carolineana-A. praemorsum</i>	28
<i>A. religiosa-Galium mexicanum</i>	187
<i>P. montezumae-Cestrum nitidum</i>	123
<i>P. pseudostrobus-Ternstroemia pringlei</i>	433
<i>P. leiophylla-Piptochaetium virescens</i>	388
<i>Baccharis heterophylla-Phacelia platicarpa</i>	89
Vegetación no definida	4

Similitud de la unidad de manejo forestal (subrodal) al tipo de vegetación asociado.

Al relacionar la información forestal y la información de vegetación para cada unidad de manejo (1274 subrodales), se obtuvo el porcentaje de similitud de cada subrodal con el tipo de vegetación asignado. De tal manera que el 46% de los subrodales presentan alta probabilidad de incluir a la comunidad de vegetación seleccionada, a través del índice de afinidad (Cuadro 11). Es decir, la composición y abundancia de las especies arbóreas de las unidades de manejo presenta una composición similar a la de una comunidad de vegetación.

La clase 5 incluye los subrodales que se caracterizan por especies que no se registraron en el estudio de vegetación y que, por lo tanto, no presentan relación con ninguna comunidad vegetal.

Cuadro 11. Número de subrodales, pertenecientes a cada clase de similitud. Indica la probabilidad del subrodal de incluir la comunidad vegetal seleccionada conforme al índice de afinidad (composición y frecuencia de EAs).

<i>Clase de similitud</i>	<i>Porcentaje de similitud</i>	<i>No. Subrodales</i>	<i>(%)</i>
I	> 25	249	19.5
II	26 – 55	110	8.6
III	56 – 75	315	24.7
IV	76 – 100	596	47.0
	No definida	4	0.3
	No forestal		

Integración de las bases de datos y elaboración del modelo espacial

Dado que cada subrodal fue asignado a una comunidad de vegetación, se procedió a reagrupar los subrodales pertenecientes a una misma comunidad de vegetación. Este procedimiento resultó en la definición de unidades de vegetación (Figura 6), así como en unidades de cobertura y uso del suelo. Cabe mencionar que los polígonos representados por las clases de cobertura: arenales o lavas, comprenden comunidades vegetales de sucesión primaria, mismas que se excluyeron al realizar la vinculación de comunidades vegetales a unidades de manejo forestal (subrodal).

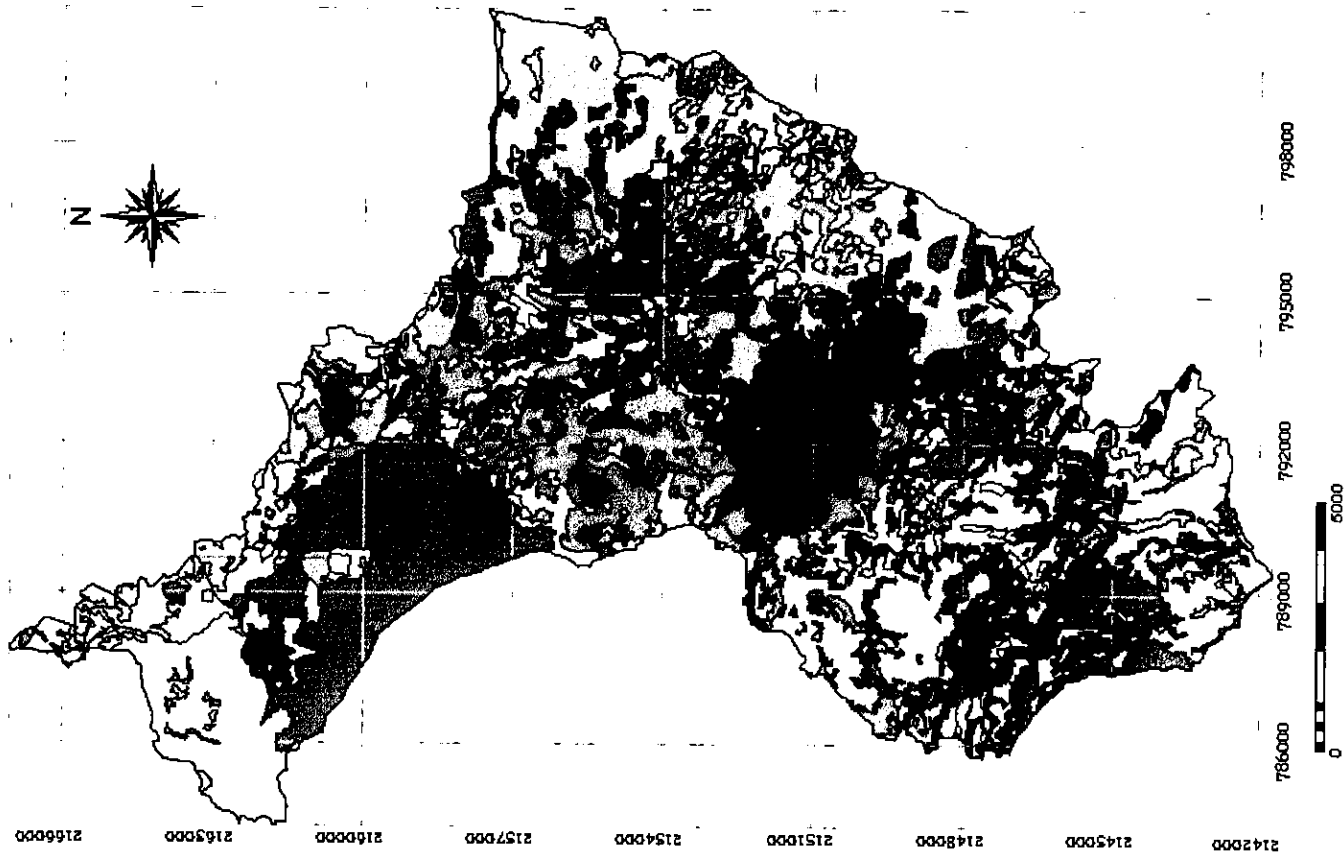
En el cuadro 12 se pueden observar los valores de número de polígonos, número de subrodales y superficie de cada comunidad de vegetación. Los datos de número de polígonos y el área que ocupan, reflejan qué tan agregadas o disgregadas se encuentran las unidades de vegetación. La última columna del cuadro 12 muestra el valor del perímetro, que a su vez, nos indica un índice de fragmentación de cada unidad de vegetación, lo que se confirma con el número y tamaño de los polígonos que la forman. Esta información permite inferir el grado de fragmentación de las diferentes unidades de vegetación. Por ejemplo, una unidad de vegetación con muchos polígonos y un perímetro total relativamente pequeño, estará más fragmentada que una unidad de un solo polígono con un perímetro mayor.



















La comunidad de vegetación - *P. leiophylla* - *Piptochaetium virescens*, ocupa la mayor superficie forestal de la CINJPS. El relativamente bajo número de polígonos que la conforman (85) cubre un total del 30% de la superficie forestal aprovechada por la CINSJP.

Esto sugiere la poca vulnerabilidad de esta comunidad, que ha sido ampliamente favorecida por las prácticas de manejo forestal. Esto contrasta con la comunidad - *P. pseudostrobus* - *Ternstroemia pringlei*, la cual se distribuye en el 25% de la superficie forestal, pero ocupa 136 polígonos. Ambas comunidades incluyen especies de alto valor maderable, por lo que este tipo de información sobre el grado de fragmentación debe ser incorporado en los planes de aprovechamiento de la comunidad.

La unidad de vegetación - *C. Carolineana* - *A. praemorsum* se encuentra altamente disgregada en la CINSJP; ocupa un total de 24 polígonos y cubre una superficie 374 ha. Las posibles causas de tan baja cobertura están relacionadas al cambio de uso del suelo forestal a huertos de aguacate, actividad que se desarrolla fuertemente desde 1970. Los sitios de distribución de este tipo de comunidad son sitios relativamente más cálidos y húmedos, óptimos para el cultivo de plantaciones aguacateras.

MAPA DE VEGETACIÓN, COBERTURA Y USO DE SUELO



-  *Abies religiosa* - *Asplenium castaneum*
-  *Pinus montezumae* - *Dryopteris* sp.
-  *Carpinus carolineana* - *Asplenium praemorsum*
-  *Abies religiosa* - *Galium mexicanum*
-  *Pinus montezumae* - *Cestrum nitidum*
-  *Pinus pseudostrobus* - *Ternstroemia pringlei*
-  *Pinus leiophylla* - *Piptochaetium virescens*
-  *Baccharis heterophylla* - *Phacelia platycarpa*
-  Rodales no definidos
-  Agricultura
-  Plantaciones forestales
-  Huertos
-  Renevos naturales
-  Pastizales
-  Arbustos
-  Arenales
-  Lavas
-  Poblados

Elaboró: Alejandra Fregoso

Cuadro 12. Asociación de comunidades de vegetación a unidades de manejo forestal (subrodal), área que conforman y perímetro. El valor del perímetro indica un índice de fragmentación de cada comunidad vegetal relacionando el número y tamaño de polígonos que la conforman.

<i>Comunidad</i>	<i>Núm. Polígonos</i>	<i>Núm. Subrodal es</i>	<i>Área (x 10³) m²</i>	<i>Perímetro (x 10⁵)</i>
<i>A. religiosa-A. castaneum</i>	2	2	0.734	0.022
<i>P. montezumae-Dryopteris sp</i>	16	20	16.01	0.294
<i>C. carolineana-A. praemorsum</i>	24	28	37.4	0.489
<i>A. religiosa-G. Mexicanum</i>	50	187	204.6	2.19
<i>P. montezumae-C. Nitidum</i>	74	123	136.9	2.00
<i>P. pseudostrobilus-T. pringlei</i>	136	433	282.0	3.92
<i>P. leiophylla-P. virescens</i>	85	388	353.3	3.83
<i>B. heterophylla-P. platycarpa</i>	34	89	56.9	0.850
Vegetación no definida	4	4	1.701	0.037

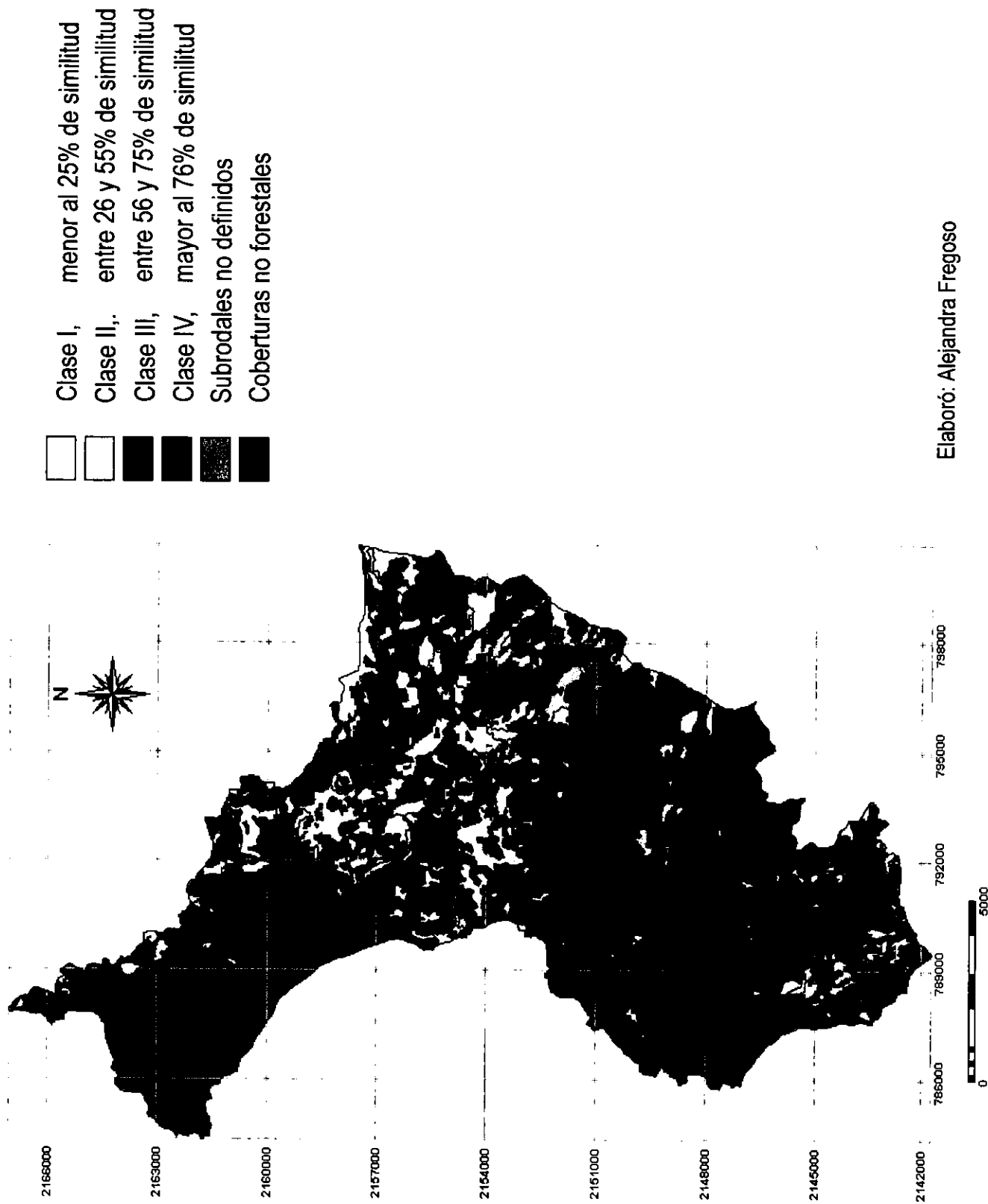
El resto de las unidades de vegetación, a excepción de - *A. religiosa* - *G. mexicanum*, presentan un alto grado de vulnerabilidad frente a las prácticas de manejo forestal tradicional. Estas comunidades, además de contener especies maderables de importancia económica, son comunidades fundamentales para asegurar el buen funcionamiento del ecosistema general.

Durante el proceso de vinculación entre las comunidades de vegetación y las unidades de manejo forestal (subrodal), se observó (cuadro 13) que alrededor del 80% de la superficie forestal fue exitosamente incorporada al modelo (figura 7). En contraste, en tan solo el 12% del territorio no se logró ligar ambos niveles informativos. De una muestra tomada al azar que cubrió el 16% del total de datos (203 subrodal), se determinó un error del 10%. Las fuentes probables de error son: la información original proveniente de dos grupos diferentes (forestal y biológica) y el proceso de análisis de este trabajo. Lo que significa que el presente modelo espacial tiene una certidumbre del 90%. Lo cual sugiere que el modelo de integración de ambos enfoques, es aceptable.

Cuadro 13. Clases de similitud, número de subrodal por clases, área y perímetro total que representan. Alrededor del 80% de la superficie forestal, fue exitosamente incorporada al modelo, ligando ambas fuentes de información.

<i>Clase de similitud</i>	<i>N. subrodal es</i>	<i>N. polígonos</i>	<i>Área (x 10³) m²</i>	<i>Perímetro (x 10⁵) m</i>
I > 25	249	135	133	2.34
II 26 - 55	110	65	106	1.54
III 56 - 75	315	152	364	5.1
IV 76 - 100	596	200	483	6.3
Subrodal es no definidos	4	4	2	0.05
Coberturas no forestal es		294	725	7

MAPA DE SIMILITUD ENTRE SUBRODAL FORESTAL Y COMUNIDAD DE VEGETACIÓN



Elaboró: Alejandra Fregoso

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las diferencias en cuanto a la información de riqueza específica, a través de los dos métodos analizados en el presente trabajo, muestran grandes diferencias. Por un lado la información obtenida a través de los inventarios florísticos es mucho más detallada en cuanto al conocimiento de la flora de la región. Sin embargo, no permite asociar la distribución de dichas especies a unidades discretas, con factores ambientales abióticos y bióticos homogéneos, en este caso la vegetación (Farina, 1998). Por otro lado, los métodos forestales generalizan la composición y estructura de la vegetación que conforma el bosque, ya que la información tradicionalmente utilizada es de índole fisonómica y dasonómica, referida exclusivamente a las especies arbóreas, y de éstas, las que tienen un valor comercial.

Cuadro 14. Riqueza de género, familia y especies a través de los tres diferentes enfoques en el estudio del bosque. Los levantamientos florístico muestran la riqueza florística de la región, sin embargo, no permite relacionar dicha información, a la distribución de las especies. El inventario forestal, contempla únicamente el 2% de los géneros, el 5% de las familias y el 2% de las especies registradas.

	<i>Levantamiento fitoecológico</i>	<i>Levantamiento florístico</i>	<i>Inventario forestal</i>
Género	189	271	5
Familia	77	93	4
Especie	410	609	11

A través de métodos de clasificación de la vegetación se reconocieron 14 comunidades vegetales en la región de San Juan Nuevo. Específicamente para la superficie forestal de la CINSJP se reconocieron 8 comunidades vegetales. La clasificación propuesta para las comunidades vegetales forestales, sugiere una distribución zonal relacionada a variaciones fisiográficas, ambientales y posiblemente al impacto de la actividad humana, principalmente al aprovechamiento forestal (Velázquez *et al.*, en prensa). En el caso de las comunidades de vegetación preforestal, se relaciona a procesos de sucesión primaria (Giménez *et al.*, 1999).

La distribución de las comunidades vegetales está relacionada a variaciones ambientales en la temperatura y humedad, producto de la alta heterogeneidad del relieve. Reflejo de estas variaciones

es la distribución de la comunidad *Abies religiosa* – *Asplenium castaneum*, en sitios húmedos y fríos por arriba de los 2,800 msnm y la comunidad de *Symplocos citrea* – *A. praemorsum*, en sitios húmedos y relativamente cálidos por arriba de los 1,900 msnm.

El enfoque de ecología de comunidades permitió reconocer en el presente estudio las especies diagnósticas de cada comunidad vegetal, mismas que reflejan condiciones ambientales diferentes. Por otro lado, se logró caracterizar dichas comunidades con base en su composición, estructura y aspectos ecológicos (Whittaker, 1962;). Así se pudo relacionar dicha información a un modelo integral de manejo forestal que incorpora la información referente a la estructura vertical del bosque, en este caso, la composición y estructura de las diferentes comunidades de vegetación, y la estructura horizontal del mismo. El modelo espacial logró representar el mosaico de comunidades vegetales del bosque de la CINSJP. Considerar este tipo de información en los modelos de manejo forestal resulta de gran relevancia para conocer cuáles son las comunidades de vegetación que conforman el bosque, en dónde se encuentran, y cuáles son los elementos y factores más importantes que regulan su distribución y su buen estado de conservación.

El enfoque forestal *sensu* Smith (1962), al basarse únicamente en las especies arbóreas y de estas las de valor forestal comercial, no permite reconocer la complejidad estructural de la vegetación, la composición florística que la caracteriza y su relación con las condiciones ambientales, fisiográficas y actividades humanas. Sin embargo, a través del muestreo sistemático exclusivamente de las especies arbóreas del enfoque forestal, se pudo relacionar alrededor del 50% de los subrodal, con alguna(s) comunidad(es) vegetal(es) de manera exitosa. Esta vinculación se hizo con base en las especies arbóreas, mismas que presentan distintos valores de frecuencia relativa para cada comunidad vegetal y para cada subrodal. Por tanto, la comunidad vegetal asociada a cada subrodal, incluye la comunidad vegetal mejor representada pero no necesariamente la única. Es decir, un subrodal puede comprender a más de una comunidad vegetal, las cuales presentan cierta similitud en cuanto a la composición y abundancia de especies arbóreas.

Existen grandes diferencias en el diseño de muestreo del enfoque forestal y el enfoque ecológico y, por lo tanto, en la información obtenida. El diseño del enfoque forestal, se basa en atributos forestales relacionados principalmente al recurso madera; entre otros, puede citarse la fisonomía, densidad y volumen de madera. No se consideran aspectos ecológicos y el muestreo se realiza tanto en sitios que incluyen condiciones de transición que representan ecotonos, como en sitios

homogéneos (Seymour y Hunter, 1999). Mientras que el enfoque fitoecológico intenta excluir del diseño de muestreo este tipo de condiciones, dirigiendo el esfuerzo exclusivamente a condiciones homogéneas, de comunidades vegetales (Werger, 1974). Esto explica que un alto porcentaje de subrodal presente baja afinidad con cualquier posible comunidad vegetal (ver mapa de similitud). Por otro lado, los resultados de este análisis también pueden sugerir que la composición de los bosques de la CINSJP, presenta cierto grado de alteración, relacionado posiblemente a las prácticas de aprovechamiento de la madera, que promueven la corta selectiva y favorecen el desarrollo y establecimiento de ciertas especies. Esto se refleja en la alteración de la composición y abundancia florística de la unidad de manejo, razón por la cual un gran número de subrodal presentan baja afinidad con alguna comunidad de vegetación.

A través del modelo espacial se representó la heterogeneidad en términos de la vegetación de los subrodal, por lo tanto la heterogeneidad al interior de cada rodal. Si bien, el subrodal en términos del enfoque forestal, presenta características fisonómicas homogéneas, en términos de la ecología de comunidades vegetales, incluye una alta heterogeneidad de comunidades vegetales (Hunter, 1999). Esto debido a que la mayoría de las comunidades vegetales, en este caso del bosque templado, comparten muchas de las especies arbóreas, pero éstas se presentan con valores de frecuencia diferentes en cada comunidad vegetal. El caso del rodal, como un nivel jerárquico de agrupación mayor, persiste la homogeneidad fisonómica, pero se incrementa la heterogeneidad de comunidades vegetales. En la CINSJP, la mayoría de los rodal son unidades extensas que incluyen rangos altitudinales amplios, por lo tanto, comunidades vegetales representativas de condiciones ambientales diferentes. Tal es el caso de agrupar dentro de una misma unidad forestal, comunidades vegetales de *Pinus leiophylla* – *Piptochaetium virescens*, *Abies religiosa* – *Galium mexicanum*, *Pinus montezumae* – *Dryopteris* sp., siendo que cada comunidad vegetal presenta patrones de distribución conforme a ciertas condiciones bióticas y abióticas, así como una dinámica y regeneración particular.

Existen grandes diferencias al reconocer la complejidad del bosque a través de su cobertura vegetal (densidad), o bien a través de su vegetación (composición y estructura). Estas dos aproximaciones son complementarias, pero no únicas para ser contempladas en el manejo forestal. El diseño y planeación del manejo forestal integral, no puede basarse exclusivamente en las especies de valor comercial (maderables), sin contemplar la complejidad de la vegetación que caracteriza y mantiene el bosque.

Se postula que el manejo forestal es el disparador de diferentes procesos de la dinámica de la vegetación, por lo que se debe reconocer que el arreglo, composición y estructura de la vegetación que se considera en el diseño del manejo forestal, no son coincidentes con las implicaciones en la dinámica de la vegetación y las implicaciones sobre la evolución del paisaje.

Por otro lado, se asume que el manejo (aprovechamiento) forestal simula procesos de perturbación que ocurren de manera natural, por lo que el aprovechamiento forestal se restaura como parte de la dinámica misma del área manejada. Los disturbios naturales sin embargo, afectan con la misma magnitud los diferentes elementos del área en cuestión (suelos, cobertura vegetal, fauna, etc.), mientras que las prácticas forestales alteran de manera dirigida algunos elementos, en este caso las especies arbóreas y de éstas las de valor comercial. Tal es el caso de la amplia distribución de *Pinus pseudostrabus*, en las diferentes comunidades de vegetación, así como un grupo grande de especies (ver cuadro 8), que refleja posiblemente el establecimiento de especies relacionadas a las prácticas del aprovechamiento forestal. Si bien, *Pinus pseudostrabus* es una especie de alto valor económico en términos maderables y representa altos rendimientos para la economía forestal de la CINSJP, es importante analizar los efectos de estas prácticas sobre las comunidades vegetales en las que se encuentra, así como los efectos sobre la biota.

Otro supuesto del enfoque forestal es que los subrodales son independientes, mientras que la composición de la vegetación a nivel regional se presenta a lo largo de variaciones ambientales. Los límites de las unidades de manejo no siempre coinciden con esta heterogeneidad de la vegetación. El manejo sustentable del bosque debe considerar la relación horizontal entre los mosaicos de vegetación, incluidos en las unidades de manejo forestal, para no alterar fuertemente la dinámica y evolución del bosque.

La fragmentación del bosque es un proceso que debe ser considerado al realizar planes de manejo forestal. La fragmentación de la estructura del paisaje tiene fuertes consecuencias en el funcionamiento del bosque a nivel local como regional, y por ende en los bienes y servicios del mismo. El tipo de aprovechamiento forestal que se realiza en la CINSJP, promueve grandes cambios en la estructura y composición de especies de las comunidades forestales, así como en el número, tamaño y posiblemente la forma de los fragmentos de vegetación que forman el bosque. Por otro lado, la falta de información espacial sobre comunidades de vegetación, no permite hacer un monitoreo sobre las modificaciones promueve al realizar ciertas prácticas forestales.

El aprovechamiento forestal a partir del rodal como entidad geográfica de manejo, no se ajusta a los supuestos antes mencionados, ya que la dinámica del bosque está condicionada a procesos ecológicos (sucesión, repoblamiento, natalidad, entre otros), más que a características que describen una entidad en términos puramente maderables.

Actualmente las comunidades de vegetación con mayor grado de conservación, tales como las comunidades - *A. religiosa* – *Asplenium castaneum* y - *P. montezumae* – *Dryopteris sp*, así como - *C. carolineana* – *A. praemorsum*, de distribución restringida y de importancia biológica, se encuentran vulnerables frente a las prácticas de aprovechamiento al no contar la CINSJP con información corológica sobre las comunidades de vegetación.

Para fines de conservación y aprovechamiento del bosque, los resultados obtenidos sugieren que el diseño del aprovechamiento forestal de la CINSJP, no contempla y tampoco refleja la heterogeneidad de comunidades de vegetación que conforman el bosque. Desde una perspectiva corológica, esa heterogeneidad está relacionada al funcionamiento y mantenimiento del bosque.

A través de la vinculación de las ocho comunidades de vegetación a las unidades de manejo forestal (subrodal) de la CINSJP, mediante un modelo espacial se representó el mosaico de comunidades de vegetación del bosque de la CINSJP, así como la riqueza de especies que comprende. La vinculación de comunidades vegetales a unidades de manejo forestal (subrodal), es una vía para conciliar el enfoque ecológico y el enfoque forestal, mismos que tienen al bosque como objeto de estudio común.

La información aquí presentada no solo permitirá incrementar el conocimiento acerca de los recursos naturales en la zona, o incrementar las bases de datos con las que cuenta la CINSJP; también permitirá la generación de información ecológica actualizada para definir estrategias de conservación, manejo y desarrollo por parte de la CINSJP.

RECOMENDACIONES

Hoy día el manejo óptimo del bosque, rebasa la información que se genera bajo el enfoque puramente forestal. El conocimiento generado a partir de la integración de otras disciplinas tales como, la geografía, ecología, es imprescindible desde un enfoque de investigación participativa. De esta forma las necesidades locales de los propietarios del recurso, se verán incluidas en los diseños de las propias investigaciones.

Con la finalidad de lograr un manejo integral de los recursos forestales, resulta relevante integrar diferentes enfoques que permitan la conservación y uso de los recursos en el corto y largo plazo, incorporados en un modelo de manejo sustentable del bosque. Para ello se hacen las siguientes recomendaciones.

- Crear unidades de paisaje a través de la información obtenida en el presente estudio y la información existente sobre suelos y geomorfología previamente generada, con el fin de definir entidades factibles de ser unidades integrales de manejo de los recursos.
- Reconocer las características espaciales y aespaciales particulares de cada unidad, de tal manera que la planeación del aprovechamiento del recurso forestal, vaya de acuerdo a las características de cada unidad y se promueva el manejo múltiple y sostenido del bosque.
- Reconocer, monitorear y prever los efectos del aprovechamiento forestal sobre la estructura vertical y horizontal de las comunidades vegetales sujetas a aprovechamiento.
- Retomar la información obtenida por los trabajos de Giménez, *et al*, (1997) y Velázquez *et al*, (en prensa), con el fin de hacer un seguimiento del proceso de sucesión primaria de los bosques de la región, para un mejor entendimiento de la dinámica de la vegetación e incorporación al modelo de manejo forestal.

- Establecer sitios permanentes de monitoreo (control y tratamientos) por tipo de vegetación, para determinar la tasa neta de producción anual y el impacto producido por las diversas prácticas de aprovechamiento.
- Desarrollar un método de levantamiento forestal-ecológico, que permita incorporar información suficiente de los dos enfoques, para llevar a cabo el manejo del bosque con base en las características propias de la vegetación.

LITERATURA CITADA

- Alvarez Icaza, P. 1993. "Forestry as a social enterprise". *Cultural Survival*. 17(1):45-47.
- Álvarez-Icaza, P. 1996. La gestión ambiental campesina, reto al desarrollo rural sustentable. 117-127. En: *Sustentabilidad y Desarrollo ambiental* tomo 2; Seminario Nacional sobre alternativas para la economía mexicana. Calva, J. L.
- Álvarez-Icaza, Cervera, P. Garibay, G. C. Gutierrez, P. y Roset, F. Condicionantes socioambientales para el desarrollo sustentable de la región Purépecha. *Cuadernos Agrarios* No. 7. Nueva época. México.
- Bakent, E. Z. 1997. Assessment of structural dynamics in forest landscape management. *Canadian Journal Forest Research*. 27: 1675-1684.
- Bocco, G., Palacio, J.L. y Valenzuela, C. 1991. "Integración de la percepción remota y los sistemas de información geográfica". *Ciencia y Desarrollo*. 27(97):79-88.
- Bocco, G., Velázquez, A. y Siebe. C. 1998. "Managing natural resources in developing countries: The role of geomorphology". *Conservation Voices* (Soil and Water Conservation Society) (16): 71-84.
- Bocco, G., Mendoza, M. y Masera O.. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Instituto de Investigaciones Geográficas.
- Bocco, G., Velázquez. A. y Torres, A. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales, un caso de investigación participativa en México. *Interciencia*. 25(2): 64-70
- Braun-Blanquet, 1979. *Fitosociología: bases para el estudio de comunidades vegetales*. Ed. H. Blume. Madrid
- Brokaw, N., y Lent, R. 1999. Vertical structure. En *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*, ed. M. Hunter, Jr., 373-399. Reino Unido: Cambridge.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Cabarle, B. Madrid S., Chapela, F. y Merino, L. 1997. La silvicultura comunitaria mexicana, frente a los estándares internacionales. En: El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad. Merino L. (Ed.). Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. UNAM, México.
- Carabias, J. Provencio, E. Toledo, C. 1994. Manejo de recursos naturales y pobreza rural. Fondo de Cultura Económica, México.
- Carabias, J., Provencio, E. y Toledo, C. 1994. Manejo de recursos naturales y pobreza rural. UNAM-FCE. México. 137 pp.
- Chadwik, N. L., Progulsk, D. R. y Finn, J. T. 1986. Effects of fuelwood cutting on birds in southern New England. *Journal of Wild Life Management*. 50(3): 398-405.
- Cook, E y van Lier, H. 1994. Landscape planning and ecological networks. En: Landscape planning and ecological networks. 1-11p. ELSEVIER. N.Y.
- D'Luna, F. C. A. 1995. Evaluación del paisaje para el ordenamiento territorial en el área de conservación La esperanza, Guanajuato. Tesis de Maestría en Geografía, Fac. Filosofía y Letras. UNAM.
- Daily, C. G., Alexander, S., Ehrlich, P. R., Goulder, L., Lubchenco, J., Matson, P. A., Mooney, H. A., Postel, S., Schneider S. H., Tilman, D. y Woodwell, G. M.. 1996. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology* 2:1-16.
- Farjon, A. Pérez de la Rosa, J. y Styles, B. 1997 Guía de campo de los pinos de México y América Central. Royal Botanical Gardens. UK. 151 pp.
- Forman, R., Godron, M.. 1986, Landscape ecology. John Wiley and Sons. USA. 619 pp.
- Giménez, J., Escamilla, M., Velázquez, A. 1997. Fitosociología y sucesión en el volcán Parícutín (Michoacán México). *Caldasia* 19(3): 487-505
- ILWIS (The integrated land and water information system). 1997. Application and reference guides. ILWIS department, ITC, Enschede, The Netherlands. P. 352.

- Inbar, M., Lugo, J. y Villers, L. 1994. The geomorphological evolution of the Parícutín cone and lava flow, México, 1943-1990. *Geomorphology*. 9:57-76
- IRM. 1992. Recursos Mundiales 1992-1993. Institute Panamericano de Geografía e Historia. México. 433pp..
- IUCN. 1996. Communities and Forest Management. A report of the IUCN working group on community involment in forest management. UK.
- Jardel, E. 1996. Arbol que nace torcido. Plantaciones y política forestal en México. Cuadernos agrarios No. 14. Nueva época, México.
- Jardel, E. Ezcurra, E., Santiago, A. L., Ramírez, M. , Cruz, S.P. 1998. Patrones del paisaje y sucesión en bosque de pino-encino y mesófilo de montaña- En memorias 6to. Simposio interno sobre investigación, manejo de recursos naturales y desarrollo comunitario. Ed. Martínez, L. Sandoval, J. Guzmán, L. Núñez, N. Universidad de Guadalajara.
- Jardel, E. Sánchez-Velásquez, L. 1984. La sucesión forestal: fundamento ecológico de la silvicultura. *Ciencia y Desarrollo*. (14) 84:35-43
- Kent, M. y Cooker, P. 1992. *Vegetation description and analysis*. Belhaven Press. UK. 363 pp.
- Lippke, B., y Bishop, J. 1999. The economic perspective. En *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*, ed. M. Hunter, Jr., 639-666. Reino Unido: Cambridge.
- Lira, J. 1987. La percepción remota: nuestros ojos desde el espacio. *La Ciencia desde México* No. 33. Fondo de Cultura Económica.. México. 150 pp.
- Maguire, L., 1999. Social perspective. En *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*, ed. M. Hunter, Jr., faltan pags. Reino Unido: Cambridge
- Masera, O., Masera, D. y Nadia J. 1998. Dinámica y uso de los recursos forestales de la región Puerépecha. El papel de las pequeñas empresas artesanales. GIRA, México. 195 pp.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L. y Randers, J. 1992. Más Allá de los Límites del Crecimiento. Aguilar. México. 355 pp.

- Merino, L. 1997. La heterogeneidad de las comunidades forestales en México. Un análisis comparativo. 133-151. En: El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad. Merino L. (Ed.). Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. UNAM, México.
- Mittermier, R. y Goettsch, C. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: México ante los retos de la biodiversidad, Ed. Sarukhán, Dirzo, R. CONABIO, México.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. New York. Pp. 547.
- Mummery, D., Battaglia, M. C., Beadle, L., Turnbull, C.R.A., McLeod, R. 1999. An application of terrain and environmental modelling in a large-scale forestry experiment. *Forest Ecology Management*. 118: 149-159.
- Neave, H., Norton, T. 1998. Biological inventory for conservation evaluation IV. Composition, distribution and spatial prediction of vegetation assemblages in southern Australia. *Forest Ecology Management*. 106: 259-281.
- Oliver, C.D., Berg, D. R., Larsen, D. R., O'Hara, K. L. 1992. Integrating management tools, ecological knowledge, and silviculture. En: *New Perspective for Watershed Management*. R. Naiman y J. Sedell, eds. Cap. 13: 361-382. Springer-Verlag. New York.
- Ordoñez, J. 1999. Captura de carbono en un bosque templado: el caso San Juan Nuevo, Michoacán. INE, SEMARNAP. 72 pp.
- Palik, B., y Engstrom, T. 1999. Species composition. En *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*, ed. M. Hunter, Jr., 65-94. Reino Unido: Cambridge.
- Panayotu, .1995. *Ecología, Economía y Desarrollo*.
- Pitkänen, S., 1998. The use of diversity indices to assess the diversity of vegetation in managed boreal forest. *Forest Ecology Management*. 112: 121-137
- Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. y. Fa, J. 1998. *Diversidad Biológica de México*. Instituto de Biología, UNAM, México.

- Rees, J. D. 1970. Paricutin revisited: A review of man's attempt to adapt to ecological changes resultin from volcanic catastrophe. *Geoforum* 4:7-25
- SARH, 1992
- SEMARNAP, 1997. *Ley Forestal*. SEMARNAP, México. 114 pp.
- Segestrom, K. 1950. Erosion studies at the Paricutín, satate of Michoacán, México. *Geological Survey Bulletin* 965-A. USGS. Washington. 164 pp.
- Seymour, R., y Hunter, M. 1999. Principles of ecological forestry. En *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*, ed. M. Hunter, Jr., 22-64. Reino Unido: Cambridge.
- Sist, P., Nolan, T., Bertault, J. y Dykstra, D. 1998. Harvesting intensity versus sustainability in Indonesia. *Forest Ecology and Management*. 108 (3): 251-260
- Society of American Foresters Council. Study group report. 1995. *Forest Certification.. Journal of Forestry*. 93(4):6-10
- Spies, T., y Turner, M. 1999. Dynamic forest mosaics. En *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*, ed. M. Hunter, Jr., 95-160. Reino Unido: Cambridge.
- Thoms, C., D. Betters. 1997. The potencial for ecosystem management in Mexico's forest ejidos. *Forest Ecology and Management*. 103: 149-157.
- Toledo, V. y Ordoñez, M. J. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats .757-775. En: *Biological diversity of Mexico*. 1993. Ramamoorthy, T. P. Bye. R., Lot, A., Fa, J. (Eds.) Oxford University Press.
- Velázquez, A. 1993. Landscape ecology of Tláloc and Pelado volcanoes, México. ITC publication No. 16. P. 151.
- Velázquez, A. y Romero ,F.J. 1999. Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico. UAM-X, CORENA. 389 pp.

- Velázquez, A., Bocco, G. Torres, A. Investigación participativa y evaluación del paisaje: bases para el uso sostenido de la biodiversidad, en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Boletín de la Soc. Bot. Mex. En prensa.
- Velázquez, A., Gimenez, J., Escamilla, M. y Bocco, G. Vegetation Dynamics on Recent Mexican Volcanic Landscapes. Países Bajos. Acta Phytogeographica Suecica. EN PRENSA
- Vogt, K., Gordon, J. C., Wargo, J. P., Vogt, D. J., Asbjornsen, H., Palmiotto, P. A., Clark, H. J. O'Hara, J. L., Keaton, W. S., Patel-Weynand, T., Witten, E. 1997. Ecosystems. Springer-Verlag. New York. 470 pp.
- Whittaker, R. H. 1962. Classification of natural communities. Botanical Review 28: 1-239.
- Wolf, J., 1998. Species composition and structure of the woody vegetation of the Middle Casamance region (Senegal). Forest Ecology and Management. 111: 249-264.
- Zonneveld, I. 1994. Landscape ecology and ecological networks. En: Landscape planning and ecological networks. 25 p (ed.s) . Cook, E y van Lier, H. 1994. ELSEVIER. N.Y.

Anexo 1. Comunidades vegetales de los bosques de la región de San Juan.



P. hartwegii - *C. toluensis*



P. montezumae - *B. heterophylla*



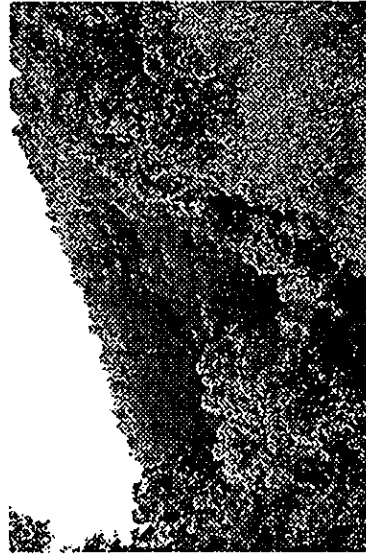
A. religiosa - *G. mexicanum*



S. rhombifolia - *A. cenchroides*



C. carolineana - *A. praemorsum*



P. pseudostrobus - *T. pringlei*

Anexo 2. Guía de campo para pinos de la CINSJP.

1. Vaina de los fascículos deciduas
 2. Escamas de los conos ≥ 6 , poco flexibles o por lo menos rígidas; conos más largos que anchos
 3. Acículas anfistomáticas: con dos haces vasculares en la acícula
 4. Acículas de (4-)6-15(-17) cm de longitud, extendidas; escamas seminíferas con una conspicua y angosta banda alrededor del umbo
..... 1. *P. leiophylla*
 4. Acículas (15-)20-30(-40+) cm de longitud, péndulas; escamas seminíferas sin banda alrededor del umbo..... 2. *P. lumholtzii*
1. Vaina de los fascículos persistentes **
 5. Fascículos con 3 acículas, ocasionalmente 2-5 (contar de 15-20 fascículos); conos de (2-)3-6(-7) cm de longitud
 6. Conos ovoides u oblicuamente ovoides cuando están cerrados, más largos que anchos cuando están abiertos
 7. Acículas delgadas, laxas de (10-)15-20 cm de longitud y 0.7-0.9 mm de ancho; conos de (2-)3-3.5(-4)..... 3. *P. herrerae*
 7. Acículas rígidas, de (7-)10-15(-18) cm de longitud y 1-1.4 mm de ancho; conos de (3-)4-6(-7) cm de longitud..... 4. *P. teocote*
 5. Fascículos con (4-)5 acículas, raro 3 ó 6; conos de (4-)5-10(-12) cm de longitud o mucho más grandes
 8. Conos de (4-)5-10(-12) cm de longitud; escamas seminíferas con una apófisis plana o ligeramente levantada (Fig. 1A)
 9. Acículas de (8-)10-25 cm de longitud
 10. Conos ovoide-oblongos hasta atenuados u oblicuamente ovoides cuando están cerrados, más largos que anchos abren
 11. Las escamas basales se separan cuando el cono abre; acículas con canales resiníferos medios (¡necesario microscopio!)
 12. Conos con alrededor de 150-200 escamas; apófisis de las escamas más o menos planas, débilmente aquilladas, frecuentemente de color negro purpúreo..... 5. *P. hartwegii*
 12. Conos con alrededor de 90-120 escamas, apófisis de las escamas ligeramente levantadas, prominentemente aquilladas, de color ocre a ligeramente café-rojizo..... 6. *P. durangensis*
 9. Acículas de 20-35 cm de longitud
 13. Acículas de 0.6-1(-1.1) mm de ancho, flácidas; escamas delgadas y lignificadas, extendidas a 90 ó reflejadas cuando el cono está abierto; hipodermo con numerosas intrusiones en el mesófilo, algunas veces conectándolo con la endodermis (¡necesario microscopio!)
..... 7. *P. maximinoi*
 13. Acículas de 0.7-1.2 mm de ancho, extendidas o flácidas; escamas lignificadas, extendidas a menos de 90 cuando el cono está abierto; hipodermo sin o con pocas intrusiones en el mesófilo (¡necesario microscopio!)..... 8. *P. douglasiana*
 8. Conos de (7-)8-35 cm de longitud; por lo menos algunas de las escamas con una apófisis levantada de forma prominente (raro que todas se encuentren casi planas) (Fig. 1B)

14. Vainas de los fascículos de 30-40 mm de longitud, resinosas; acículas de 1.1-1.6 mm de ancho; las células de la endodermis con las paredes externas delgadas (¡necesario microscopio!) conos de 15-35 cm de longitud.
..... 9. *P. devoniana* *P. michoacana*)
14. Vainas de los fascículos de 20-30(-35) mm de longitud, generalmente sin resina; acículas de 0.8-1.3 mm de ancho; las células de la endodermis con las paredes exteriores engrosadas (¡necesario microscopio!) conos de 8-20 cm de longitud.
15. Acículas con los haces vasculares conados (juntos); conos generalmente oblicuamente ovoides cuando están cerrados...
..... 10. *P. pseudostrobus*
15. Acículas de los haces vasculares separados; conos generalmente ovoide-oblongos hasta atenuados cuando están cerrados
..... 11. *P. montezumae*
- **
6. Conos simétricos, ovoide a ovoide-oblongos, a veces ligeramente oblicuos, de (4-)5-10(-12) cm de longitud; escamas seminíferas generalmente abriendo menos de 90; apófisis planas o ligeramente levantadas (Fig. 2E,F)
- 6.a. Conos ovoides hasta atenuados cuando están cerrados
- 6.b. Acículas con 10 o más líneas de estomas en la cara abaxial; canales resiníferos en las acículas internas (¡necesario microscopio!)
- 6.c. Conos semi-serotinos, persistentes, dejando algunas escamas basales en la rama cuando caen; umbo de las escamas plano o deprimido
..... 12. *P. pringlei*
- 6.d. Conos que abren rápidamente al alcanzar la madurez, caen pronto junto con el pedúnculo; umbo de las escamas levantado prominentemente.
..... 13. *P. lawsonii*

Determinación por caracteres

1. Número de acículas por fascículo

Cinco acículas por fascículo, vaina persistente

Pinus devoniana Acículas en fascículos de 5, raro 4 ó 6, de (17-)25-40(-45) cm de longitud y 1.1-1.6 mm de ancho, delgadas y extendidas. Vainas de los fascículos muy largas, de hasta 40 mm con frecuencia resinosas.

Pinus douglasiana Acículas en fascículos de 5, raro 4 ó 6, de 22-35 cm de longitud y 0.7-1.2 mm de ancho, laxas y flácidas.

Pinus pseudostrobus Acículas en fascículos de 5, raro 4 ó 6, de (18-)20-30(-35) cm de longitud y 0.8-1.3 mm de ancho, delgadas, laxas, extendidas, flácidas o péndulas.

2. Longitud máxima y mínima de los conos maduros

Conos menores de 6 cm.

Pinus teocote Conos de (3-)4-6(-7)*2.5-5 cm. cuando abren, de ovoides hasta ovoide oblongos cuando están cerrados; escamas con el umbo liso. Pedúnculo muy corto.