

Informe final* del Proyecto EQ007
Sistema de información sobre Bosque Mesófilo de Montaña de México para apoyo en programas de restauración (Fase 1)

Responsable: Dr. Rainer Ressler
Institución: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Dirección: Liga Periférico-Insurgentes Sur # 4903, Parques del Pedregal, México, DF, 14010 , México
Correo electrónico: rress@xolo.conabio.gob.mx
Teléfono/Fax: 5004-5029
Fecha de inicio: Octubre 15, 2006
Fecha de término: Abril 9, 2008
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Ressler, R. y L. Lara Morales, 2008. Sistema de información sobre Bosque Mesófilo de Montaña de México para apoyo en programas de restauración (Fase 1). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. EQ007.** México D. F.

Resumen:

El presente proyecto propone establecer un sistema de información integrado sobre los bosques mesófilos de montaña (BMM) de México para el apoyo a programas de restauración. En este marco se establecería la línea base de información sistematizada para la selección de sitios potenciales para restauración mediante técnicas de percepción remota (PR), herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), bioinformática, y listados florístico-faunísticos.

El proyecto se desarrollará en tres fases, esta propuesta corresponde a la primera fase del proyecto con la cual se plantea Establecer la línea base de información sistematizada para los bosques mesófilos de montaña de México, que incluye la recopilación de datos taxonómicos-biogeográficos de diferentes fuentes (datos bibliográficos y del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad-SNIB), que se integrarán en una base de datos del grupo de plantas vasculares y vertebrados terrestres distribuidos en los BMM de México, con la finalidad de obtener un listado florístico-faunístico preliminar. Complementariamente se realizarán análisis con técnicas de percepción remota (PR) para conformar la línea base. Al final de esta fase se tendrá el diseño del sistema de información y consulta de los BMM de México.

En la segunda fase del proyecto se plantea la detección de la distribución de los BMM en México mediante análisis espaciales, que incluye la distribución potencial de los BMM en México con técnicas de percepción remota (PR) y Sistemas de Información Geográfica (SIG), así como análisis sobre la riqueza de especies conocidas/estimadas, el grado de fragmentación de los bosques y la presión antropogénica, con la meta de definir sitios potenciales para restauración y verificación en campo, tanto de los resultados obtenidos como de los métodos de los análisis propuestos. Para esta fase se seleccionarán sitios de BMM en diferentes condiciones (p.e. por el grado de perturbación o fragmentación).

En la tercera fase del proyecto se contará con un sistema de información integrado sobre BMM para apoyar la selección de sitios potenciales para su restauración.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

EQ007 “Sistema de información sobre Bosque Mesófilo de Montaña de México para apoyo en programas de restauración (Fase 1)”

Resumen ejecutivo

Como uno de los productos de la primera fase del proyecto es la conformación de dos bases de datos, la de Referencias del bosque mesófilo de montaña (BMM) conformada en el programa *Reference Manager* 11, con un total de 896 referencias de temas y grupos de organismos diversos y la Taxonómica-Biogeográfica conformada en el sistema Biótica 4.5 con un total de 3 030 especies e infraespecies y con 8 071 registros de ejemplares

Complementariamente se realizaron análisis con técnicas de percepción remota (PR) y sistemas de información geográfica (SIG) para conformar la línea base y el diseño del sistema de información y consulta de los BMM de México.

El análisis de percepción remota para la detección indirecta de bosque mesófilo de montaña (BMM) se llevó a cabo detectando la presencia de nubes en imágenes diurnas del sensor MODIS a bordo de los satélites terra-1 y aqua-1, se analizó la frecuencia mensual y anual de nubosidad para caracterizar la dinámica anual e interanual de las nubes.

Para identificar la presencia de BMM se agregaron al análisis variables altamente relacionadas con la distribución de BMM, altitud, precipitación y temperatura, se ponderó cada variable de tal forma que fue posible categorizar zonas acorde a condiciones que fueran las mas adecuadas para derivar áreas con posible presencia de BMM. El resultado presenta una sobreestimación, sin embargo elimina áreas donde no hay BMM, de esta forma se acota las áreas a analizar con otros tipos de imágenes para la definir su distribución.

Introducción y antecedentes

El bosque mesófilo de México es un tipo de vegetación heterogéneo desde el punto de vista fisonómico y de su composición florística; por lo anterior los taxones dominantes varían ampliamente de un lugar a otro, una de sus características más generalizadas fisonómicamente hablando, es la abundancia y diversidad de epífitas, trepadoras leñosas y pteridofitas arborescentes (Acosta, 2004).

Existen diversos nombres asignados a estos impresionantes complejos de vegetación. Los nombres frecuentemente utilizados para el bosque mesófilo de montaña para México son (Rzedowski, 1994): *cloud forest* (Leopold, 1950 citado en Rzedowski, 1978); selva baja siempre verde (Miranda, 1952 citado en Rzedowski, 1978); selva mediana o baja perennifolia y bosque caducifolio en parte (Miranda y Hernández X., 1963); bosque deciduo templado (Rzedowski, 1966 citado en Rzedowski, 1978); montane rain forest, evergreen cloud forest y pine-oak Liquidambar forest (Breedlove, 1973 citado en

Rzedowski, 1978); bosque templado caducifolio con las siguientes subcategorías: bosque templado palmatifolio, bosque templado enterifolio, bosque templado subesclerifolio (González Quintero, 1974); bosque tropical bajo perennifolio y bosque templado mediano caducifolio (González-Medrano, 2003).

Las diferentes comunidades vegetales que lo componen prosperan en lugares de clima húmedo y fresco, y representan entre el 10 y 12 % de la riqueza florística de México, ocupando menos del 1% de la superficie nacional; se estima que lo componen de 2 500 a 3 000 especies de plantas. Esta alta diversidad se debe principalmente a la combinación de la elevada humedad y las bajas temperaturas, la cual permite la coexistencia de las floras holártica y neotropical; es, por lo tanto, el tipo de vegetación más diverso por unidad de superficie del país (Rzedowski, 1996). Asimismo, el aislamiento climatológico y físico de este ecosistema ha creado un ambiente favorable para la evolución de nuevas especies de plantas y animales, muchas de cuales son exclusivas del BMM.

El BMM es una formación esencialmente montana y templada, en lo que se refiere a los límites climáticos entre los cuales se desarrolla y las afinidades biogeográficas de los árboles que dominan su dosel. Alcanza en México su distribución más septentrional dentro del continente americano, sin embargo su distribución (al igual que en otros países) tiende a seguir los contornos altitudinales superiores de los ecosistemas tropicales; por lo tanto se ubica principalmente en laderas de barlovento (las más expuestas al viento) de las montañas en las que rematan las planicies costeras tropicales de las vertientes del Golfo de México y del Pacífico, así como en el perímetro norte de la Depresión del Balsas (Rzedowski, 1978; Caballero *et al.*, 1975).

Muchos de los BMM están amenazados por la necesidad de producción de leña y de carbón para la cocina y la calefacción a grandes elevaciones. Las tasas de crecimiento lentas en estos ambientes produce una madera más densa, con un gran valor de combustión. Pese a que la recolección de una pequeña cantidad de leña podría ser sustentable, y no impediría el funcionamiento tanto hidrológico como ecológico del ecosistema, la mayoría de la recolección de leña es destructiva debido a que normalmente no existen controles efectivos.

Otro impacto negativo, motivo por el cual están siendo degradados es debido a la recolección excesiva de sus productos no maderables interesantes, útiles o comerciales. Mientras que los usos tradicionales de productos de plantas o animales medicinales o ceremoniales de los BMM han sido obtenidos por siglos, el desarrollo del mercado para la comercialización de orquídeas, bromelias, plantas medicinales, reptiles, anfibios, aves y mamíferos ha demeritado mucho a este ecosistema (Bubb *et al.*, 2004).

Por ejemplo y en general, la flora de los BMM y particularmente la fauna del sureste asiático, está siendo impactada fuertemente por un comercio masivo internacional de productos silvestres que incluye transacciones ilícitas con especies amenazadas. La biodiversidad inusualmente rica de los BMM, y su localización remota, hacen difícil el control y el desarrollo de técnicas de utilización, o de protección adecuada en donde las especies son raras o amenazadas (Bubb *et al.*, 2004).

Objetivo general de proyecto

Desarrollo de un sistema para la selección de sitios potenciales de restauración de los bosques mesófilos de montaña en México, como línea base para programas de restauración ecológica mediante el uso de técnicas de percepción remota, herramientas de sistemas de información geográfica, bioinformática y listados florístico-faunísticos.

Objetivo particular de la fase 1 del proyecto

Establecer la línea base de información sistematizada para los bosques mesófilos de montaña de México.

Métodos

M1. Conformación de bases de datos

Se realizó la búsqueda en *internet* y en las bibliotecas especializadas de universidades, instituciones y centros académicos de referencias publicadas sobre BMM en México y lo que ocasionalmente se encontró de otros países ya que la búsqueda se enfocó a lo publicado en México, incorporándose cada una de las citas bibliográficas en el programa *Reference Manager* 11, conformándose de esta manera la base de datos de Referencias (ver anexo I).

A partir de las citas bibliográficas y de información del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad 2006 (SNIB), se realizó la captura de información taxonómica-biográfica en el sistema de información Biótica 4.5 conformándose de esta manera la base de datos la Taxonómica-Biogeográfica.

La captura de taxones en la base de datos Taxonómica-Biogeográfica se realizó básicamente con los siguientes arreglos:

Plantas Vasculares

Angiospermas

Para Reino

Margulis, L. & Schwartz, K. V. 1985. *Cinco Reinos: guía ilustrada de los Phyla de la vida en la Tierra*. Editorial Labor, Barcelona.

De división a familia

Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. The New York Botanical Garden, Nueva York, EUA, 1262 pp.

De género a infraespecie

Brummitt, R. K. 1992. *Vascular Plants: Families and Genera*. Royal Botanical Gardens, Kew. 804 pp.

Mobot (Vascular Tropicos)

<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>

IPNI (The International Plant Names Index)

<http://www.ipni.org/index.html>

ITIS (Integrated Taxonomic Information System)

<http://www.itis.gov/>

ILDIS (International Legume Database & Information Service)

<http://www.ildis.org/> (para Leguminosas)

Species 2000

<http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2007/search.php>

Actualizaciones de especies de las familias Agavaceae, Iridaceae, Aloaceae, Liliaceae y Smilacaceae

Davidse, G.; Sousa, S. M. & Charter, A. O. (eds.). 1994. *Flora Mesoamericana: Alismataceae a Cyperaceae*. Vol. 6. Instituto de Biología, UNAM; Missouri Botanical Garden y The Natural History Museum (London). México. 543 p.

Actualizaciones de especies de la familia Fagaceae

Valencia, A. S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 75: 33-53.

Gimnospermas

Para Reino

Margulis, L. & Schwartz, K. V. 1985. *Cinco Reinos: guía ilustrada de los Phyla de la vida en la Tierra*. Editorial Labor, Barcelona.

De subreino a subclase

Cronquist, A.; Takhtajan A. & Zimmerman W. 1966. On the Higher Taxa of Embryobionta. *Taxon* 15:129.134.

De orden a familia

Foster, A. R. & Gifford, E. M. 1974. *Comparative morphology of vascular plants*. San Francisco.

De género a infraespecie

Brummitt, R. K. 1992. *Vascular Plants: Families and Genera*. Royal Botanical Gardens, Kew. 804 pp.

Mobot (Vascular Tropicos)
<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>

IPNI (The International Plant Names Index)
<http://www.ipni.org/index.html>

ITIS (Integrated Taxonomic Information System)
<http://www.itis.gov/>

Pteridofitas y afines

Reino

Margulis, L. & Schwartz, K. V. 1985. *Cinco Reinos: guía ilustrada de los Phyla de la vida en la Tierra*. Editorial Labor, Barcelona.

división a género

Crabbe, J. A.; Jermy, A. C. & Mickel, J. T. 1975. A new generic sequence for the Pteridophyte Herbarium. *Brit. Fern Gazette* 11(2-3): 141-162.

género a infraespecie

Mickel, T. J. & Smith, A. R. 2004. *The Pteridophytes of Mexico*. Memoirs of The New York Botanical Garden. Vol. 88. New York Botanical Garden Press.

Vertebrados terrestres

Amphibia

De Reino a subphylum

Margulis, L. & Schwartz, K. V. 1985. *Cinco Reinos: guía ilustrada de los Phyla de la vida en la Tierra*. Editorial Labor, Barcelona.

De clase a familia

Frost D. R. 2007. *Amphibian Species of the World*: an online reference. Version 4.0 (17 october 2007). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.

De género a infraespecie

Flores-Villela O. 1993. *Herpetofauna mexicana*. Carnegie Museum Natural History, Special Publication. (17): i-iv, 1-73, 2 figs. 3 tabs.

Actualizaciones de géneros, especies e infraespecies

Flores-Villela O. & Canseco-Márquez L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 20(2):1-31.

Reptilia

De Reino a clase

Margulis, L. & Schwartz, K. V. 1985. *Cinco Reinos: guía ilustrada de los Phyla de la vida en la Tierra*. Editorial Labor, Barcelona.

De orden a familia

King F. W. & Burke R.L (eds). 1989. *Crocodilian, Tuatara and Turtle Species of the World a Taxonomic and Geographic Reference*. Association of Systematics Collections, Washington, D.C., EUA. 216 pp.

De género a infraespecie

Flores-Villela O. 1993. *Herpetofauna mexicana*. Carnegie Museum Natural History, Special Publication. (17): i-iv, 1-73, 2 figs. 3 tabs.

Actualizaciones de géneros, especies e infraespecies

Flores-Villela O. & Canseco-Márquez L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 20(2):1-31.

Mammalia

De Reino a clase

Margulis, L. & Schwartz, K. V. 1985. *Cinco Reinos: guía ilustrada de los Phyla de la vida en la Tierra*. Editorial Labor, Barcelona.

De orden a subfamilia

Wilson D. E. & Reeder D. M. 1992. *Mammalian species of the World: a taxonomic and geographic reference*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. EUA.

De género a subespecie

Ramírez-Pulido J.; Arroyo-Cabrales J. & Castro-Campillo A. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 21(1): 21-82.

Aves

De Reino a subphylum

Margulis, L. & Schwartz, K. V. 1985. *Cinco Reinos: guía ilustrada de los Phyla de la vida en la Tierra*. Editorial Labor, Barcelona.

De clase a infraespecie

American Ornithologist's Union (A.O.U.) 1998. *Check-list of North American Birds. The Species of Birds of North America from the Arctic through Panama, Including the West Indies and Hawaiian Islands*. 7a. Ed. Committee on Classification and Nomenclature, Washington, DC, EUA, 829 pp.

Actualizaciones de especies

American Ornithologist's Union. 2002. Forty-third supplement to the American Ornithologist's Union Check-list of North American Birds. *Auk* 119(3): 897-906.

American Ornithologist's Union. 2003. Forty-fourth supplement to the American Ornithologist's Union Check-list of North American Birds. *Auk* 120(3): 923-931.

American Ornithologist's Union. 2004. Forty-fifth supplement to the American Ornithologist's Union Check-list of North American Birds. *Auk* 121(3): 985-995.

M2. Diseño del sistema de información y análisis cartográfico (SSIG)

M2.1. Para tener una base de la ubicación geográfica, estado y evolución de este tipo de comunidades partimos de la cartografía que sobre el uso de suelo y vegetación han generado durante las últimas tres décadas tanto el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) como el Inventario Nacional Forestal (INF). Debido a los avances que en materia del manejo espacial de los mapas ha traído consigo el desarrollo tecnológico, las diferencias en ubicación de los rodales mostrados en la serie I del conjunto de datos vectoriales del Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (1991) no han podido incorporarse al análisis espacial que sobre este tipo de comunidades se efectuó. La congruencias entre las Series II (1999) y III (2003) del INEGI y el Inventario Nacional Periódico (2000) respecto a los parámetros geodésicos permiten, sin que estos estén exentos de errores, hacer un análisis espacial que dan cuenta de las tendencias de cambio en este tipo de comunidades.

Se presenta un análisis tabular de los cambios en superficie tomando en consideración las tres series de INEGI y el Inventario Nacional Forestal 2000. El análisis de cambios se hizo mediante la utilización de procedimientos estándares de análisis espacial (intersección y unión entre capas o *layers*) dentro de un Sistema de Información Geográfica (ArcGis v. 9.2)

M2.2. Como parte de la asistencia a la subdirección de Inventarios Bióticos se georreferenciaron aquellas localidades que no contaban con coordenadas (longitud, latitud) usando el método instrumentado por el área de georreferenciación de la Conabio (2008), el cual parte de la metodología establecida por Wieczorek (2001), desarrollada dentro del proyecto '*Mammal Networked Information System*' (MaNIS) realizado por el museo de vertebrados de la Universidad de Berkeley.

Para la ubicación espacial de los sitios de colecta, se utilizó un sistema de información geográfica (ArcView 3.2) y un formulario de captura (diseñado en *Microsoft Access*), en el cual, además de permitir la obtención de las coordenadas de una descripción, tiene incorporados los elementos necesarios para calcular la incertidumbre de la georreferencia; adicional a las coordenadas geográficas se calculó un valor de incertidumbre para cada coordenada x,y. Se empleó principalmente cartografía y nomencladores a escalas: 1:1, 1:50 000 y 1:250 000.

M2.3. La parte total del aporte de la Subdirección de Sistemas de Información Geográfica (SSIG) en esta fase del proyecto es la del diseño del sistemas de consulta de información geográfica que permitirá la distribución, visualización y acceso a toda la cartografía generada para el Bosque Mesófilo de Montaña en México (BMMM). Dicha cartografía tendrá una serie de candados que permitirá un acceso controlado, ya que mucha de esta información cuenta con permisos de uso distribución.

Para este diseño se generó un mapa conceptual de los requerimientos y posibilidades de acceso de los usuarios potenciales, por un lado, y los recursos técnicos y financieros con los que Conabio cuenta, por el otro. Se ha avanzado en la elaboración del sistema con programas y herramientas de código abierto (*OpenSource*) y la meta es hacerlo accesible a través de la nueva página Web de Geoinformación de la CONABIO. Este sistema permitirá, por lo menos, la visualización rápida y eficiente de mapas, imágenes, metadatos y tablas, con funciones básicas de despliegue y consulta así como la descarga tanto de los mapas en formato digital, metadatos, e imágenes en diferentes formatos.

M3. Análisis de percepción remota para la detección indirecta de bosque mesófilo de montaña

El análisis de frecuencia de nubes se realizó para la detección de manera indirecta del bosque mesófilo de montaña (BMM), considerando que este tipo de bosque se encuentra localizado en zonas montañosas con alta frecuencia de nubes. Estas nubes son resultado de la condensación orográfica de masas de aire saturadas de agua que avanza tierra adentro, procedentes del mar, sobre todo en verano, así como masas de aire polar (“Nortes”) que se desplazan al sur durante el invierno (Luna *et al.*, 1994).

Existen algunos estudios que han utilizado el análisis de nubes con el mismo objetivo como: Douglas *et al.*, 2006 y Mulligan & Burke, 2005, en el primer estudio fueron utilizadas imágenes MODIS y GOES para delimitar la distribución de bosque nublado en los Andes; el segundo estuvo enfocado a una región más amplia entre los 23.5° Norte y los 35° Sur, con el objetivo de definir la extensión del bosque nublado, utilizando entre otra información la frecuencia de nubes, ésta fue definida por el sensor *High Resolution Infrared Radiation Sounder* de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Ambos estudios consideraron la distribución de la frecuencia de nubes y la influencia de las condiciones orográficas en la distribución del BMM.

M3.1 Imágenes de satélite utilizadas

Diariamente los satélites Terra y Aqua observan el territorio mexicano 8 veces al día, 4 veces por la noche y 4 veces por el día. El diseño del sensor MODIS permite tener una franja de observación continua (*swath*) de 2,330 km de ancho, sin embargo por la extensión geográfica de México no es posible observar en una sola imagen a todo el país,

por lo tanto es necesario contar con varias observaciones para cubrir el territorio, esto se puede observar en la figura M3.1.

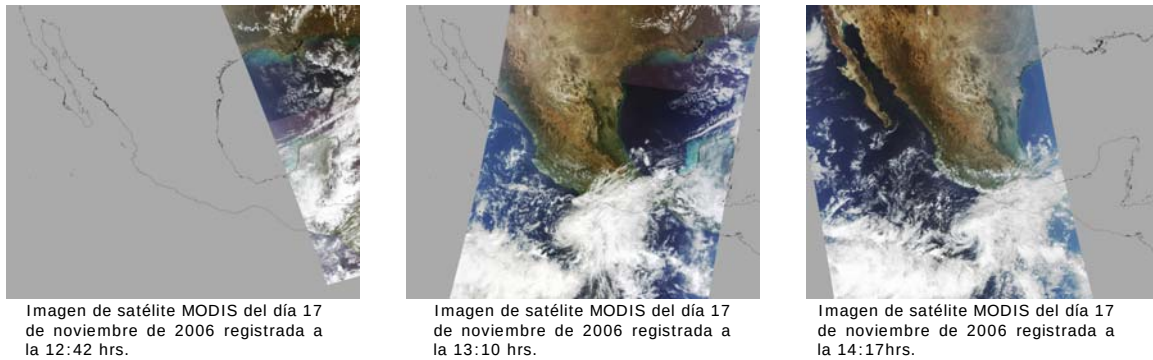


Figura M3.1 Cubrimiento de imágenes diurnas de satélite MODIS

Las imágenes de satélite del sensor MODIS diurnas tienen 36 bandas, de las cuales 2 presentan 250 metros de resolución espacial y cubren las regiones rojo e infrarrojo del espectro electromagnético, 5 bandas con resolución espacial de 500 metros, que cubren la región del visible e infrarrojo y 29 bandas de 1000 metros que cubren las regiones del visible, infrarrojo reflejado e infrarrojo térmico.

Las características de las bandas utilizadas en la detección de nubes se pueden ver en la tabla M3.1.

Tabla M3.1 Características de las bandas de las imágenes MODIS usadas en la detección de nubes.

Número de banda imagen MODIS	Longitud de onda central (μm)	Porción del espectro electromagnético	Resolución espacial (metros)
1	0.65	Rojo	250 Agregados a 1000m
2	0.86	Infrarrojo (reflectado)	250 Agregados a 1000m
32	12.0	Infrarrojo Térmico	1000

M3.2 Detección de nubes

La cobertura diaria de nubes se obtiene del producto MOD14 *Thermal Anomalies, Fires and Biomass Burning* (Justice 2006), que tiene el objetivo de detectar incendios y áreas quemadas. Como parte del algoritmo utilizado se definen áreas cubiertas de nubes, para

eliminarlas en la detección de incendios y forma una categoría del producto final de MOD14, las categorías del producto son las siguientes:

- 0 valores no válidos
- 1 No procesados
- 2 No procesados
- 3 Agua
- 4 Nubes
- 5 Tierra
- 6 Desconocido
- 7 Punto de calor
- 8 Punto de calor
- 9 Punto de calor

La detección de nubes se basa en el algoritmo descrito por Giglio (2003):

$$(\rho_{0.65} + \rho_{0.86} > 0.9) \text{ ó } (T_{12} < 265 \text{ K}) \text{ ó } (\rho_{0.65} + \rho_{0.86} > 0.7 \text{ y } T_{12} < 285 \text{ K})$$

Donde:

$\rho_{0.65}$ = banda 1 de la imagen MODIS

$\rho_{0.86}$ = banda 2 de la imagen MODIS

T_{12} = banda 32 de la imagen MODIS

265 K = Grados kelvin = -8 °C

285 K = Grados kelvin = 12 °C

Con este algoritmo se identifican las nubes más grandes y más frías, pero continuamente se eliminan las nubes pequeñas y algunos bordes de las mismas, sin embargo podemos contar con un producto de la presencia de nubes diariamente.

Al usar los datos de reflectancia de las bandas 1 y 2, como se muestra en el algoritmo, existe un problema, las áreas sin vegetación con suelo completamente desnudo de algunas zonas desérticas del norte de México se detectan como nubes, debido a la alta reflectancia por la ausencia de vegetación y las características del suelo. Para resolver este problema se han identificado dichas zonas y son confirmadas con el mapa de vegetación de uso del suelo para eliminarlas en el análisis de frecuencia de nubes.

Fueron utilizadas solo las imágenes diurnas debido a que la nubosidad en el día es más importante para definir la distribución del BMM, por que la evapotranspiración en la noche es más baja y no es crucial para mantener la humedad en el ambiente, mientras la nubosidad del medio día es necesaria para conservar la radiación solar (y evaporación) a un mínimo (Douglas *et al.*, 2006).

A partir del producto MOD14 por imagen y los datos de ángulo de observación de cada píxel que la componen, se generó el producto de nubes por imagen (PN-I), el cual está

compuesto por dos capas: la capa 1 corresponde al producto de nubes (PN) y la capa 2 al contador de observaciones (CO). Las capas son binarias, solo presentan dos valores 1 y 0.

Para el caso de la capa de nubes, el número 1 corresponde a la presencia de nube y 0 a la ausencia de nube, para llegar a estos valores es necesario que se cumplan las siguientes condiciones (utilizando el producto MOD14 y los datos de ángulo de observación):

Capa 1 PN

Sí MOD14 = 4 entonces PN = 1

Sí (MOD14 < > 4) ó (sí ángulo de observación > 45°) entonces PN= 0

Para el caso de la capa 2, contador de observaciones, 1 corresponde a observado y 0 a no observado. Se genera al cumplir las siguientes condiciones:

Capa 2 CO

Sí MOD14 > 2 entonces CO = 1

Sí MOD14 = 0 ó 1 ó 2 entonces CO = 0

Sí ángulo de observación > 45° entonces CO = 0

Se utiliza el ángulo de observación para eliminar las orillas de la imagen que presentan deformaciones, por ser las zonas más alejadas del nadir.

M3.3 Compuestos de nubes

Se denomina compuesto al producto generado con información proveniente de más de una imagen de satélite, el producto puede presentar una o más capas de información.

M3.3.1 Compuesto de nubes diario (CN-D)

El compuesto del día se conforma con el producto de nubes de cada imagen, el resultado continúa siendo un archivo de dos capas binarias, donde:

Capa 1 (nubes), con los siguientes valores:

1 = nube sí PN = 1

0 = no nube sí PN = 0

Capa 2 Contador de observaciones con los valores de:

1 = observado sí CO = 1

0 = no observado sí CO = 0

En la figura M3.2 se aprecia el compuesto de nubes del día 17 de noviembre de 2006.

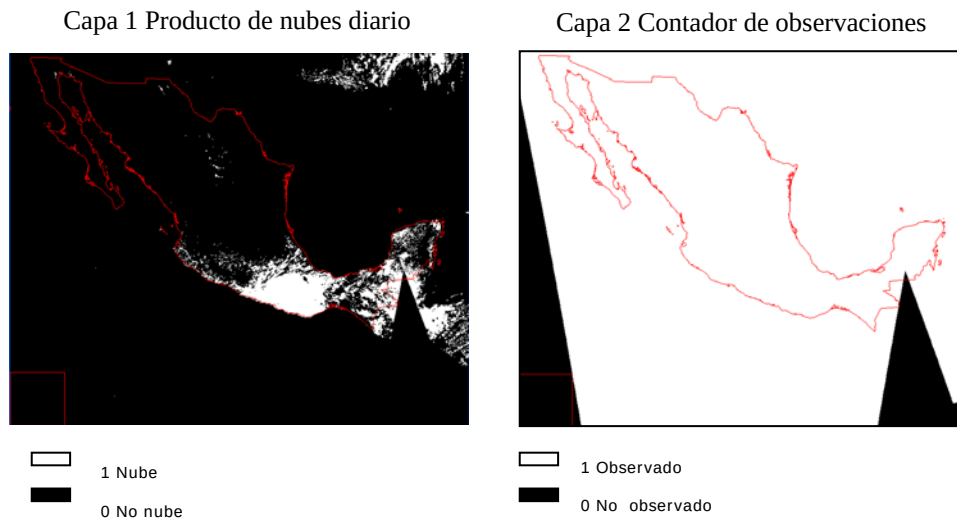


Figura M3.2.- Producto de nubes diario con dos capas binarias del día 17 de noviembre de 2006.

En la figura M3.3 se observa el cubrimiento de las imágenes del día 17 de noviembre de 2006, los colores verde, rojo y azul indican como fue el cubrimiento de las imágenes.

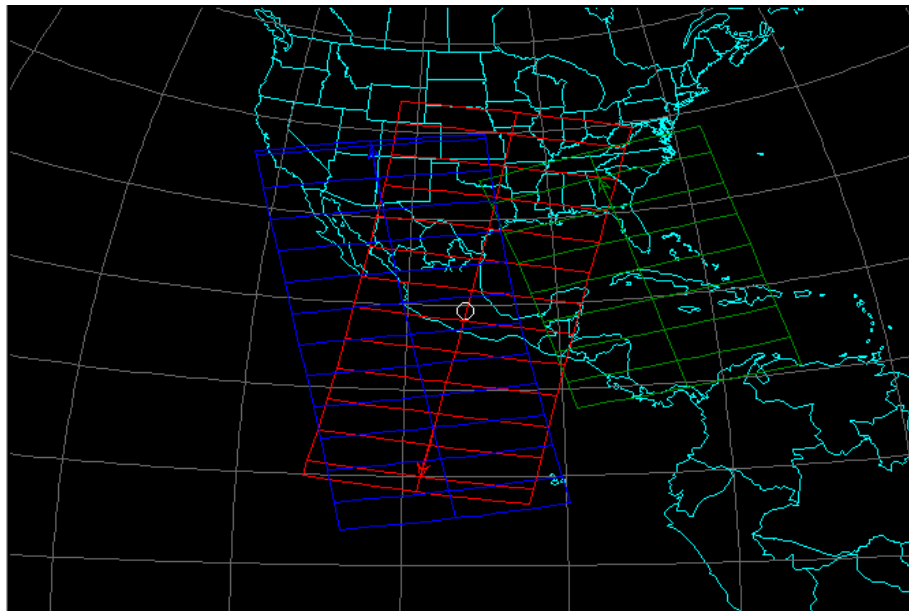


Figura M3.3 Cubrimiento de las imágenes del día 17 de noviembre de 2006

M3.3.2 Compuesto de nubes mensual (CN-M)

Los compuestos mensuales se conforman con la suma de los compuestos diarios, se obtiene el total de días con nubes, así como el total de días observados.

El resultado tiene dos capas como se muestra en la figura M3.4.

Capa 1 nubes con valores entre 0 y 31

Donde:

0 = ausencia de nubes

1 a 31 Número de días con presencia de nubes

Capa 2 contador de observaciones entre 0 y 31

Donde

0 = Sin observación

1 al 31= Número de días observados

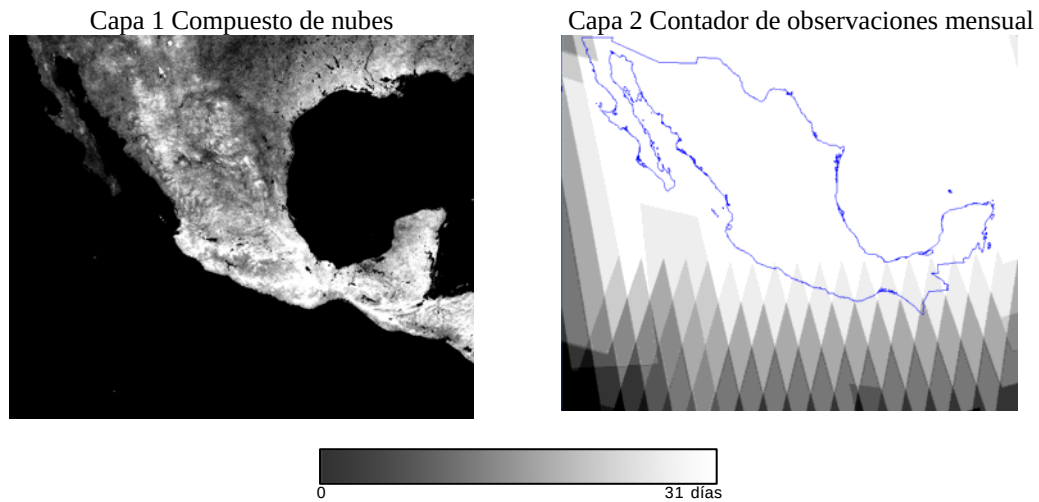


Figura M3.4.- Compuesto de nubes mensual con dos capas

M3.3.3 Compuesto de nubes anual (CN-A)

Con los compuestos mensuales se genera un archivo con 24 capas, doce de ellas corresponden a la capa 1 de los compuestos mensuales y las 12 restantes a la capa 2 de los mismo compuestos.

El compuesto anual está conformado por tres capas:

Capa 1 corresponde al porcentaje de días con nubes

Capa 2 corresponde a la suma de los días observados

Capa 3 corresponde a la suma de los días con nubes

Para obtener el resultado se aplican las siguientes operaciones:

Capa 3 PN

$(c1 + c2 + c3 \dots c12)$

Capa 2 CO

$(c13 + c15 + \dots c24)$

Capa 1

Porcentaje de días con nubes = $(PN / CO) * 100$

Donde:

c1...c12 = capa de producto de nubes

c13 ... c24 = capa contador de observaciones

M3.4 Variaciones interanuales y anuales de la nubosidad

El análisis de las variaciones de la frecuencia de nubes fue realizado en las áreas definidas como BMM en la cartografía de uso de suelo y vegetación de escala 1:250 000, generada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática (INEGI), (Serie 1 (1976), Serie 2 (1993) y Serie 3 (2003) y el Inventario Nacional Forestal 2000 (INF), realizado por la Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto del Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IGeo-UNAM). El objeto de utilizar los cuatro mapas fue para evitar la eliminación áreas de BMM que en algún momento fueron definidas como dicha categoría, pero que por alguna razón (método, definición del tipo de vegetación, etcétera) no fueron incluidas en alguno de ellos.

Los mapas digitales se encuentran en formato vector y los compuestos de nubes en formato raster, por lo tanto los mapas de BMM fueron transformados a formato raster, con tamaño de píxel de 1000 m, para realizar una sobreposición con los compuestos de nubes y caracterizar la frecuencia de nubes en dichas áreas. Este proceso reduce la escala original de los mapas que corresponde 1:250 000. Los resultados estarán expresados en número de píxeles o el porcentaje de píxeles.

M3.4.1 Variación interanual

Se elaboró la gráfica número 3.1 con la frecuencia de días con nubes de los cuatro años, utilizando información de los compuestos anuales. Así mismo se utilizaron los mapas de los compuestos para conocer la distribución espacial de la frecuencia de nubes.

Para definir el porcentaje de frecuencias de días con nubes en el BMM se calculó la estadística básica de la sobreposición de los compuestos anuales de nubes y las áreas definidas como BMM:

- Valor mínimo (**min**)
- Valor máximo (**max**)

- Media
- Mediana
- Moda
- Desviación Estándar (**DS**)

M3.4.2 Variación anual de la frecuencia de días con nubes

En el análisis de la variación anual se conformaron compuesto con arreglo de capas, donde cada capa corresponde a la frecuencia de días con nubes por mes, así mismo se generó un arreglo con todos los meses de los cuatro años. Con esta información se puede conocer el comportamiento de la frecuencia de nubes a lo largo del año. Cabe mencionar que el mes de diciembre de 2003 sólo presenta una imagen lo cual altera el análisis mensual, por lo tanto se procedió a eliminar los meses de diciembre de los 4 años en el análisis.

Para conocer el comportamiento anual se calculó la media por mes de los 4 años, (media de los 4 enero, media de los 4 febrero, etcétera). Se graficaron los valores máximos, medios y mínimos de la media de cada mes, considerando que existen diferencias en la frecuencia de nubes por regiones, gráfica R3.2 de la sección de resultados. Así mismo se graficó los valores máximos, medios y mínimos de cada mes para mostrar el comportamiento anual de los cuatro años, gráfica R3.3 de la sección de resultados.

M3.5 Identificación de áreas potenciales

La distribución de las nubes proporciona un acercamiento a la posible distribución de BMM, sin embargo como se puede constatar en la figura R3.1 de la sección de resultados, es posible tener la misma frecuencia de nubes en otros tipos de vegetación, como ejemplo selvas en la Península de Yucatán, por tal motivo se realizó un ejercicio para identificar áreas potenciales de distribución de BMM, con base al comportamiento de frecuencia de días con nubes y utilizando tres variables complementarias: altitud, temperatura y precipitación.

- Compuesto anuales de nubes de 2003-2006 del producto Mod14
- Mapa del Modelo Digital del Terreno (MDT) tamaño del píxel 90 m
- Mapa de Temperatura media anual, isotermas escala 1:1 000 000
- Mapa de Precipitación total anual isoyetas escala 1:1 000 000
- Mapa de BMM Serie 1 de INEGI (1976) 1:250 000
- Mapa de BMM Serie 2 de INEGI (1993) 1:250 000
- Mapa de BMM Serie 3 de INEGI (2003) 1:250 000
- Mapa de BMM del Inventario Nacional Forestal IGeo-UNAM (2000) escala 1:250 000

Los pasos fueron los siguientes:

a) Cambio de formato de vector a raster de la cartografía a utilizar, el tamaño de píxel se definió en función al tamaño de píxel de los compuestos de nubes (1000 m).

b) Sobreposición de los mapas temáticos de las variables consideradas con BMM y obtención de estadísticas básicas.

c) Identificación de umbrales de las variables.- En términos generales la distribución de las variables en el BMM presenta una distribución normal, en la mayoría de los casos más del 60 % se registra en el área definida por la media ± 1 desviación estándar, de forma similar a la distribución de la frecuencia de nubes (ver sección de resultados), quedando un porcentaje menor con dos opciones: entre 1 y 3 desviaciones estándar y entre -1 y -3 desviaciones estándar. Con esta información fue posible establecer tres categorías para cada variable:

- Categoría 1 corresponde a los valores de las variables que se encuentran en el área establecida por la media ± 1 desviación estándar.
- Categorías 2 y 3 fueron definidas por las regiones de 1 y 3 desviaciones estándar y entre -1 y -3 desviaciones estándar.

Los umbrales en las variables de altitud, temperatura y precipitación fueron adecuados conforme a la información proporcionada por la literatura:

Rzedowski (1978) “En México, la menor altitud a la que se desarrolla el BMM es de unos 400 m en la región central de Veracruz, pero las altitudes entre 600 y 800 m constituyen límites inferiores más o menos normales y en Chiapas es muy raro encontrar bosque mesófilo a menos de 1000 msnm. En muchos casos, el límite altitudinal superior de distribución de bosque mesófilo depende de la temperatura ya que en general, el frío circanual de montañas de gran elevación impide la presencia de bosque mesófilo a más de 2700 msnm; sin embargo en casos excepcionales, como en el municipio de Alcozauca, Guerrero, se informa que hay bosque mesófilo en altitudes que van de los 2700 a 3100 msnm (Rzedowski, 1978; Toledo, 1994)”.

“La temperatura media anual oscila entre los 12° y los 23°C (Toledo, 1994) en cuanto a la precipitación pluvial media anual jamás desciende de 1000 mm y que lo común es de 2000 mm y en ciertas localidades (Rzedowski & Palacios Chávez, 1997)” citados por Challenger (1998).

Se considera que la categoría 1 es donde hay más posibilidad de encontrarse el BMM, la categoría 2 se refiere a aquellas zonas donde la posibilidad de encontrar BMM es menor a la categoría 1. La categoría 3 representa las zonas donde la posibilidad es aún menor que la categoría 2. En la tabla 4 se muestra los umbrales de las tres categorías en las cuatro variables.

Tabla M3.2 Umbrales de las tres categorías de las 4 variables

Categorías	Nubes porcentaje	MDT msnm	Isotermas Temperatura media anual °C	Isoyetas Precipitación total anual mm
1	39 a 63	800 a 2800	12 a 23	1500 a 3000
2	> 63	400 a 799	10 a 12	1000 a 1500
3	17 a 38	2800 a 3000	24 a 28	3000 a 4500

d) Reclasificación de los mapas temáticos y compuestos de nubes.- Con base en las categorías definidas fueron reclasificados los mapas y los compuestos de nubes, eliminando aquellas áreas que no presentan los valores definidos en los umbrales, como se puede apreciar en la figura M3.4.

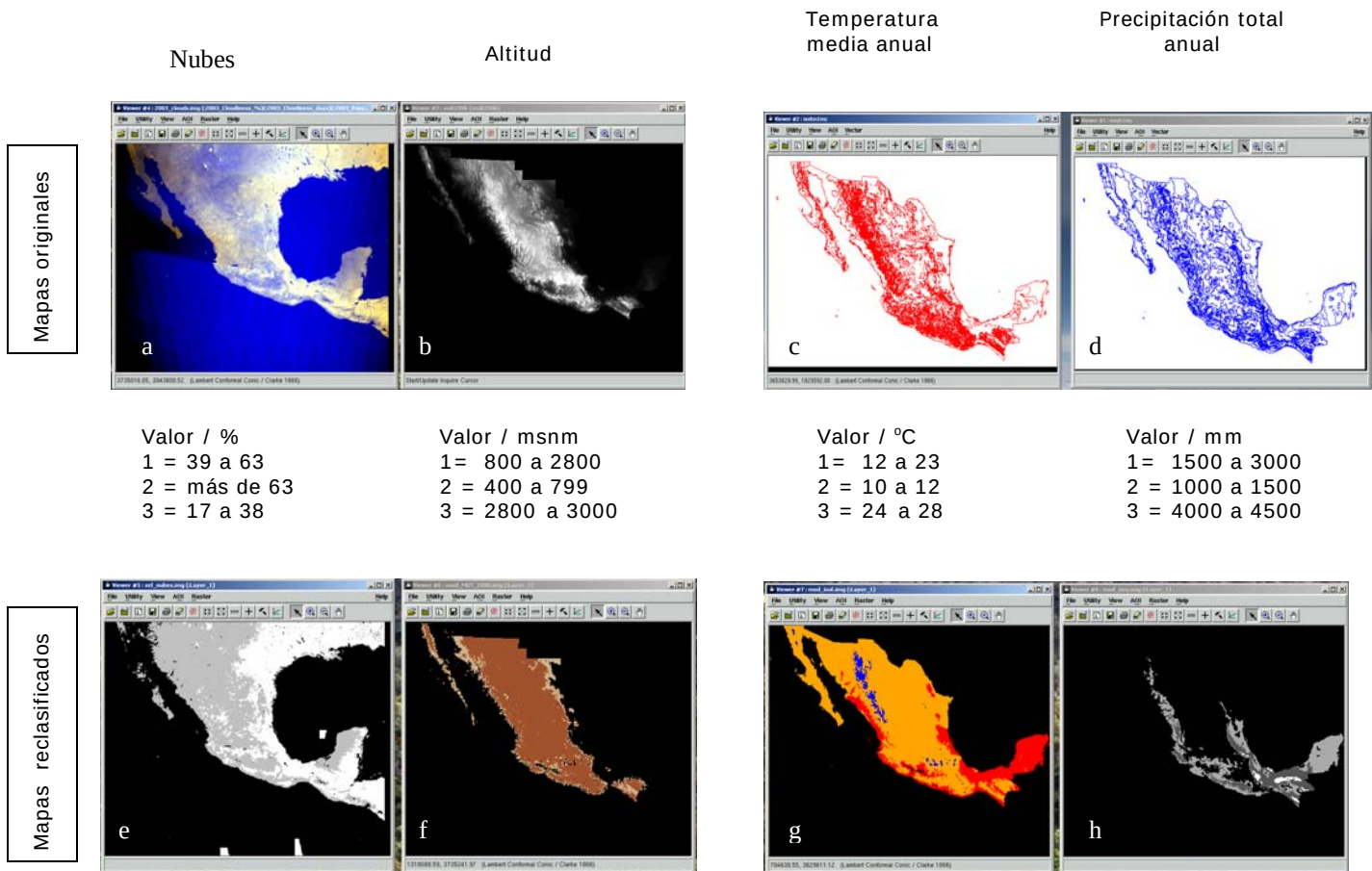


Figura M3.5 Reclasificación de los mapas de las variables.

Las variables con mayor eliminación de áreas al aplicar los umbrales fueron:

- Altitud.- Aquellas áreas que registran menos de 400 msnm fueron eliminadas, las cuales corresponden a las planicies costeras del Golfo de México, del Océano Pacífico y de la Península de Yucatán, así como la cuenca del Río Balsas como se muestra en la figura M3.5.f. Así mismo fueron eliminados los picos más altos, por arriba de los 3,000 msnm, por que en estas altitudes el bosque desaparece y es sustituido por pastos.

- Precipitación.- Fueron eliminadas la Altiplanicie Mexicana y la península de Baja California, áreas donde se localizan las zonas áridas de México, como se puede ver en la figura M3.5.h. Así como áreas con precipitación abundante por arriba de los 4500 mm localizadas principalmente en el estado de Chiapas

e) Identificación de las áreas

Con el objetivo de conocer el comportamiento de las variables, los productos de nubes y mapas reclasificados fueron sobrepuestos para generar una matriz que indicara las posibles combinaciones de las variables. El número de combinaciones posibles es de 81, sin embargo solo 38 combinaciones ocurren en la realidad. En la figura M3.6 se observa la distribución espacial de combinaciones que ocurren, mientras que en la tabla M3.3 se marcaron en color gris algunas de las combinaciones que no existen en la realidad.

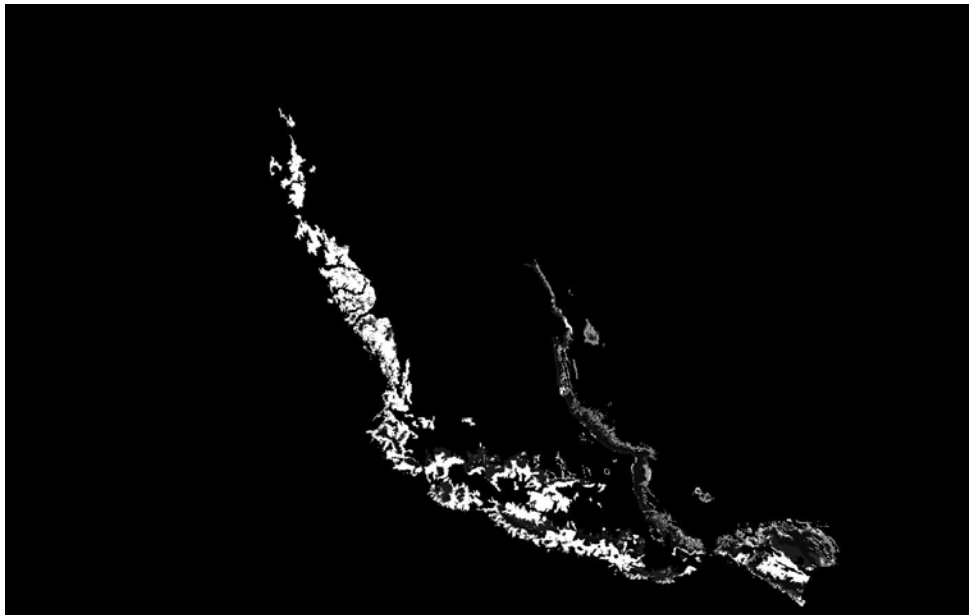


Figura M3.6 Distribución de las posibles combinaciones de las 4 variables utilizadas

Tabla M3.3 Combinaciones de las variables

	Nubes	MDT	Isotermas	Isoyetas
1	1	1	1	1
2	1	1	1	2
3	1	1	1	3
4	1	1	2	1
5	1	1	2	2
6	1	1	2	3
7	1	1	3	1
8	1	1	3	2
9	1	1	3	3
10	1	2	1	1
11	1	2	1	2
12	1	2	1	3
13	1	2	2	1
14	1	2	2	2
15	1	2	2	3
16	1	2	3	1

Nota: el total de combinaciones es de 81, en esta tabla solo se muestran 16 como ejemplo, en color gris se marcan las combinaciones no existentes en la realidad.

f) Asignación del porcentaje

Con el objetivo de jerarquizar las variables y tener una gama de posibles áreas con presencia de BMM, se determinaron grados de importancia en forma de porcentaje a cada una de las variables, los grados se asignaron en forma empírica, realizando ajustes conforme los resultados obtenidos.

En un inicio se consideró que cada variable contribuye el 25 % para conformar el 100%, sin embargo partiendo de que el análisis principal es la frecuencia de nubes, se asignó un mayor peso a dicha variable que fue de 30%; la altitud y precipitación conservaron el 25%, mientras que la temperatura se redujo al 20%, debido a que la categoría 1 de dicha variable, cubre toda la Altiplanicie Mexicana, zona donde se desarrollan las zonas áridas, por lo tanto no puede desarrollarse el BMM (véase figura M3.5.g), así mismo se considero como la variable de menor influencia.

Estos porcentajes se asignaron cuando la categoría fuese 1 y para definir qué porcentaje asignar a las categorías 2 y 3, se determinó que el porcentaje asignado a la variable se divide entre dos, este a su vez entre dos y subir más a la categoría 2 (la cual se había considerado con mayor posibilidad), estos ajustes se realizaron para disminuir el peso de variables de temperatura y precipitación, considerando que el porcentaje de píxeles de BMM registrados en dichas categorías eran menor al 15 %.

En la tabla 3.4 se presentan los porcentajes del grado asignado a cada categoría de cada variable.

Tabla 3.4 Asignación de porcentajes a las variables.

Nubes	MDT	Temperatura	Precipitación
1 = 30	1 = 25	1 = 20	1 = 25
2 = 20	2 = 8	2 = 6	2 = 8
3 = 10	3 = 7	3 = 5	3 = 7

g) Definición de áreas potenciales

Se realizó una sobreposición de las cuatro variables: nubes, altitud, temperatura y precipitación, el resultado se aprecia en la figura R3.5 en la sección de resultados.

Resultados

R1. Bases de datos

La base de datos de referencias del BMM, está conformada de referencias de trabajos realizados en México, contiene 896 referencias básicamente para el país, sin embargo incluye 83 citas que corresponden a países centroamericanos, africanos y asiáticos en donde se ha reportado la existencia de este tipo de vegetación.

Cuadro R1.1 Total de citas bibliográficas integradas en la base de datos de referencias del BMM

Citas bibliográficas	Número
Disponibles (digital/impreso)	756
No Disponible (búsqueda)	140
TOTAL	896

Cuadro R1.2 Tipo de publicaciones y número de citas bibliográficas integradas en la base de datos de referencias del BMM

Tipo de publicación	Total	Grado	Tipo de resguardo	Observaciones
Tesis	81	Licenciatura (58)	50 impresas 8 digitales 13 impresas	Falta búsqueda en IPN
Disertación		Maestría (16)	3 digitales 3 impresas	
		Doctorado (6)	3 digitales	
Reportes de Servicio Social	1		1 digitales	
Artículos de Revistas	3	Licenciatura	3 impresos	
	711		134 impresos 449 digitales	Del total faltan 128 artículos (para búsqueda)
Resumen	20			Del total faltan 2 (para búsqueda)
Simposium			18 digitales	
Congresos				
Capítulos de Libro	15		4 impresos 5 digitales	Del total faltan 5 capítulos (para búsqueda)
Libro completo				
Reportes de proyectos (CONABIO, Instituto Manantlán de Ecología,	2 30		1 digital 25 digitales	Del total faltan 5 reportes (para búsqueda)
Listados Florísticos (Flora Regional del Bajío y de Regiones Adyacentes, Flora de Veracruz)	38		38 digitales	

La base de datos Taxonómica-Biogeográfica contiene nombres de especies e infraespecies válidos y sinónimos, con relación a estos últimos se ingresaron ya que fueron requeridos para respetar los reportados en las referencias y en el SNIB, de tal forma que cada nombre válido sólo tendrá asociado nombres sinónimos reportados en las citas bibliográficas (no su totalidad).

De la base de datos Taxonómica-Biogeográfica se ha obtenido listas florísticas y faunísticas, las cuales han sido revisadas por dos revisores especialistas externos del proyecto, la M. en C. Kathleen Babb (vertebrados terrestres) y el Dr. José Luis Villaseñor (plantas vasculares), con base en su revisión, comentarios y observaciones se ha ido actualizando la nomenclatura en la base de datos.

Con la información geográfica de la base de datos, se generó un mapa con los sitios de colecta reportados en las citas bibliográficas (ver anexo I) y para los no

georeferenciados, se realizó la georreferencia como parte de una de las actividades de este proyecto (ver anexo II). El método de georreferencia se explica en el punto M2.

En total la base de datos cuenta con 8,071 registros de ejemplares (4,273 de plantas vasculares y 3,798 de vertebrados terrestres) correspondientes a 260 familias, 1,134 géneros, 2,830 especies y 200 infraespecies. Los taxones y ejemplares ingresados en la base de datos (BMM Mexico45.mdb) son los siguientes:

Plantas Vasculares

Angiospermas

Cuadro R1.3 Taxones de Angiospermas por categoría taxonómica

Categorías taxonómicas	No. registros
Familias	162
Géneros	1 008 válidos 2 sinónimos
Especies	2382 válidas 622 sinónimas
Infraespecies	42 subespecies válidas 7 subespecies sinónimas 66 variedades válidas 35 variedades sinónimas 3 formas válidas 1 forma sinónima 1 híbrido válido

Fuente: SNIB-Citas bibliográficas

Número de registros de ejemplares capturados: **3899** (Fuente: Citas bibliográficas).

Gimnospermas

Cuadro R1.4 Taxones de Gimnospermas por categoría taxonómica

Categorías taxonómicas	No. registros
Familias	5
Géneros	7 válidos
Especies	21 válidas 1 sinónima

Infraespecies	0 subespecies válidas
	0 subespecies sinónimas
	3 variedades válidas
	1 variedad sinónima

Fuente: Citas bibliográficas

Número de registros de ejemplares capturados: **68** (Fuente: Citas bibliográficas).

Pteridofitas y afines

Cuadro R1.5 Taxones de Pteridofitas y afines por categoría taxonómica

Categorías taxonómicas	No. registros
Familias	19
Géneros	65 válidos
	1 sinónimo
Especies	160 válidas
	36 sinónimas
Infraespecies	0 subespecies válidas
	1 subespecie sinónima
	7 variedades válidas
	2 variedades sinónimas

Fuente: Citas bibliográficas

Número de registros de ejemplares capturados: **309** (Fuente: Citas bibliográficas).

Vertebrados Terrestres

Amphibia

Cuadro R1.6 Taxones de Anfibios por categoría taxonómica

Categorías taxonómicas	No. registros
Familias	9
Géneros	23 válidos
	5 sinónimos
Especies	118 válidas
	15 sinónimas
Infraespecies	0 subespecies válidas
	5 subespecie sinónima

Fuente: Citas bibliográficas-SNIB

Número de registros de ejemplares capturados: **98** (Fuente: Citas bibliográficas).

Reptilia

Cuadro R1.7 Taxones de Reptiles por categoría taxonómica

Categorías taxonómicas	No. registros
Familias	12
Géneros	53 válidos
Especies	138 válidas
	14 sinónimas
Infraespecies	2 subespecies válidas
	13 subespecies sinónimas

Fuente: Citas bibliográficas-SNIB

Número de registros de ejemplares capturados: **110** (Fuente: Citas bibliográficas).

Mammalia

Cuadro R1.8 Taxones de Mamíferos por categoría taxonómica

Categorías taxonómicas	No. registros
Familias	28
Géneros	115 válidos
	6 sinónimos
Especies	221 válidas
	48 sinónimas
Infraespecies	212 subespecies sinónimas
	1 forma sinónima

Fuente: Citas bibliográficas-SNIB

Número de registros de ejemplares capturados: **886** (Fuente: Citas bibliográficas).

Aves

Cuadro R1.9 Taxones de Aves por categoría taxonómica

Categorías taxonómicas	No. registros
Familias	51

Categorías taxonómicas	No. registros
Géneros	229 válidos 4 sinónimos
Especies	387 válidas 15 sinónimas
Infraespecies	4 subespecie válidas

Fuente: Citas bibliográficas

Número de registros de ejemplares capturados: **2704** (Fuente: Citas bibliográficas).

R2. Cartografía y sistema de información

R2.1. Cartografía del Bosque Mesófilo de Montaña

El primer resultado cartográfico fue la construcción de una ‘*geodatabase*’ que incluyó los punto, líneas y polígonos de los ejemplares entregados por la SIB en la base de datos en formato Biótica del presente proyecto. En la figura R2.1.1 se muestra el despliegue de dicha ‘*geodatabase*’ en el programa ArcGis 9.2. Cabe hacer notar que esta ‘*geodatabase*’ contiene la información hasta ahora entregada y que crecerá en la medida que la SIB incorpore ejemplares a la base del proyecto.

Para poder realizar los análisis espaciales y para contar con información base de la distribución geográfica del Bosque Mesófilo de Montaña en México se efectuaron los recortes de los rodales relacionados con los distintos estados de este tipo de comunidad vegetal. Dichos recortes fueron hechos a partir de la cartografía oficial que sobre el tema de vegetación existe en nuestro país, a saber: las series II y III de uso de suelo y vegetación (INEGI 2001 y 2003) y el Inventario Forestal Nacional (2000), toda esta a escala 1:250,000. Es pertinente aclarar que aunque se tiene a disposición la serie I del INEGI, esta no será incorporada a la cartografía del proyecto debido a que la base geodésica utilizada es distinta a las series seleccionadas y dicha diferencia hace extremadamente complicado, sino imposible, cualquier análisis de tipo espacial que se quiera realizar. Por lo tanto, se entrega en el anexo de cartografía solamente los recortes mencionados (ver inciso c del anexo cartográfico).

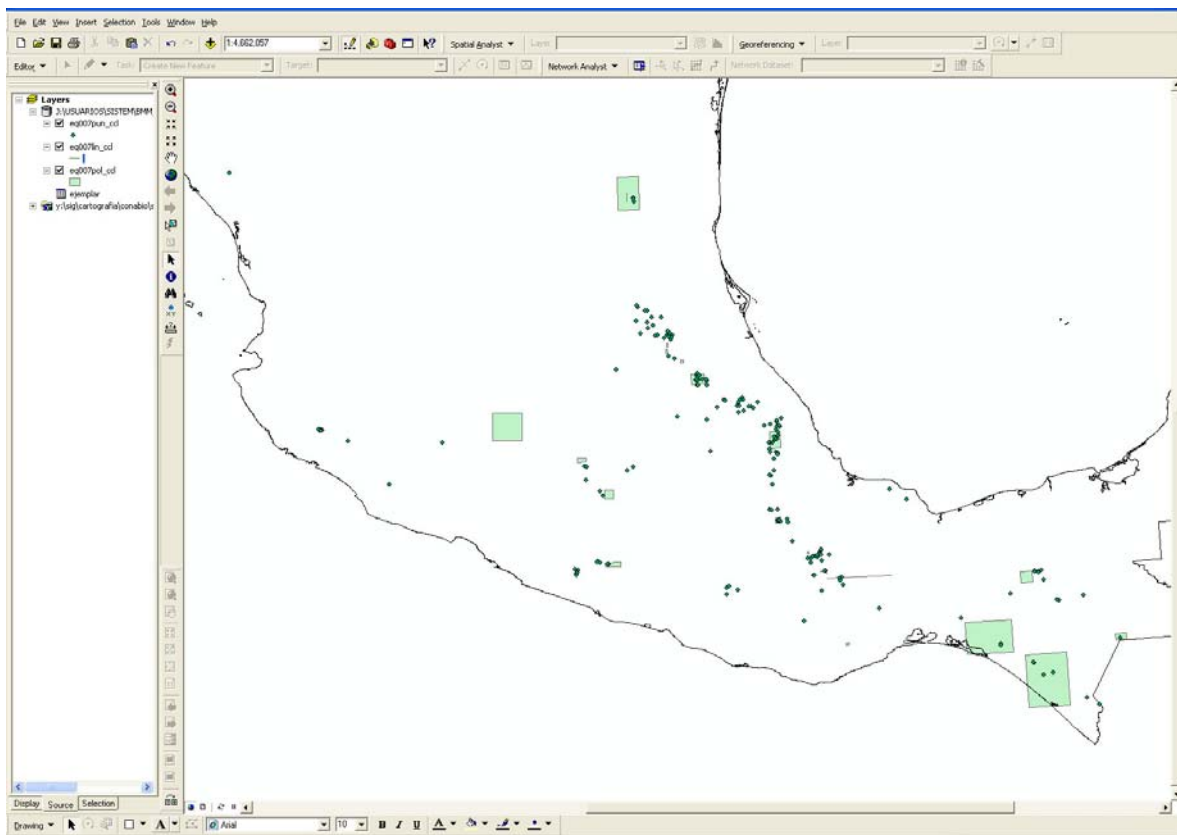


Figura R2.1.1: Despliegue de la ‘geodatabase’ de ejemplares dentro de la base de datos del proyecto EQ007 fase I, en el programa ArcGis 9.2 .

El primer análisis respecto al estado del BMM se efectuó haciendo una comparación tabular entre las tres series del INEGI y el IFN. El área total del BMM muestra tendencias claras de disminución (tabla R2.1.1 y figura R2.1.2) entre el año 1976 (año promedio de las fotografías de la Serie I del INEGI) y el 2000 (del IFN), sin embargo, para el año 2003 (Serie III del INEGI) el área total “aumenta” y alcanza valores mayores que los de 1993 (Serie II del INEGI). Los valores extremos son registrados por el Inventario Forestal Nacional 2000, tanto el área total y el de la clase ‘bosque primario y secundario arbóreo’ muestran los valores más bajos, mientras que, en contraste, la clase ‘bosque secundario arbustivo y herbáceo’ muestra el máximo de área para todos los años considerados.

Tabla R2.1.1: Superficie del BMM en los años 1976, 1993, 2000 y 2003. Se muestra el área total y el área de los estados del BMM en [ha] y [%].

Estado del Bosque Mesófilo de Montaña	1976		1993		2000		2003	
	ha	[%]	ha	[%]	ha	[%]	ha	[%]
Bosque primario y secundario arbóreo	1,358,337.40	73.9	1,344,086.20	73.7	1,101,584.00	63.5	1,265,511.80	69.3
Bosque secundario arbustivo y herbáceo	480,185.50	26.1	479,598.60	26.3	634,292.60	36.5	559,697.60	30.7
Área total	1,838,522.90	100	1,823,684.70	100	1,735,876.70	100	1,825,209.30	100

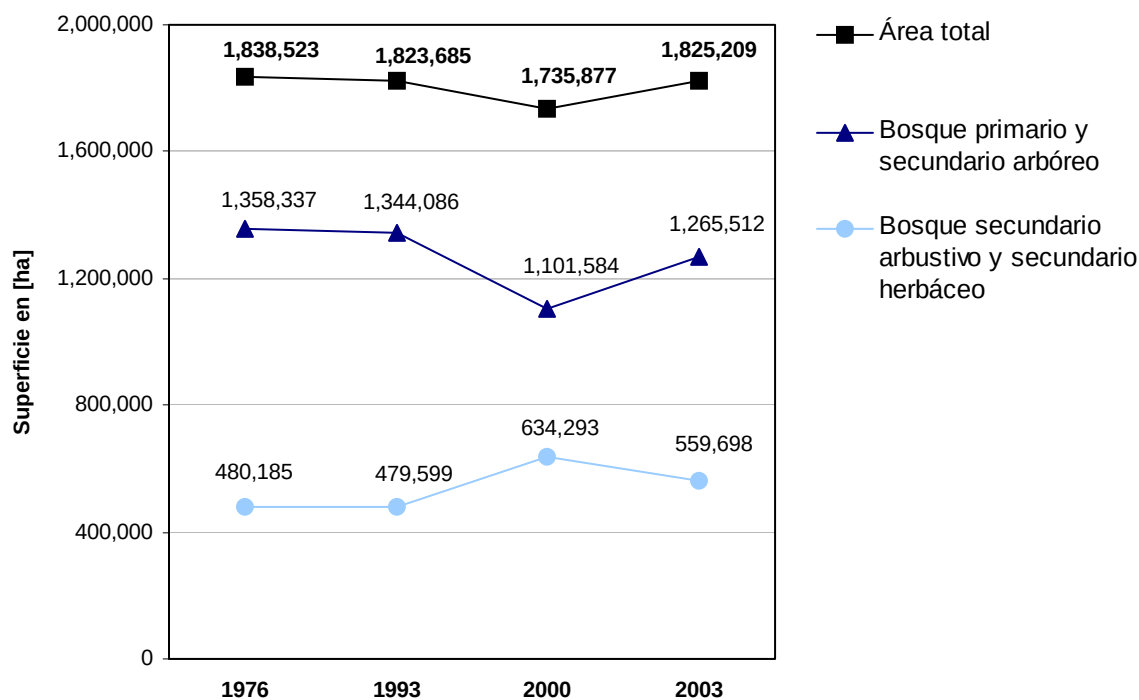


Figura R2.1.2: Superficie del BMM en los años 1976, 1993, 2000 y 2003 (INEGI series 1, 2 y 3 e Inventario Forestal Nacional 2000). El eje de las ordenadas muestra la superficie en [ha], el eje de las abscisas el año considerado. Se diferencia entre el área total y el área de las clases del estado del BMM.

Como se ve en el análisis tabular, existen marcadas disparidades en la delimitación, y determinación de clases entre las dos instituciones oficiales (INEGI e INF) en lo que corresponde a este tipo de vegetación, es decir, aunque es claro que la tendencia al paso de las clases de vegetación secundaria arbustiva y herbácea derivada de BMM desde el BMM primario y vegetación secundaria arbórea, existe una sobreestimación de la

primera por parte del INF o una subestimación por parte del INEGI . Por otro lado, el INEGI incorporará en su serie III áreas que no existían en su serie II y que reflejan un refinamiento en sus métodos de detección, verificación y documentación de este tipo de comunidades vegetales, mientras que el INF hace otro tanto, pero incorporando grandes extensiones de bosque secundario arbustivo y herbáceo en zonas distintas (básicamente la Sierra Madre Oriental).

Para dar un paso mas en la creación de una base cartográfica común y consistente de los BMM evaluamos las diferencias de superficie en su contexto geográfico, para ello tomamos los mapas de las dos últimas series del INEGI y el del INF2000, y haciendo uso de álgebra de mapas (básicamente uniones e intersecciones) valoramos la concordancia o discordancia entre estos. Los resultados se muestran en las tablas R2.1.2, R2.1.3 y R2.1.4 y las figuras R2.1.3, R2.1.4a, b y c.

En la tabla R2.1.2 podemos ver que de la superficie total que abarca esta comunidad (entendida en un sentido muy laxo, *i.e.* incluyendo toda aquella superficie que es reportada por cualquiera de los tres mapas como perteneciente a cualquiera de los estados del BMM), sólo existe el 10.33% de ella que permanece sin cambios. Lo anterior tiene como corolario que el 89.7% de superficie restante presenta cambios, pero de estos cambios habría que determinar qué porción pertenece a una dinámica interna, que tiene que ver con procesos de regeneración y degradación de este tipo de comunidad, y qué porción con errores de etiquetado y delimitación. Partiendo de este análisis podríamos decir que una porción significativa cercana al 60% muestra dinámicas entre los distintos estados del BMM en México (tabla R2.1.3). La porción de no coincidencia genérica presenta un comportamiento interesante ya que cerca de tres cuartas partes de dicha superficie (tabla R2.1.4) muestra concordancia entre dos de los tres mapas y una cuarta parte es calificada como BMM por tan sólo uno de los mapas. Ahora bien, es este 40.3% el que nos permite evaluar dos cosas: i) los cambios reales o conversión del BMM hacia otros tipos de cubierta o uso de suelo y ii) los errores en la asignación del tipo de vegetación.

Tabla R2.1.2: En esta tabla se muestra la superficie que permanece sin cambios a lo largo del tiempo entre la serie II del INEGI, el INF2000 y la serie III del INEGI.

Superficie m ²	UNIÓN 3 MAPAS
1557736794.11	Primaria-Arbórea
654062924.37	Secundaria Arbustiva-Herbácea
2211799718.48	Área de coincidencia de clase entre 3 mapas
10.33 %	
19204221644.34	Área de no coincidencia de clase entre 3 mapas
89.67 %	
21416021362.82	Área total

Tabla R2.1.3: Superficies que permanecen dentro de cualquiera de las clases del BMM donde podría existir o no cambio de clases entre ellas y áreas donde se presentan cambios en el uso del suelo o tipo de vegetación. Valores obtenidos a partir de las series II y III del INEGI y el INF2000.

Superficie m ²	UNIÓN 3 MAPAS
12786015941.39	Área coincidencia BMM_genérico 3 mapas
59.70 %	
8630005421.43	Área no coincidencia genérica 3 mapas
40.30 %	

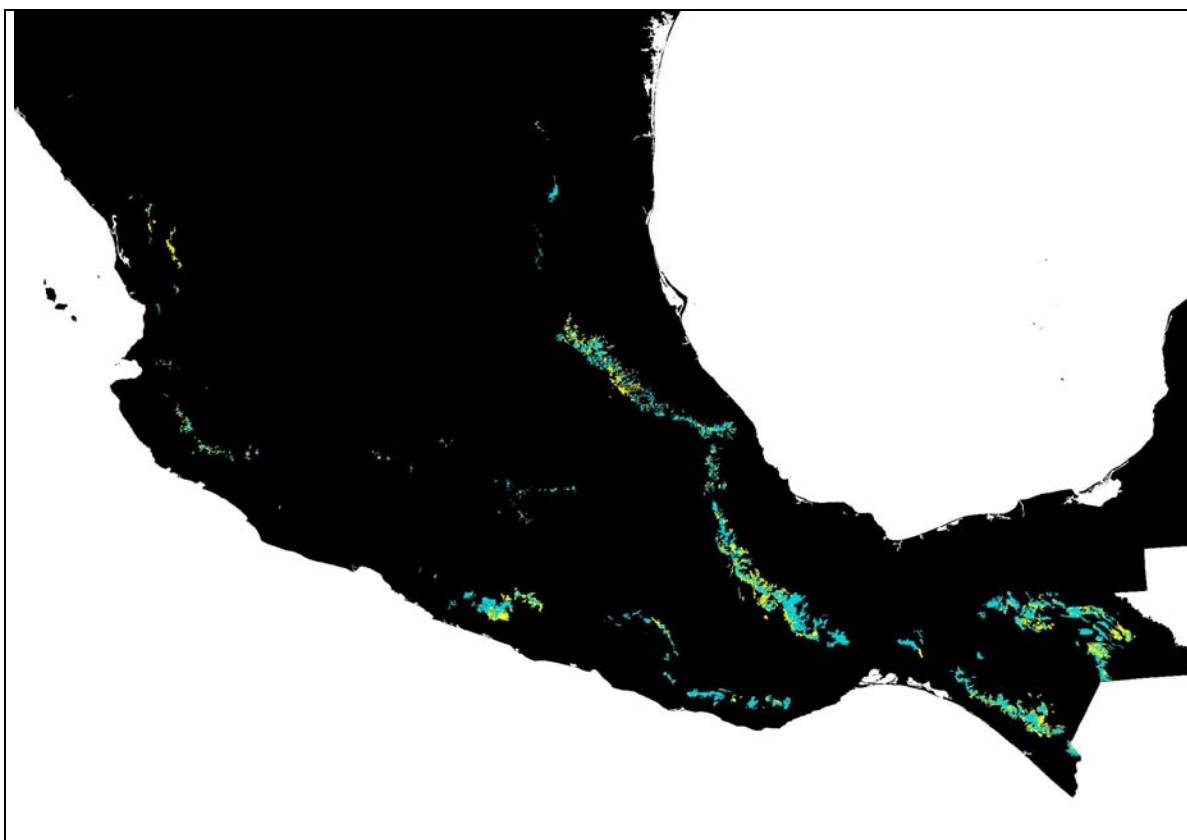


Figura R2.1.3: Áreas de coincidencia entre los tres mapas analizados. En azul se muestran aquellas superficies que concuerdan respecto a su pertenencia a cualquiera de las clases pertenecientes al tipo de vegetación BMM. En amarillo dicha coincidencia no se cumple en por lo menos uno de los tres mapas. Ver tabla R2.1.3.

Tabla R2.1.3: Superficies que no permanecen dentro de cualquiera de las clases del BMM donde pueden existir o cambios en el uso del suelo o errores en la clasificación o asignación de tipo de vegetación. Valores obtenidos a partir de las series II y III del INEGI y el INF2000.

Superficie m ²	UNIÓN 3 MAPAS
6302493083.75	Área coincidencia BMM_genérico 2 mapas
29.43 %	
2327512337.68	Área de no coincidencia (1 mapa BMM)
10.87 %	
29.43 + 10.87 = 40.30	% de no coincidencia genérica 3 mapas

Las áreas de no coincidencia espacial entre los tres mapas analizados se muestran en las figuras R2.1.4.a, b y c. En cada una de ella se muestra la superficie y el número de polígonos que cada uno mapa etiqueta como BMM en cualquiera de sus estados mientras ninguno de los otros dos mapas restantes lo hace. Nótese que tanto en número de polígonos como en superficie el aporte de la Serie II es mucho menor que aquellos de la serie III e INF2000, con diferencias de 1102 km² respecto al INF y de 1176 km² respecto a la serie III. Es también relevante hacer notar la diferencia entre la serie III y el INF2000 ya que a pesar de que ambos reportan diferencias en superficies respecto a sus pares por encima de los 1150 km², la serie III muestra cerca de la mitad de polígonos que el INF2000 pero con tamaños promedio que duplican su superficie. Por último, habrá que resaltar el hecho de la marcada diferencia en la ubicación geográfica de estos polígonos ya que mientras la serie III añade superficies muy grandes en los estados de Nayarit, Guerrero, centro de Oaxaca y Sur de Chiapas, el INF2000 lo hace en los estados de Hidalgo, Veracruz, Puebla, y las porciones septentrionales de Oaxaca y Chiapas.

La comparación por pares de mapas nos permite revelar que existen diferencias muy acentuadas respecto al nivel de interpretación de las categorías, por lo menos en lo referente a la asignación de los estados del BMM entre las dos fuentes oficiales. En las tablas R2.1.4 y R2.1.5 y las figuras R2.1.5 y R2.1.6 podemos observar los valores de concordancia-discordancia existente entre los pares de mapas (i) SII del INEGI – INF2000, (ii) SII - SIII del INEGI y (iii) INF2000 – SIII INEGI, tanto en valores absolutos mostrados en km² (tabla R2.1.4 y figura R2.1.5) como en valores porcentuales (tabla R2.1.5 y figura R2.1.6). Lo que primero se revela es que existe una consistencia importante por parte del INEGI respecto a la asignación de clases ya que entre los dos mapas se conserva poco más del 70% de los estados del BMM dentro de la misma clase, en tanto que al comparar cualquiera de las series del INEGI con el INF encontramos una disminución de hasta 57 puntos porcentuales. alcanzando valores de 13.4% entre SII e INF2000 y de 16.2% entre la SIII e INF2000. Por otro lado, la superficie de no coincidencias entre las dos series del INEGI es tan sólo del 17% y de este más de la mitad corresponde a no coincidencias espaciales aportadas principalmente por los nuevos polígonos añadidos en la SIII, mientras que las no coincidencias entre los dos mapas de INEGI y el del INF2000 alcanzan valores de 30 y 36%. Otra cuestión interesante es que

la dinámica del BMM entre sus diferentes estados es cercana al 20% entre las dos series del INEGI mientras que entre estas y el INF es de entre el 43 y 66%.

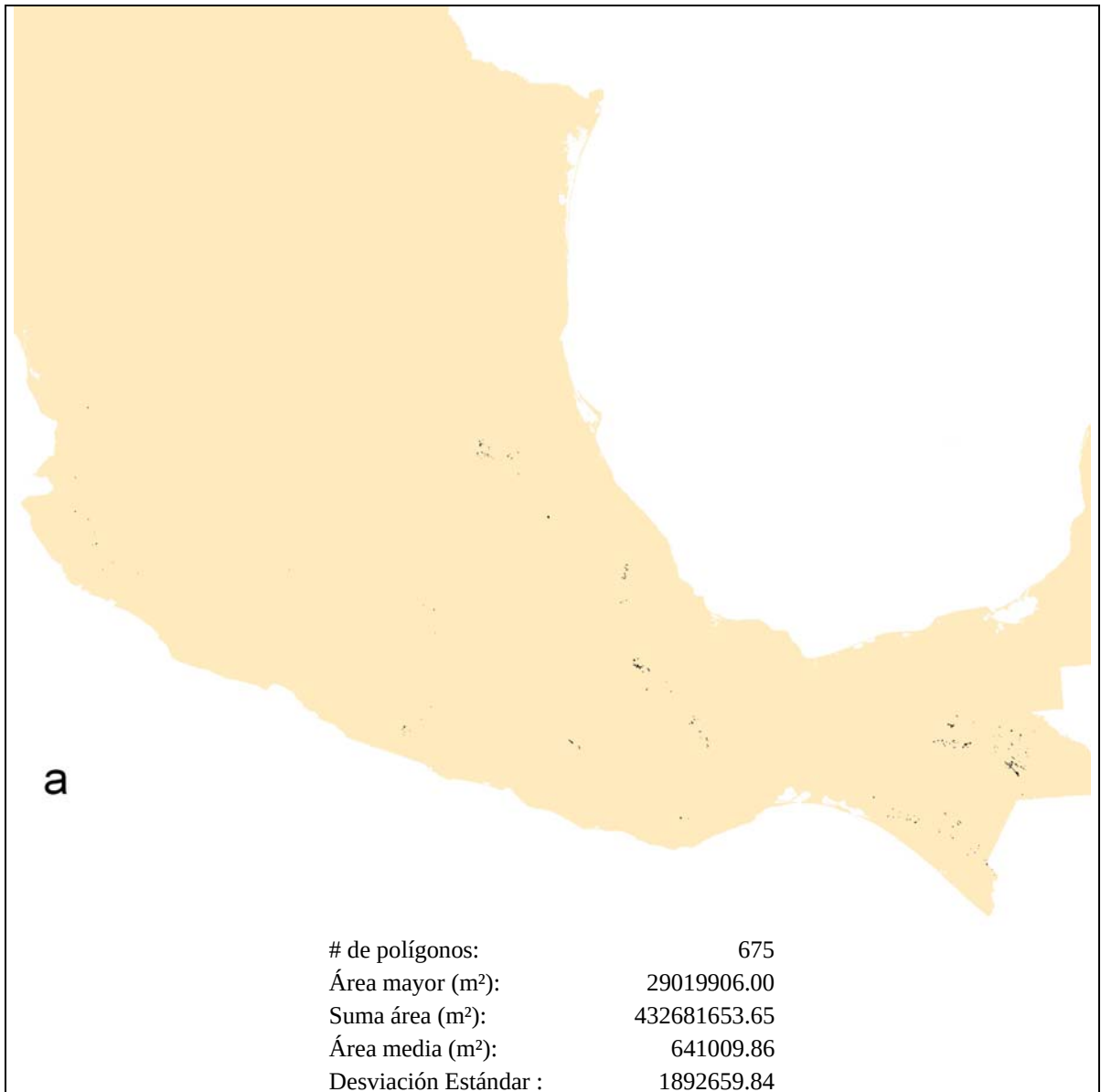


Figura R2.1.4.a. Áreas de no coincidencia espacial entre los tres mapas analizados. Los polígonos en negro indican aquellas áreas que solamente uno de los tres mapas clasifica como perteneciente a alguna clase perteneciente al BMMM, en la figura a se muestran las áreas de no coincidencia de la serie II del INEGI, la b para el INF2000 y la c para la serie III.

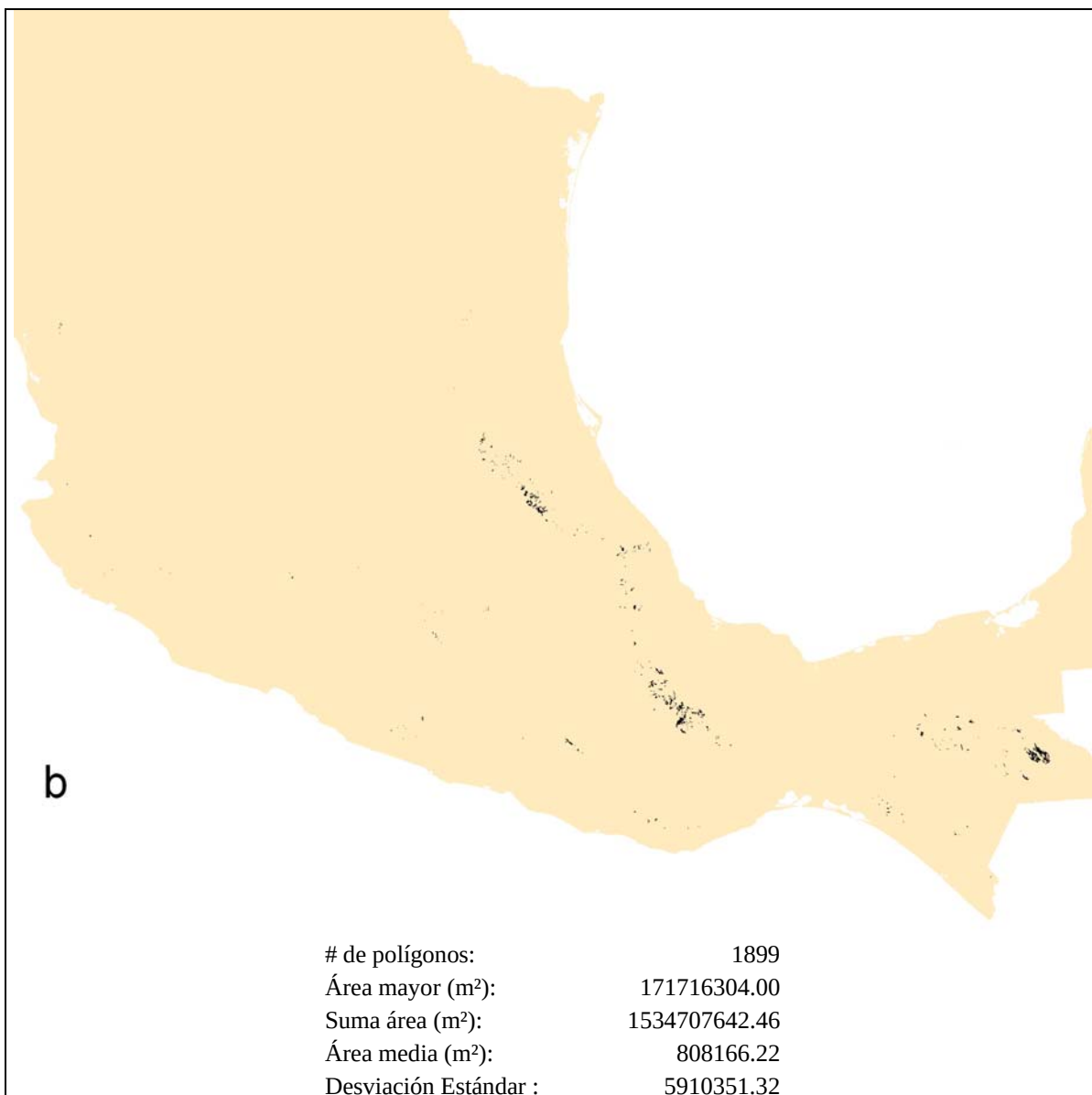
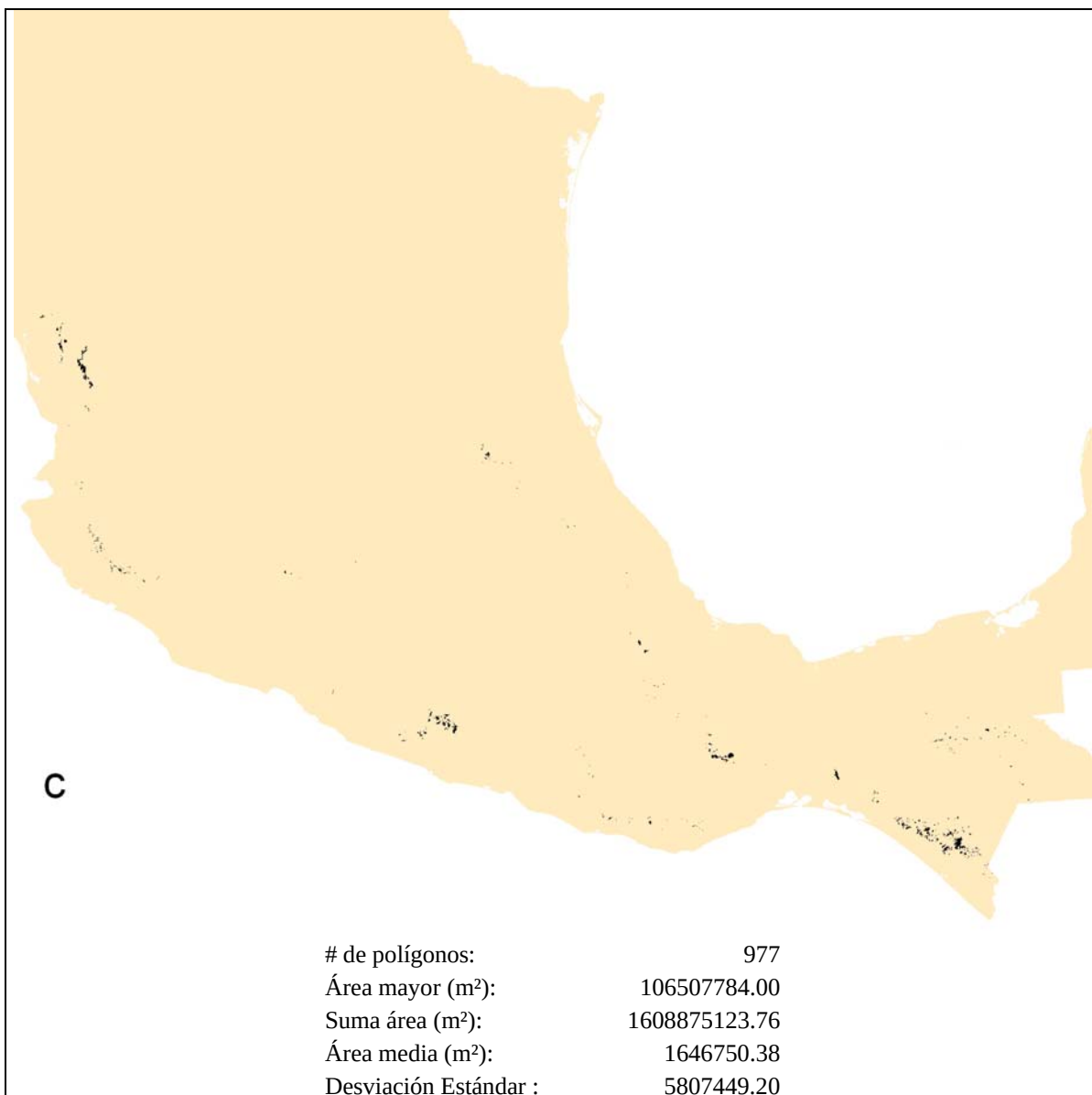


Figura R2.1.4.b. Áreas de no coincidencia espacial entre los tres mapas analizados. Los polígonos en negro indican aquellas áreas que solamente uno de los tres mapas clasifica como perteneciente a alguna clase perteneciente al BMMM, en la figura a se muestran las áreas de no coincidencia de la serie II del INEGI, la b para el INF2000 y la c para la serie III.



Figuras R2.1.4.c. Áreas de no coincidencia espacial entre los tres mapas analizados. Los polígonos en negro indican aquellas áreas que solamente uno de los tres mapas clasifica como perteneciente a alguna clase perteneciente al BMMM, en la figura a se muestran las áreas de no coincidencia de la serie II del INEGI, la b para el INF2000 y la c para la serie III.

Tabla R2.1.4: Comparación de concordancias-discordancias entre pares de mapas respecto a los rodales etiquetados en cualquiera de los estados del BMM. La superficie se muestra en km² para facilitar su lectura.

Coincidencias / No Coincidencias	S2 INEGI - INF2000 km ²	S2 - S3 - INEGI km ²	INF2000 - S3 INEGI km ²
Prim+SecArbó (CI1)	1947.66	10032.51	2202.08
SecArbu+SecHerb (CI2)	921.44	4012.94	1139.56
Delta CI1-->CI2	7237.01	1938.71	3629.06
Delta CI2-->CI1	3591.93	503.78	7503.87
No coinc.	7653.59	3393.37	6213.05
<i>Total</i>	<i>21351.62</i>	<i>19881.31</i>	<i>20687.62</i>

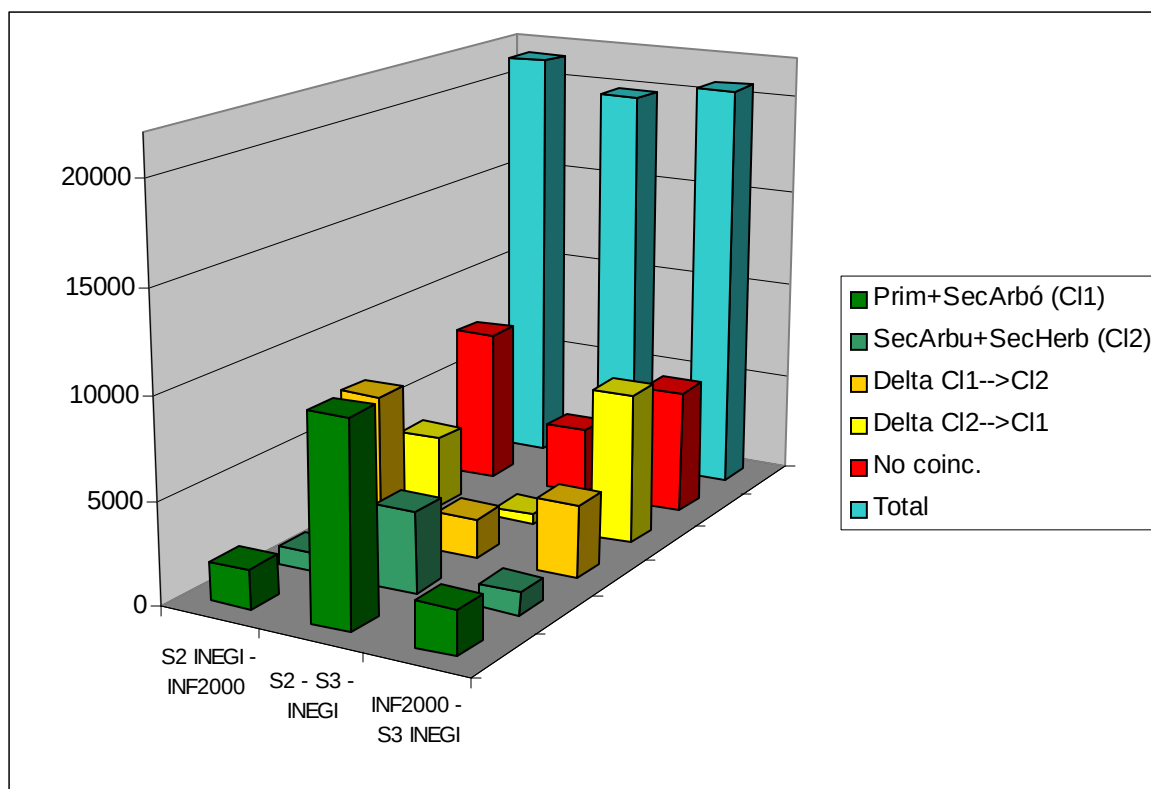


Figura R2.1.5: Histograma donde se muestran por parejas de mapas las superficies de concordancia y no concordancia en km².

Tabla R2.1.5: Comparación de concordancias-discordancias entre pares de mapas respecto a los rodales etiquetados en cualquiera de los estados del BMM. La superficie se muestra aquí en valores porcentuales respecto al total de superficie resultado de la unión de los dos mapas en cuestión.

Coincidencias / No Coincidencias	S2 INEGI - INF2000 km ²	S2 - S3 - INEGI km ²	INF2000 - S3 INEGI km ²
Prim+SecArbó (CI1)	9.12	50.46	10.64
SecArbu+SecHerb (CI2)	4.32	20.18	5.51
Delta CI1-->CI2	33.89	9.75	17.54
Delta CI2-->CI1	16.82	2.53	36.27
No coinc.	35.85	17.07	30.03
<i>Total</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>

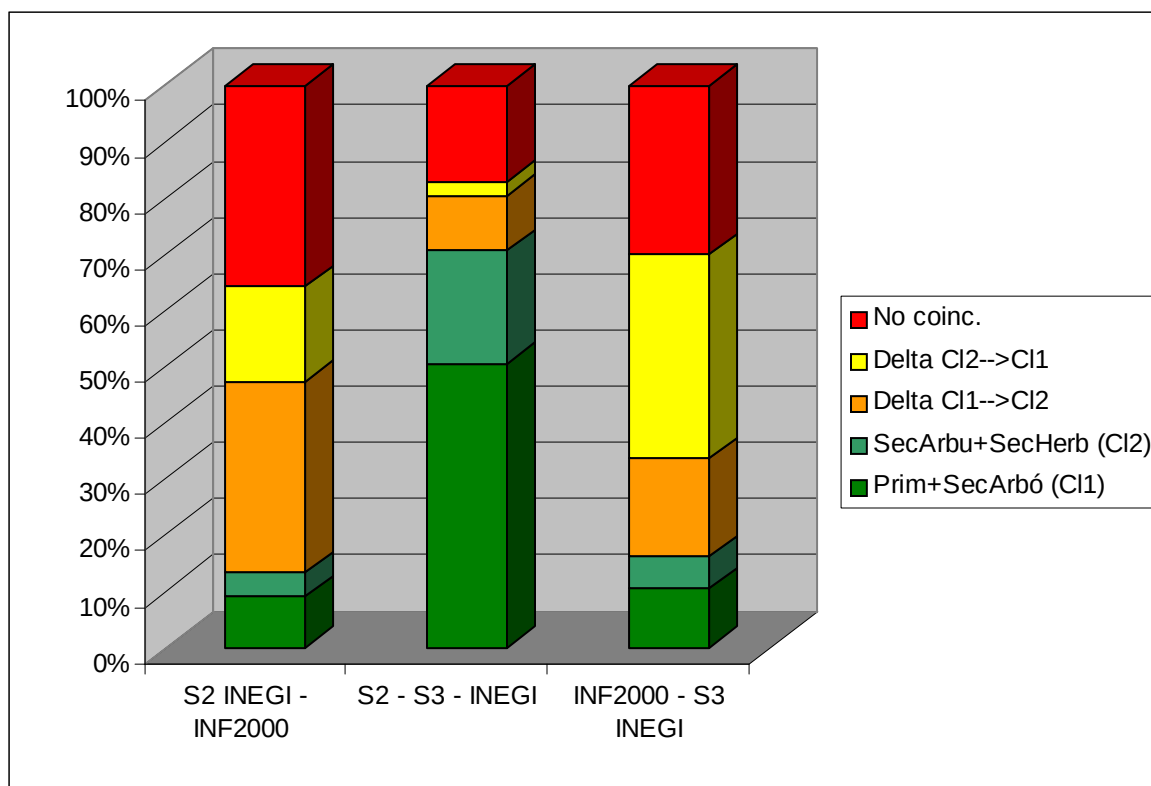


Figura R2.1.6: Histograma donde se muestran por parejas de mapas las superficies de concordancia y no concordancia en porcentaje.

El último análisis efectuado durante esta primera fase del proyecto fue para establecer la confiabilidad del mapa de áreas potenciales de presencia del Bosque Mesófilo de Montaña al utilizar los mapas de cobertura de nubes y cartografía adicional generado por la coordinación de Percepción Remota de la dirección de Geomática de la Conabio, el cual también forma parte de los productos entregados en este informe. Para ello comparamos por un lado el mapa de predicción contra la serie III de uso de suelo y vegetación del INEGI para ver del total de las áreas no transformadas (es decir, excluyendo las zonas urbanizadas y aquellas de actividades agrícolas que constituyen cerca del 21% de la superficie potencial) que proporción era efectivamente ocupada por el BMM y cuánto por otros tipos de vegetación. Los resultados se muestran en la tabla R2.1.6 y la figura R2.1.7, en ellas vemos que del total de superficie no transformada el mapa de áreas potenciales contiene a su interior una proporción cercana a un tercio del total de Bosque de Pino-Encino, le sigue en importancia el BMM con un 16% pero seguido muy de cerca por otros tres tipos de comunidades que suelen estar o bien entremezcladas o colindantes con aquellos, estas comunidades vegetales son los bosques de Pino con un 13%, y los bosques de Encino junto con la selva alta perennifolia, ambos con un 11% .

Tabla R2.1.6: Superficies ocupadas por distintos tipos de vegetación dentro de los límites marcados por el mapa de áreas potenciales generado por la coordinación de Percepción Remota usando como base el mapa de cobertura de nubes más cartografía adicional. La referencia a los tipos de vegetación parte del mapa de uso de suelo y vegetación serie III del INEGI.

Tipo de vegetación presente	Superficie km ²
BOSQUE DE PINO-ENCINO	32659.46728
BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	17273.64456
BOSQUE DE PINO	14149.756
BOSQUE DE ENCINO	11561.21218
SELVA ALTA PERENNIFOLIA	11303.87716
BOSQUE DE ENCINO-PINO	7515.70465
PASTIZAL INDUCIDO	5761.534998
SELVA BAJA CADUCIFOLIA	2357.047956
SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	1653.336383
SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1401.530941
Otras	1133.693546

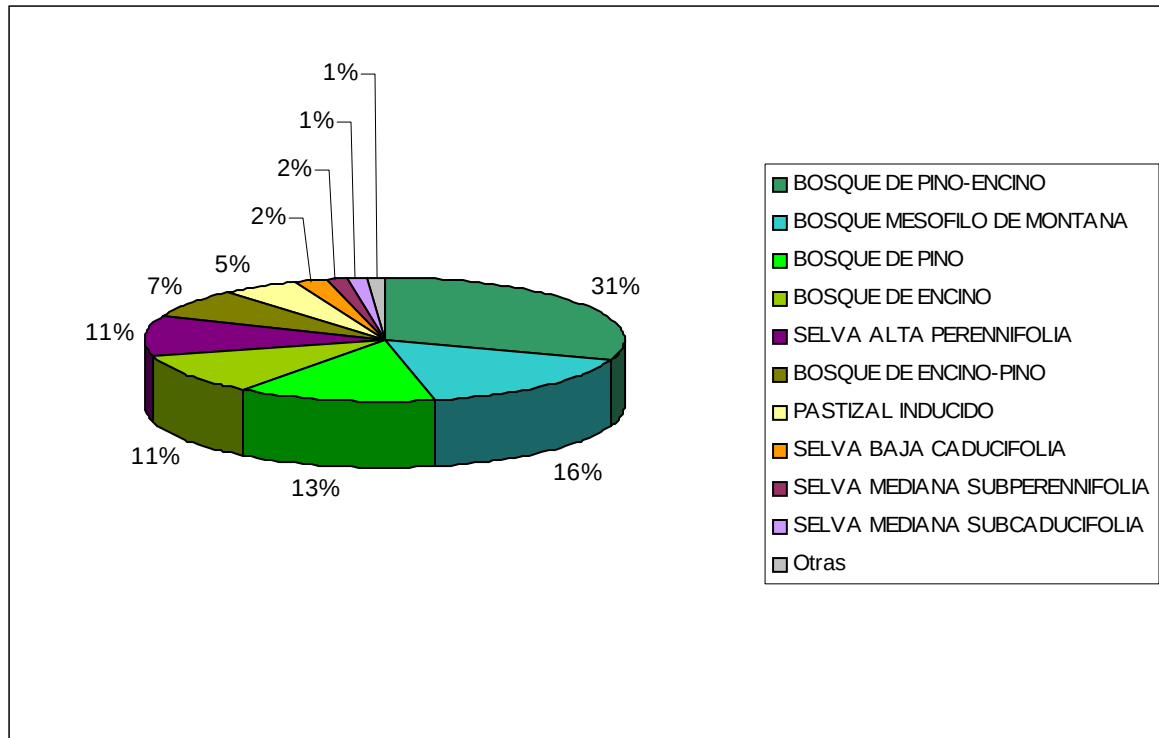


Figura R2.1.7: Porcentajes de ocupación de los distintos tipos de vegetación reportados por la serie III del INEGI al interior del área señalada como potencial para la presencia de BMM por el mapa generado a través de cobertura de nubes y cartografía adicional.

Una segunda vía de evaluación fue hacer la comparación entre el mapa de áreas potenciales de presencia de BMM y el mapa que contiene todos aquellos polígonos que las dos últimas series del INEGI y el INF2000 consideran como alguno de los estados del BMM, de tal suerte que pudimos saber cuánta del área potencial coincide con la observada, cuánta de la presente es omitida y cuánta predice como potencial y en realidad no se presenta. Los resultados se muestran en la tabla R2.1.7 y la figura R2.1.8.

Lo que aquí resulta interesante son dos cosas, la primera es que existe una fuerte coincidencia con la evaluación hecha al usar solamente el mapa de la serie III del INEGI (16% en aquel y 15% en este) respecto al nivel de aciertos o coincidencia, lo segundo es que este mapa prácticamente no excluye zonas reportadas con BMM por la cartografía oficial (porcentaje menor al 1%) pero a su vez resulta demasiado generoso en la inclusión de áreas dónde se tiene confirmada la existencia de otros tipos de comunidades vegetales.

No obstante, para ser un poco mas justos en esta evaluación sometimos al mismo tratamiento la cartografía de Vegetación Primaria generada por el INEGI y que da cuenta de áreas de presencia potencial de este tipo de vegetación. Los resultados muestran (ver tabla R2.1.7 y figura R2.1.9) una mayor proporción de aciertos, aunque la cantidad de errores de omisión es, en proporción, marcadamente mayor. Los errores de comisión son

también menores en proporción pero el área reportada es de casi una cuarta parte de la de Conabio, por lo que cabría esperar una mucho menor proporción de errores de comisión.

Tabla R2.1.7: Aciertos y errores de la cartografía, expresada en área, de los mapas de áreas potenciales de presencia de BMM de Conabio y el de Vegetación Primaria del INEGI respecto al mapa que compila toda aquella área reportada como BMM por la cartografía oficial utilizada.

	Mapa de áreas potenciales de Conabio Superficie km ²	Mapa de Vegetación Primaria del INEGI Superficie km ²
ACIERTOS	20194.36	15875.82
Error OMISIÓN	1221.66	15006.97
Error COMISIÓN	115068.64	5540.20
Total	136484.66	36422.99
% ACIERTOS	14.80	43.59
% Error OMISIÓN	0.90	41.20
% Error COMISIÓN	84.31	15.21
% Total	100.00	100.00

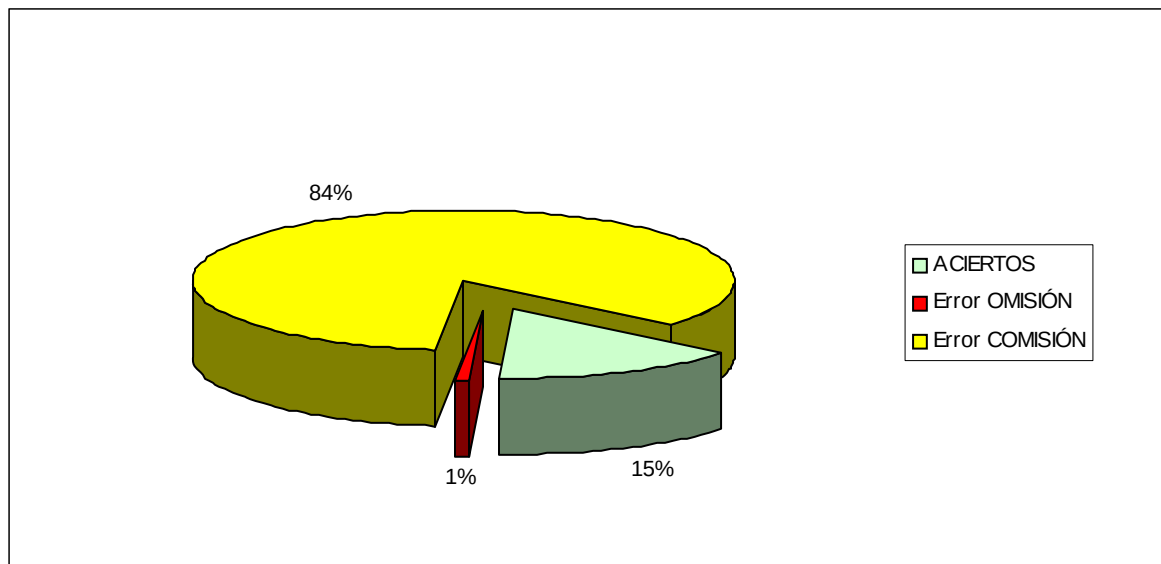


Figura R2.1.8: Proporción de aciertos y errores encontrados al comparar el mapa de distribución reportada por la cartografía oficial con respecto a aquel de «Áreas portenciales de presencia de BMM» generado por la coordinación de Percepción Remota de Conabio.

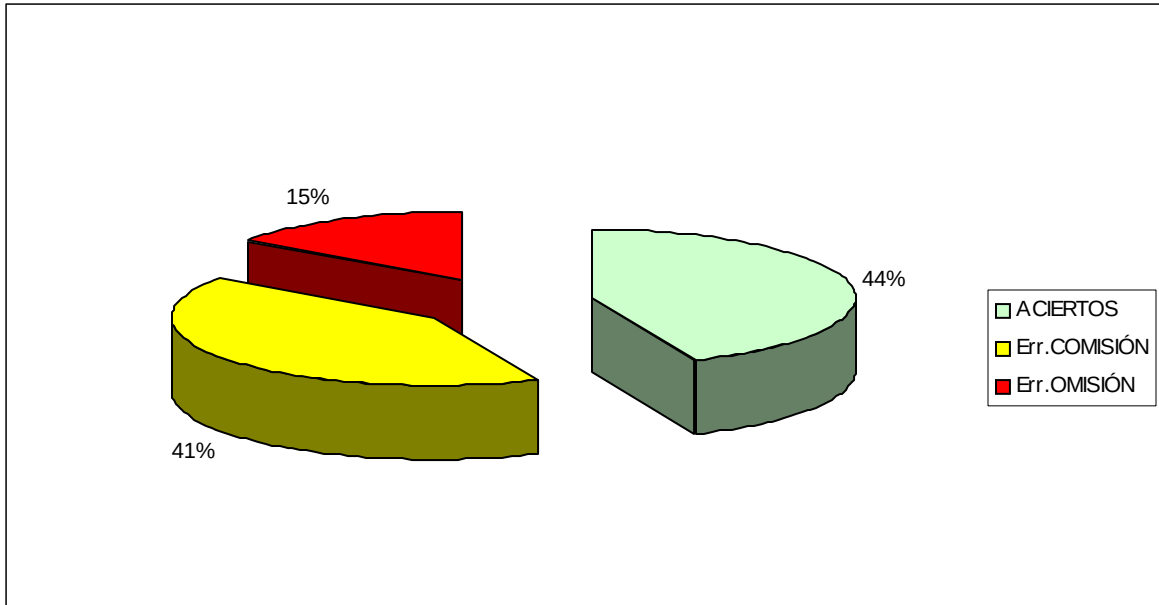


Figura R2.1.8: Proporción de aciertos y errores encontrados al comparar el mapa de distribución reportada por la cartografía oficial con respecto a aquel de «Vegetación Primaria del INEGI».

R2.2. Georreferenciación de localidades del Mosque Mesófilo de Montaña

La siguiente tabla (R2.2.1) contiene la relación acumulada de las localidades que se procesaron para la asignación de coordenadas geográficas, las cuales suman un total de 232 localidades, con sus respectivas descripciones geográficas.

Tabla R2.2.1. Localidades georreferenciadas.

Id	Estado	Municipio	Localidad	Altitud
1	Veracruz		El Trapiche, Teocelo, 4 km SW Teocelo, sobre la carretera a Cosautlán	1165-1220 m
2	Veracruz		Chalatlá, Ixhuacán, 17 km de Teocelo, sobre la carretera a Cosautlán	1300-1350 m
3	Veracruz		El Chorro, Ixhuacán, 29 km de Teocelo, sobre la carretera a Ixhuacán	1580-1600 m
4	Oaxaca		From 65 km NE (by Mex. Hwy. 175) of Guelatao	
5	Oaxaca		0.5 km S Vista Hermosa (along Hwy. 175)	1530 m
6	Oaxaca		Sierra de Juárez between 1530 and 2050 m.	
7	Oaxaca		A small stream that crosses the highway 3.7 miles (6.1 km) below Puerto del Viento on the Caribbean Escarpment of the Mesa Central of Chiapas	
8	Oaxaca		Vivero Rancho Teja, 3 km east of Ixtlán de Juárez	2370 m
9	Oaxaca		2 km east of Ixtlán de Juárez	2370 m
10	Oaxaca		3.6 km east of Ixtlán de Juárez, Dto. De Ixtlán	2300 m
11	Oaxaca		2.5 km east of Ixtlán de Juárez	2300 m
12	Oaxaca		Vivero Rancho Teja, 3.5 km east of Ixtlán de Juárez	2310 m
13	Puebla		Near Tepango de Rodríguez	
14	San Luis Potosí		Xilitla region, southeastern San Luis Potosí	
15	Veracruz	Xalapa	La Antigua River basin, west of Xalapa	1120-1590 m
16	Oaxaca		Cerro Piedra Larga	
17	Oaxaca		Cerro Las Flores	1100-1220 m
18	Oaxaca		Vicinity of Totontepec	
19	Oaxaca		El Tecojote	
20	Oaxaca		5.6 km WSW Tlaxiaco	
21	Oaxaca		38.1 km E Teotitlán on road to Huautla	2118 m
22	Oaxaca		Head waters of Rio de la Luna	6000 ft.
23	Oaxaca		Totontepec	6000 ft.
24	Oaxaca		Totontepec	6220 ft
25	Oaxaca		Totontepec	1798 m
26	Oaxaca		E side Totontepec	1780 m
27	Oaxaca		25.3 km N San Gabriel Mixtepec	
28	Puebla		From 2 km E of Zoquitlán, Sierra Negra	2155 m
29	Chiapas		Colonia Rodolfo Figueroa, 19 km NW Rizo de Oro	1542 m
30	Chiapas		5-7 mi NW Rizo de Oro along road to Cerro Baul	3300 feet
31	Chiapas		12 mi W of Rizo de Oro along ride south of Cerro Baul	5000 feet
32	Oaxaca		6.5 km (by road) NE Miltepec (=Niltepec)	
33	Chiapas		1.6 km W Rizo de Oro, crest of ridge between Tapanatepec and Cintalapa Valley	853 m
34	Oaxaca		Sierra de Juárez, from the vicinity of Cerro Pelón and Cerro Humo to Cerro Peña Verde and the Pápalo region	2800-2900 m
35	Guerrero		Pico del Aguila	1645-1740 m
36	Guerrero		Chilpancingo	
37	Guerrero		Putla de Guerrero	
38	Guerrero		Miahuatlan	
39	Oaxaca		Pochutla	

Id	Estado	Municipio	Localidad	Altitud
40	Oaxaca		Salina Cruz	
41	Guerrero		Sierra de Malinaltepec	
42	Morelos		Huitzilac: 0.5 km SO Huitzilac	
43	Morelos		2 mi O Huitzilac (Huitzilac)	
44	Morelos		4 km N Tres Cumbres (Huitzilac)	
45	Hidalgo		A ridge between Zacualtipán and Tianguistenco in central Hidalgo	1900-2000 m
46	Puebla		Barranca Lapolate, 4 km NE Xocoyolo	1000 m
47	Oaxaca		Vista Hermosa	1500 m
48	Oaxaca	Santiago Comaltepec	La Quebradora (cañada profunda ubicada entre el Km 69 de la carr. Fed. 175)	1150-1250
49	Oaxaca	San Mateo Yetla	Metates (Km 66 de la carr. 175)	900-1100
50	Oaxaca	Santiago Comaltepec	Vista Hermosa (entre los Km 72 y 73 de la carr. 175)	1450-1500
51	Oaxaca	Santiago Comaltepec	La Esperanza (Km 79 de la carr. Tuxtepec-Oaxaca)	1650-1750
52	Oaxaca	Santiago Comaltepec	El Suspiro, cañada (Km 88 de la carr. 175)	1800
53	Oaxaca	Santiago Comaltepec	Camino a San Isidro Yolox (desviación descendiente en el Km 91 de la carretera a Oaxaca)	1900-2000
54	Oaxaca	Santiago Comaltepec	Brecha (Las Cascadas) aserradero en el Km 102 de la carr. 175	2300-2400
55	Guerrero		La Perra (cañada) en el Parque Ecológico Estatal de Omiltemi	
56	Guerrero		Agua Fria (cañada) en el Parque Ecológico Estatal de Omiltemi	
57	Oaxaca	Tanetze de Zargoza	Entre Tanetze y Talea de Castro	
58	Chiapas		21.5 mi (34.6 km) N (by Mex. Hwy. 195) of Jitotol	ca. 1550 m
59	Oaxaca		Puerto de la Soledad (Sierra Mazateca)	2200-2700
60	Oaxaca		Plan de Guadalupe (Sierra Mazateca)	2200-2700
61	Oaxaca		San Andres Chicahuaxtla (Sierra Mixteca)	2300-2500
62	Colima		El Jabalí	above 3000
63	Jalisco		Las Joyas Estación Científica	
64	Veracruz		Los Tuxtlas	
65	Oaxaca		Sierra de Cuatro Venados	
66	Oaxaca		Sierra de Juárez	
67	Oaxaca		Sierra de Aloapaneca	
68	Oaxaca		Cerro del Zempoaltépetl	
69	Chiapas		San Cristobal de las Casas	
70	Chiapas		Lagunas de Montebello	
71	Sinaloa		Batel	
72	Durango		La Concordia	
73	Michoacán		Dos Aguas (Sierra Madre del Sur)	
74	Michoacán		Calcaoma (Sierra Madre del Sur)	
75	Guerrero		Sierra de Atoyac	
76	Oaxaca		Sierra de Yacuyacua	
77	Oaxaca		Sierra de Miahuatlán	
78	Oaxaca		Sierra de los Chimalapas	
79	Chiapas		Sierra de Soconusco	
80	Chiapas		Volcan del Tacaná	
81	Michoacán		Cerro de Tancitaro	
82	Estado de México		Temascaltepec	
83	Guerrero		Sierra de Taxco	
84	Tlaxcala		Volcan la Malinche	
85	Hidalgo	Tlanchinol	4 km N, 2 km E Tlanchinol	1270 m

Id	Estado	Municipio	Localidad	Altitud
86	Hidalgo	Tlanchinol	4 km NE Tlanchinol	1470 m
87	Hidalgo	Tlanchinol	San Salvador, 5.6 km ENE Tlanchinol	
88	Hidalgo	Tlanchinol	5.8 km SE Tlanchinol	660 m
89	Hidalgo	Tlanchinol	4 km N, 1.5 km E Tlanchinol	1480 m
90	Hidalgo	Tlanchinol	5 km N, 3 km E Tlanchinol	1590 m
91	Jalisco		Puerto de San Campús, sobre la cuenca del arroyo Las Joyas, en la Estación científica La Joya, parte centro-oeste de la Reserva Sierra de Manantlán	
92	Jalisco		Cuatro Caminos, sobre la cuenca del arroyo Las Joyas, en la Estación científica La Joya, parte centro-oeste de la Reserva Sierra de Manantlán	
93	Jalisco		Cuchilla de la Tuna, sobre la cuenca del arroyo Las Joyas, en la Estación científica La Joya, parte centro-oeste de la Reserva Sierra de Manantlán	
94	Jalisco		Cuchilla de la Yuna, sobre la cuenca del arroyo Las Joyas, en la Estación científica La Joya, parte centro-oeste de la Reserva Sierra de Manantlán	
95	Jalisco		Charco de los Perros, sobre la cuenca del arroyo Las Joyas, en la Estación científica La Joya, parte centro-oeste de la Reserva Sierra de Manantlán	
96	Tamaulipas	Gómez Farías	About 7 km NW of Gómez Farías	
97	Oaxaca		16 km SW Cuquila	2380 m
98	Oaxaca		11 kmm S Chichahuaxtla	1435 m
99	Chiapas		6.5 km SE of Rayón (= Rayón Mescalapa)	
100	Chiapas		Near Rayón (= Rayón Mescalapa)	
101	Chiapas	Ángel Albino Corzo	Transecto entre Ejido Santa Rita (1200 msnm) y el paraje conocido como El Tomatal (1365 msnm); aproximadamente 13 km en línea recta	
102	Chiapas		10 km NNW of Jitotol	1645 m
103	Hidalgo		Tlanchinol, Sierra de la Huasteca	
104	Oaxaca		Totontepec, Nudo de Zempoaltepetl	
105	Veracruz		El Bastonal, Sierra de los Tuxtlas	
106	Guerrero		Puerto el Gallo, Sierra de Atoyac	
107	Oaxaca		Sierra de los Mixes	1900 m
108	Oaxaca		Cerro Labrador	2100 m
109	Oaxaca		Cerro Piedra Larga	2000 m
110	Oaxaca		Sierra de Miahuatlan-west	1900 m
111	Oaxaca		Sierra de Cuatro Venados	3000 m
112	Oaxaca		Sierra de Miahuatlan-east	1500 m
113	Oaxaca		Sierra de Juárez	2400 m
114	Oaxaca		Cerro San Felipe	2200 m
115	Oaxaca		Cerro Peras	1500 m
116	Chiapas		Reserva Estatal La Fraylescana	
117	Chiapas		Reserva Estatal Cordón Pico del Loro-Paxtal	
118	Chiapas		Cerro La Angostura, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Sierra Madre de Chiapas	
119	Chiapas		Cerro Venado, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Sierra Madre de Chiapas	
120	Chiapas		Santa Ana de la Laguna, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Sierra Madre de Chiapas	
121	Chiapas		Cerro La Bandera, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Sierra Madre de Chiapas	
122	Chiapas		Cerro Toquián Grande, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Sierra Madre de Chiapas	
123	Chiapas		Pinabete, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Sierra Madre de Chiapas	
124	Hidalgo		Tlahuelompa	
125	Hidalgo		Coatempa	
126	Hidalgo		Lontla	
127	Hidalgo		Mojonera	
128	Hidalgo		Malila	

Id	Estado	Municipio	Localidad	Altitud
129	Hidalgo		Tenango	
130	Hidalgo		Ahuacatlan	
131	Hidalgo		Xochicoatlan	
132	Hidalgo		Soyatla	
133	Hidalgo		Molocotlan	
134	Jalisco		Puerto del Escobedo, sobre la cuenca del arroyo Las Joyas, en la Estación científica La Joya, parte centro-oeste de la Reserva Sierra de Manantlán	
135	Estado de México	Temascaltepec	Temascaltepec 1.5 km E y apartir de este punto 1.75 km dirección E-SE	
136	Estado de México	Temascaltepec	Ranchería de Carnicería	
137	Guerrero		El Iris, a 6 km al S de Puerto el Gallo	
138	Guerrero		El Descanso, a 14 km al S de Puerto el Gallo	
139	Guerrero		La Golondrina, a 18 km al SW de Puerto el Gallo	
140	Guerrero		Retrocesos, a 19 km al N de Paraiso por el camino al Molote	
141	Guerrero		Nueva Delhi	1400 msnm
142	Guerrero		El Faisan, a 15 km al N de Paraiso	
143	Chiapas		Paraje Matzab	2240 m
144	Chiapas	Cintalapa	Hacienda Monserrate, approximately 10 miles east of the Oaxaca-Chiapas border	2200 feet
145	Veracruz		Tacolapan, on the Rio Tacolapn at the base of the Tuxtla Mountains	
146	Chiapas		Mountains near Pueblo Nuevo	5300 feet
147	Oaxaca		Approximately 12 miles east of La Gloria and toward Cerro Azul (=Cerro Prieto)	5000 feet
148	Chiapas	Jiquipilas	Rancho El Recuerdo, Cerro La Vela	1350 m
149	Chiapas		One mile S Jitotol	
150	Chiapas		La Selva Negra, eight miles N Pueblo Nuevo de Solistahuacan	
151	Chiapas		Jitotol	
152	Veracruz		Volcan San Martin	4500 ft.
153	Guerrero		3.2 km SW of Carrizal de Bravos	
154	Guerrero		Cerro Cacho de Oro, are between Carrizal de Bravos and Asoleadero	
155	Guerrero		From 13.7 km northeast (road from Atoyac de Alvarez to Puerto del Gallo) of El Paraiso	1140 m
156	Guerrero		Along the original road between Atoyac de Alvarez and Milpillias	
157	Oaxaca		Along Hwy. 175 on the north slopes of Cerro Pelon a prominent massif of the Sierra de Juarez	
158	Oaxaca		From 10.9 km (rd.) W La Esperanza, along Hwy. 175	2060 m
159	Oaxaca		Along Hwy. 175 on the Atlantic drainage of the Sierra de Juarez	
160	Oaxaca		From 0.5 mi (rd.) SW Vista Hermosa along Hwy. 175	
161	Oaxaca		Near Vista Hermosa	
162	Guerrero		4 km SW Carrizal de Bravos	
163	Guerrero		Vicinity of Puerto del Gallo	
164	Guerrero		Vicinity of Omiltemi	
165	Veracruz		Approximately 2 km (by air) SW Banderillas [approximately 8 km (by air) NNW Xalapa]	1500 m
166	Veracruz		Approximately 3 km (by air) ENE Coscomatepec, at the junction of Rio Jamapa and Mexico Hwy. 125	1340-1400 m
167	Oaxaca		From 6.5 mi SSW Vista Hermosa	7100 fet
168	Oaxaca		10 mi SSW Vista Hermosa	8200 ft
169	Guerrero		2 mi w Omiltemi	7800 ft
170	Veracruz		Las Vigas (Vigas)	8300 ft
171	Hidalgo		Aproximadamente a 16 km al noroeste de Jacala	1550 m
172	Hidalgo		10 mi Ne Jacala	5050 ft
173	Puebla		1 km E Honey	2150 m
174	Puebla		1.5 km Tlacuilotepec	1650 m

Id	Estado	Municipio	Localidad	Altitud
175	Puebla		2 km S Xonotla	1030 m
176	Puebla		5.5 km N Zacapoaxtla	1600 m
177	Puebla		3 km S Atacpan	2140 m
178	Puebla		9 km NE Tezuitlan	1680 m
179	Puebla		2 km E Tepanco	1530 m
180	Veracruz		4 km W Tlapacoyan	1700 ft
181	Veracruz		5 km N Jalapa	4500 ft
182	Veracruz		3 km N, 1 km W Coatepec	1350 m
183	Veracruz		2 km E Xico	1200 m
184	Veracruz		Xico	4800 ft
185	Veracruz		Teocelo	4500 ft
186	Veracruz		Texolo	1260 m
187	Veracruz		Huatusco	5000 ft
188	Veracruz		1.5 km N, 3 km W Huatusco	1370 m
189	Veracruz		5 km N Huatusco	1320 m
190	Veracruz		4 km WNW Fortin	3200 ft
191	Veracruz		3 km SE Orizaba	5500 ft
192	Veracruz		Orizaba	4200 ft
193	Oaxaca		Teotitlan del Camino, camino a Huautla	
194	Veracruz		5 km E Las Vigas	8000 ft
195	Chiapas		Parque Nacional Ejidal de Tziscaco, Cuenca Chiapaneca del Río Grijalva, cercano a Comitán de las Flores	
196	Hidalgo		Cerro Jarros, 1 km E El Sotano	
197	Hidalgo		La Reforma	
198	Hidalgo		1 km E El Coyol	
199	Oaxaca		Carretera no. 175 que va de Tuxtepec a la ciudad de Oaxaca, km 72.8, Vista Hermosa	1350 msnm
200	Oaxaca		Carretera no. 175 que va de Tuxtepec a la ciudad de Oaxaca, km 80.0, Campamento de la Comisión Federal de Electricidad	1600 msnm
201	Oaxaca		Carretera no. 175 que va de Tuxtepec a la ciudad de Oaxaca, km 82.0, 2 km al sur del Campamento de la Comisión Federal de Electricidad	1570 msnm
202	Oaxaca		Carretera no. 175 que va de Tuxtepec a la ciudad de Oaxaca, km 86.0, cercanías del rancho Tarabundí	1780 msnm
203	Oaxaca		Carretera no. 175 que va de Tuxtepec a la ciudad de Oaxaca, km 102.0, 7 km al norte del Cerro Pelón	2280 msnm
204	Tamaulipas		Rancho del Cielo, about 8 kilometers northwest of Gomez Farias	1150 m
205	Tamaulipas		Alta Cima, 4 kilometers westnorthwest of Gomez Farias	1000 m
206	Tamaulipas		Rancho Viejo, eighth kilometers west of Gomez Farias	1300 m
207	Oaxaca		On a ridge that extends northward from Rancho Vicente, Colonia Rodolfo Figueroa, approximately 5 miles west of Cerro Baul	
208	Oaxaca		On the headwaters the Rio Grijalva, roughly 30 kilometers to the north and slightly to the east of San Pedro Tapanatepec, in the Distrito de Juchitan	
209	Oaxaca		6 kilometers south of Campamento Vista Hermosa	1865 m
210	Oaxaca		Yelagago	1150 m
211	Tamaulipas		Rancho del Cielo, in the eastern foothills of the Sierra Madre Oriental, 5 miles northwest of Gomez Farias	3500 feet
212	Oaxaca		Valle Nacional, approximately 25 kilometers northeast	
213	Oaxaca		Northeastern slope of the Sierra de Juarez, about 58 kilometers south of Valle Nacional on the road between Ixtlan de Juarez and Tuxtepec	
214	Oaxaca		Feet in the Sierra de Juarez, 0.7 mile northeast of Cerro Pelon	9100 feet
215	Oaxaca		Xanagua, District of Miahuatlan	6000 feet
216	Oaxaca		Cerro Pelon, lado NE	
217	Veracruz		Above Jalapa	

Id	Estado	Municipio	Localidad	Altitud
218	Chiapas	Comitan	Santa Rosa	1800-2300 m
219	Chiapas		Southeast slope of Cerro El Triunfo, Sierra Madre de Chiapas, about 13.1 km (airline) NNE Mapastepec	2020 m
220	Chiapas		Paraje El Triunfo	
221	Chiapas		El Triunfo, on trail between Mapastepec and Angel Albino Corzo	
222	Chiapas		Slopes of Cerro Mozotal	
223	Chiapas		SW slope Cerro Male, on high ridge N Cerro Mozotal, Colonia Las Salivas, 5 km SW El Porvenir	9200 ft (2804 m)
224	Chiapas		Volcan Tacana, in cloud forest on trail above Colonia Talquian	1950 m
225	Oaxaca		In the Sierra Juarez and Sierra Mixe (Cerro Zempoaltepec region), the valley of the Rio Cajones	
226	Oaxaca		16.6 km (by road) N summit on Hwy. 175, Cerro Pelon	ca. 2300 m
227	Oaxaca		Sierra Mixe, 3.1 mi [5.0 km] W Totontepec	2158 m
228	Oaxaca		Sierra Mixe, 16.1 km SW Totontepec	2438 m
229	Veracruz		The crater rim of Volcan San Martin	1637 m
230	Oaxaca		Vicinity of Cerro Baul	1500-1600 m
231	Queretaro	Jalpan de Serra	A 1.6 km al noreste de la localidad Joya del Maguey, ubicada en los alrededores de San Antonio Tancoyol	1200 msnm
232	Chiapas		Ocosingo Valley and the roads to Yajalon and Sibaca	

El siguiente mapa (figura R2.2.1) muestra las 232 localidades georreferenciadas, de las cuales 184 tienen asignada su coordenada geográfica y 48 de ellas no tuvieron elementos suficientes dentro de la descripción para asignar su coordenada.

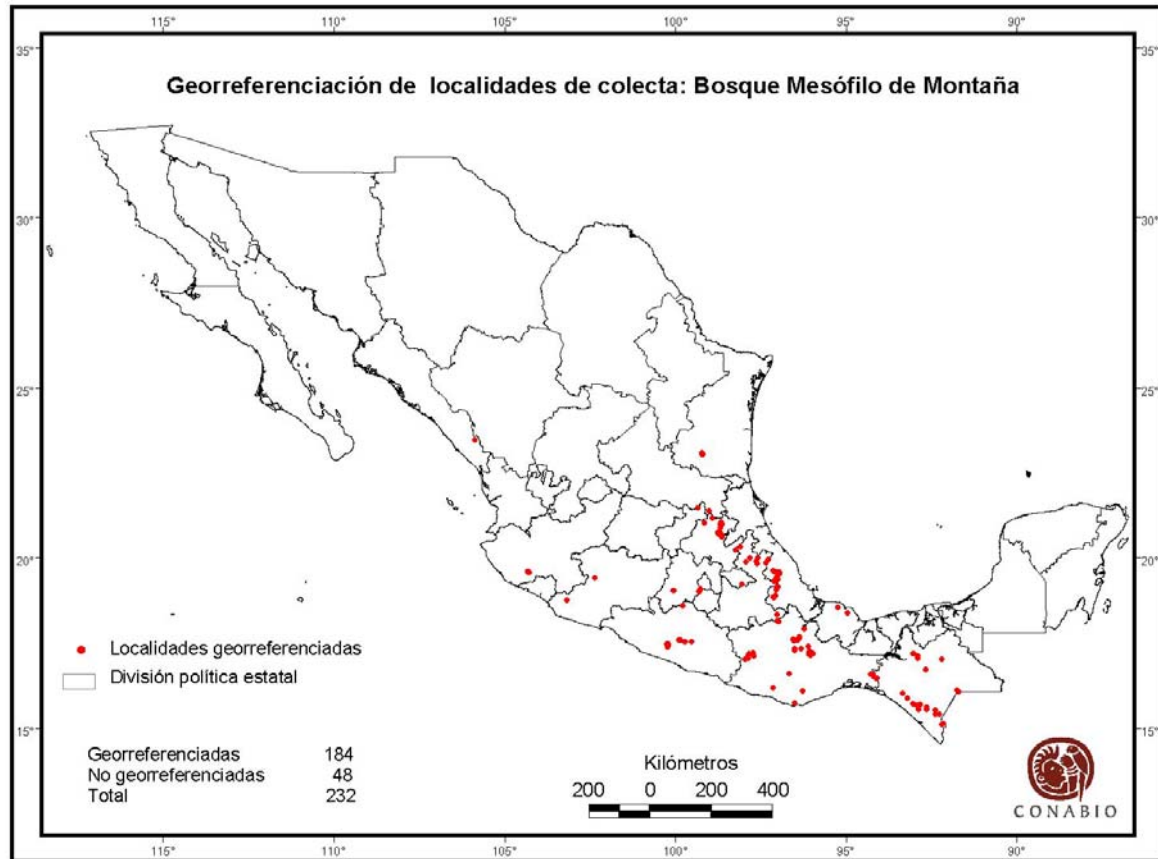


Figura R2.2.1. Mapa. Localidades georreferenciadas.

2.3. Diseño del Sistema de Información Geográfica (SIG)

Se determinó desarrollar el Sistema de Información Geográfica con programas y herramientas de código abierto (OpenSource) y hacerlo accesible a través de la nueva página Web de Geoinformación de la CONABIO. De esta forma la información estará disponible para todo el público y en especial para los tomadores de decisiones involucrados en el estudio de los bosques mesófilos de montaña de México.

Se podrá incorporar información nueva e histórica, con lo que se tendrá la posibilidad de monitorear los cambios en dichos bosques.

El sistema mostrará información general y de uso común para propósitos diversos, como división política estatal, caminos, ríos, entre otros, e información particular producto de

este proyecto, como los datos puntuales provenientes de la base taxonómico–biogeográfica y los derivados de los productos MOD14 y MOD35 de las imágenes MODIS.

La información geográfica de tipo vectorial se manejará en formato shapefile (ESRI, 1998), mientras que la información matricial será de tipo GeoTIFF (formato TIFF georreferenciado) y/o de tipo GRID de ArcInfo. La proyección será Cónica Conforme de Lambert con Datum y Esferoide WGS84 y con los siguientes parámetros cartográficos:

1. Latitud de referencia: 12° 0' 0.0"
2. Primer paralelo base: 17° 30' 0.0"
3. Segundo paralelo base: 29° 30' 0.0"
4. Meridiano central: -102° 0' 0.0"
5. Falso este: 2'500,000
6. Falso norte: 0.0

El sistema se desarrollará sobre una arquitectura técnica basada en un sistema Windows, con un servidor *Web Apache* y un servidor de aplicaciones *Java Apache Tomcat* (figura R2.3.1). El software que se utilizará para proporcionar los servicios de información geográfica será *GeoServer*.

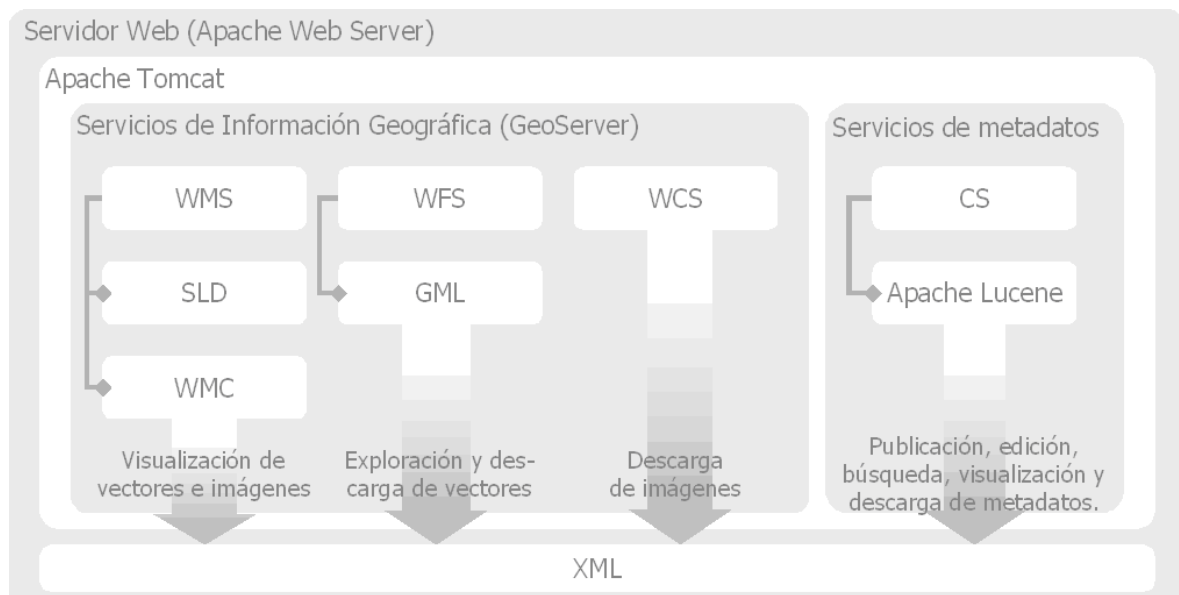


Figura R2.3.1. Diagrama del servidor Web del Sistema de Información Geográfica de la CONABIO.

La función del servidor de aplicaciones (servidor Web) será la de proporcionar los servicios y herramientas necesarias para acceder a los acervos de información geográfica. La propuesta del sistema está de acuerdo con un modelo de arquitectura orientado a servicios, e integrará:

1. Servicios de información geográfica; y
2. Servicios de búsqueda de bases de metadatos.

Los servicios de información geográfica estarán basados en las especificaciones definidas por el *Open Geospatial Consortium*; estas especificaciones serán las siguientes:

1. Web Map Service (WMS);
2. Web Feature Service (WFS);
3. Web Coverage Service (WCS);
4. Web Map Context (WMC);
5. Styled Layer Descriptor (SLD);
6. Geographic Markup Language (GML);
7. Filter Encoding (FE); y
8. Catalog Services (CS).

La página Web tendrá como objetivo ofrecer servicios de acceso a la información geográfica disponible en la CONABIO (figura R2.3.2), y de forma particular, la generada en este proyecto, con la peculiaridad de:

1. Examinar información detallada sobre la cartografía disponible, a través de los registros de metadatos;
2. Tener una vista gráfica de la información; y
3. Obtener la información en un formato adecuado, conforme a los permisos de distribución aplicables en cada caso.

Las funciones básicas de la página Web serán:

1. Visualización interactiva de cartografía;
2. Exploración de atributos;
3. Exploración de metadatos;
4. Búsqueda en metadatos;
5. Búsqueda en tablas de atributos; y
6. Descarga de cartografía, imágenes o fotografías aéreas.

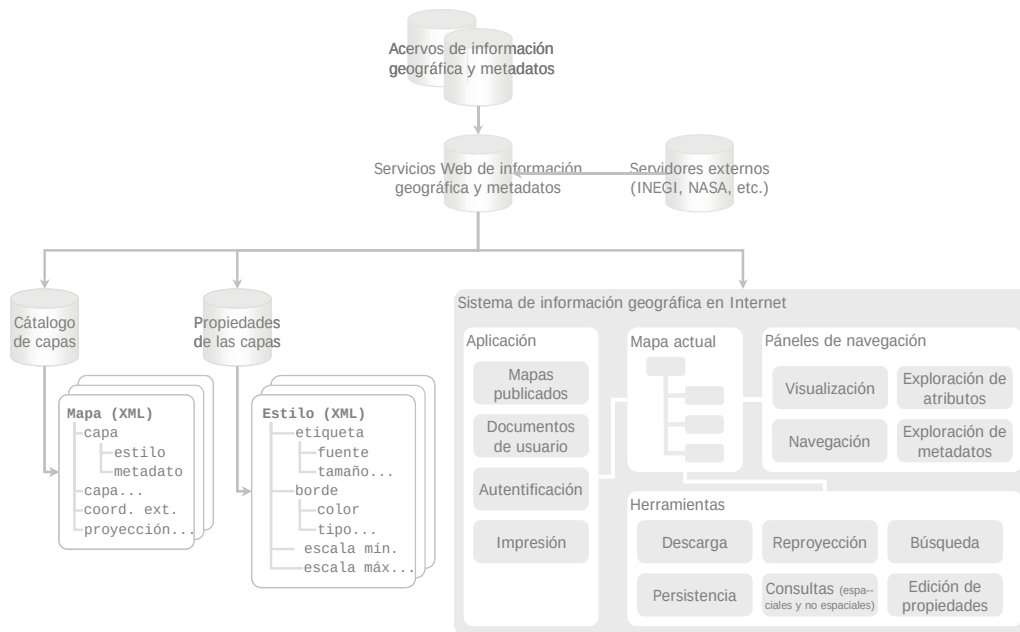


Figura R3.2.2. Diagrama de los servicios y funciones de la página Web (cliente Web).

Los resultados del diseño del SIG se presentan como la integración del servidor de aplicaciones con la página Web con el siguiente diseño de página (figura R2.3.3):

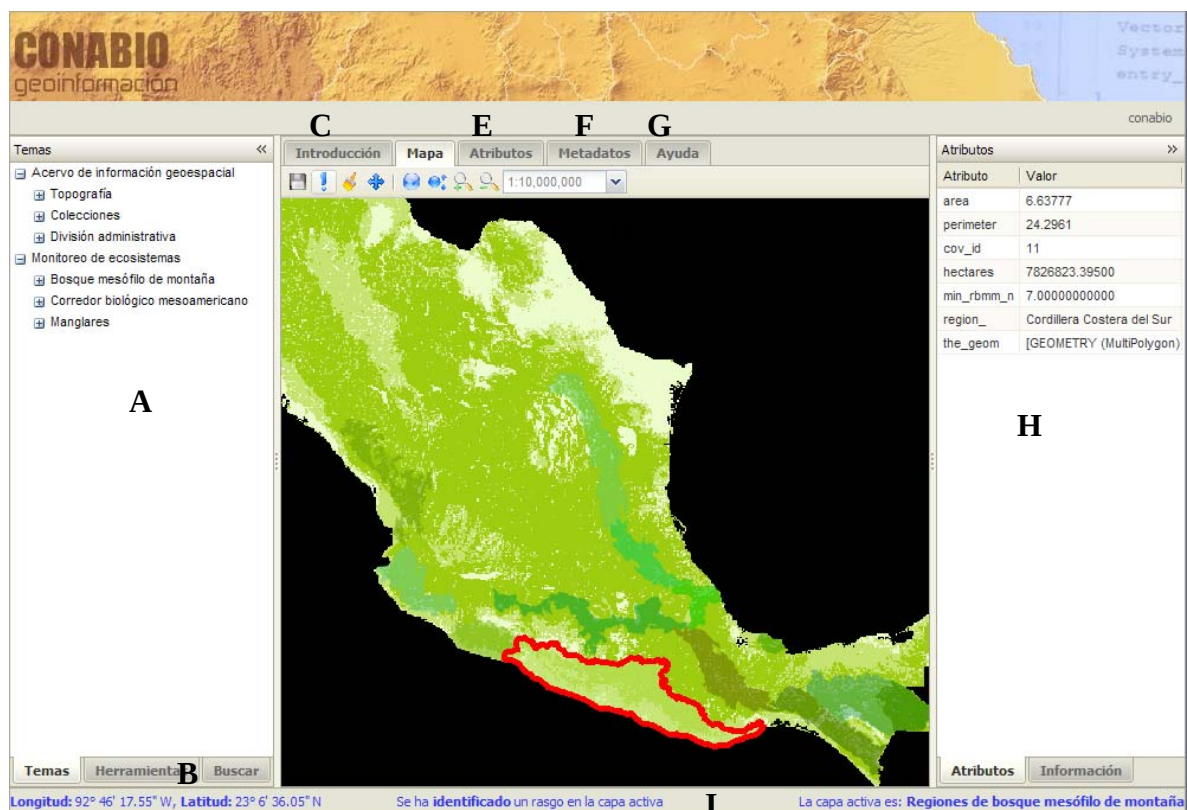


Figura R2.3.3. Esquema preliminar de la página Web.

Las funciones de la página serán accesibles a través de las siguientes secciones en la página principal de la aplicación:

A. Panel de exploración de capas:

La disposición de las capas de acuerdo a la clasificación general y las que están asociadas a proyectos específicos, se realizará de acuerdo con la asignación de un ámbito temático y palabras clave en los metadatos. Los temas y el conjunto de palabras clave estará definido en un vocabulario específico.

B. Panel de búsqueda:

Se presentarán dos opciones para realizar búsquedas:

- Por metadatos (palabra clave, tema, año, etc.)
- Por atributos (campos en las capas)

C. Panel de presentación:

En esta sección se incluirán textos de introducción, información general, restricciones legales, condiciones de uso, etc.

D. Panel de visualización y herramientas de navegación:

En esta sección se desplegará un mapa interactivo junto con herramientas específicas que solo deberían mostrarse en el contexto del propio mapa (*zoom* dinámico, medición, escala, etc.)

E. Panel para la revisión de la tabla de atributos:

En esta sección se podrá ver la tabla de atributos de las capas, junto con herramientas comunes que solo tienen sentido en este contexto (ordenación, búsqueda por campo, etc.). En este caso específico, cuando existan restricciones de acceso, podrá mostrarse un mensaje, o bien inhabilitar el panel.

F. Panel para examinar documentos de metadatos:

En esta sección se podrá acceder a la documentación detallada de la cartografía, imágenes, proyectos y mapas. También, se podrá acceder a otros tipos de documentos, a través de los metadatos como informes, tablas, gráficas e imágenes; los formatos podrán ser de tipo Word (*.doc), Excel (*.xls), GIF, TIFF y PDF.

G. Panel de ayuda:

En esta sección se pueden incluir temas auxiliares, recomendaciones de uso, requerimientos de software y hardware, etc., o bien, vínculos a servicios secundarios (solicitudes de registro, envío de comentarios, sitios Web recomendados, etc.)

H. Panel de información asociada a la capa seleccionada:

En estas secciones se desplegarán los datos de los atributos espaciales (punto, línea o polígono) consultados a través de la herramienta de información, así como los campos principales del metadato.

I. Barra de estado:

En esta sección se desplegará información como el valor de la coordenada según la posición del cursor, si se ha seleccionado algún elemento de la capa activa y el nombre de la capa activa.

Además se contará con las opciones específicas de capa, que tendrá las herramientas o comandos específicos para las capas, como descarga de cartografía o imágenes de satélite (figura R2.3.4), *zoom* a la extensión de la capa o descarga de metadatos.

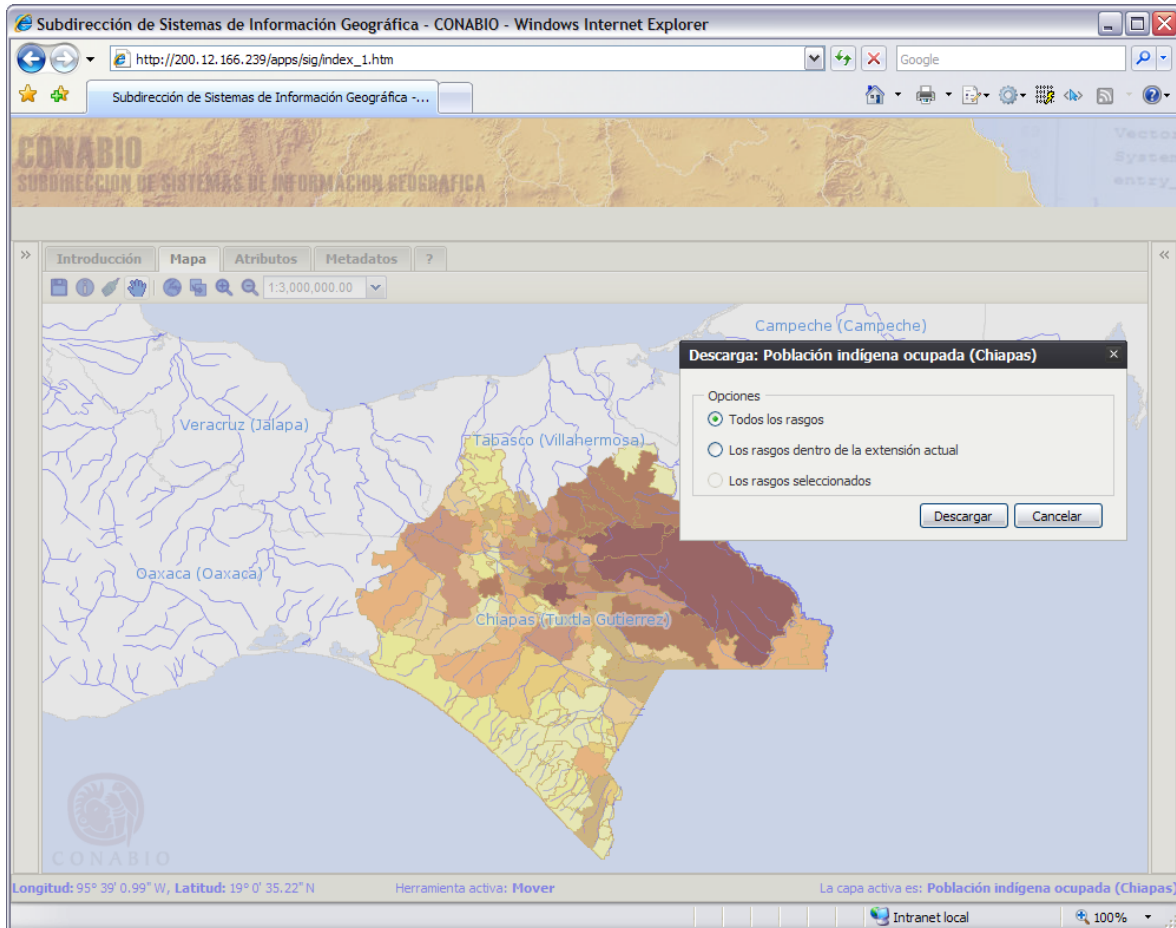


Figura R2.3.4. Ejemplificación de la herramienta de descarga de los datos geográficos (archivos shapefile).

La información descargada será almacenada en un archivo compactado en formato ZIP, que llevará el nombre del archivo *shapefile*, GeoTIFF o GRID descargado y el mismo formato. El usuario tendrá la opción de bajar el archivo completo, solo lo que se despliega en la ventana de visualización o bien el rasgo seleccionado. Además, se podrán generar archivos gráficos de tipo JPG.

El diseño (aspecto ‘visual’) de la página estará orientado a mostrar una interfaz de usuario limpia y simple; mostrando las herramientas y opciones más generales y las herramientas, comandos o utilidades específicas estarían disponible en menús contextuales o en pestañas; con objeto de aprovechar toda el área posible de la ventana del navegador para el despliegue del mapa, la tabla o los metadatos.

R3 Análisis de percepción remota para la detección indirecta de bosque mesófilo de montaña

R3.1 Compuestos anuales de nubes

Se denomina compuesto al producto generado con información proveniente de más de una imagen de satélite, el producto puede presentar una o más capas de información.

El compuesto anual de nubes esta conformado por tres capas, como se muestra en la figura R3.1:

- Capa 1 corresponde al porcentaje de días con nubes
- Capa 2 corresponde a la suma de los días observados
- Capa 3 corresponde a la suma de los días con nubes

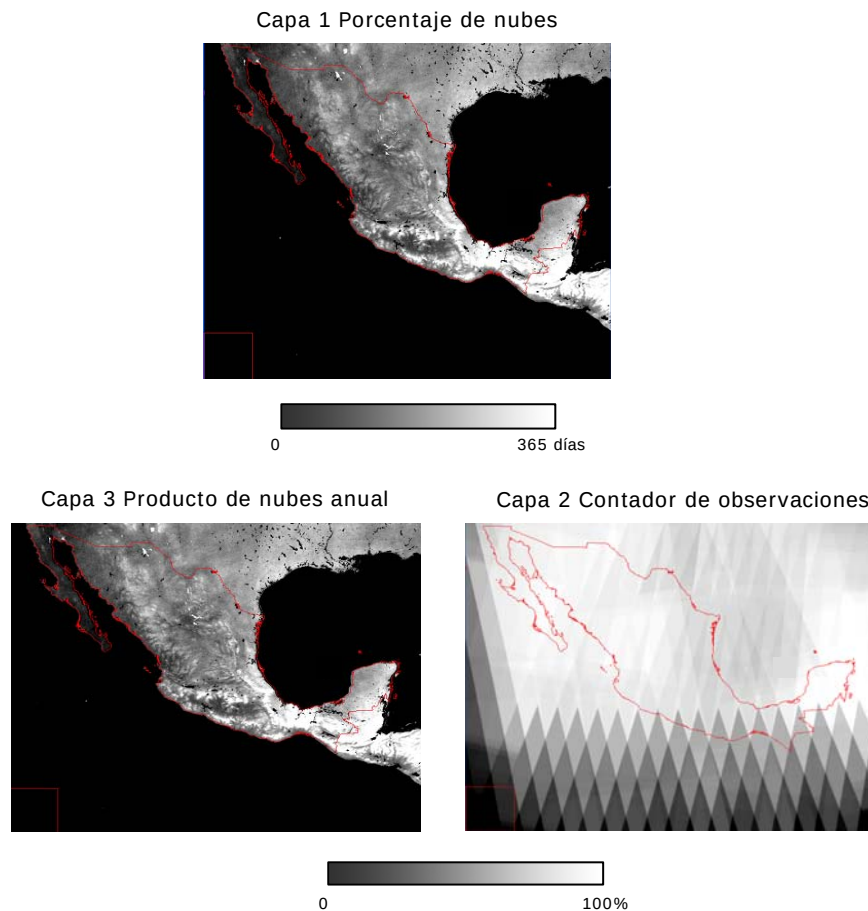


Figura R3.1 Compuesto de nubes anual con tres capas.

Los productos finales son cuatro compuesto anuales de nubes de los años 2003 a 2006, en la figura R3.2 se presentan los cuatro compuestos. Los compuestos se entregan en formato GeoTIFF (ver anexo V).

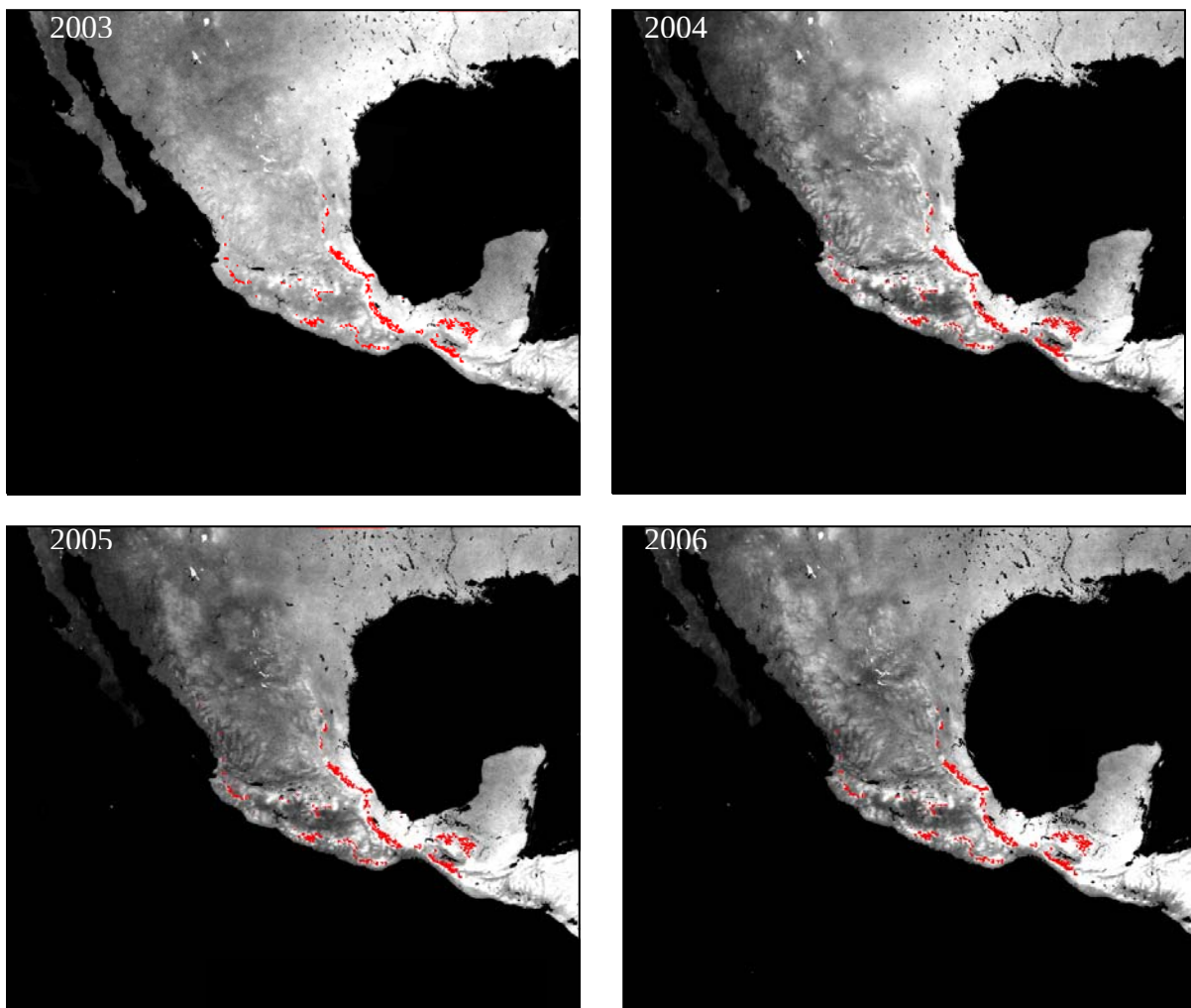


Figura R3.2 Compuesto de nubes anuales con la localización de los polígonos que representan el bosque mesófilo de montaña en color rojo, correspondientes al Inventario Nacional Forestal 2000.

3.2 Variaciones interanuales y anuales de la nubosidad

3.2.1 Variación interanual

Conforme a la figura R3.2 se observa la permanencia de la nubosidad en los principales sistemas montañosos: Sierra Madre Oriental desde la flexión en Monterrey hasta las montañas del Norte de Oaxaca, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre de Chiapas y Norte de Chiapas, la excepción es la llanura costera del Golfo de México.

Existe un mayor porcentaje de nubosidad en la vertiente de barlovento de la Sierra Madre de Chiapas hacia el océano Pacífico y de la Sierra Madre Oriental hacia el Golfo de México. Estas zonas se encuentran influenciadas por la presencia de huracanes en la temporada de verano, así como la presencia de Nortes en la costa del Golfo de México.

La presencia continua de nubes en los sistemas montañosos más importantes de México, a lo largo de los 4 años analizados, nos lleva a considerar la posible localización del BMM en dichas zonas.

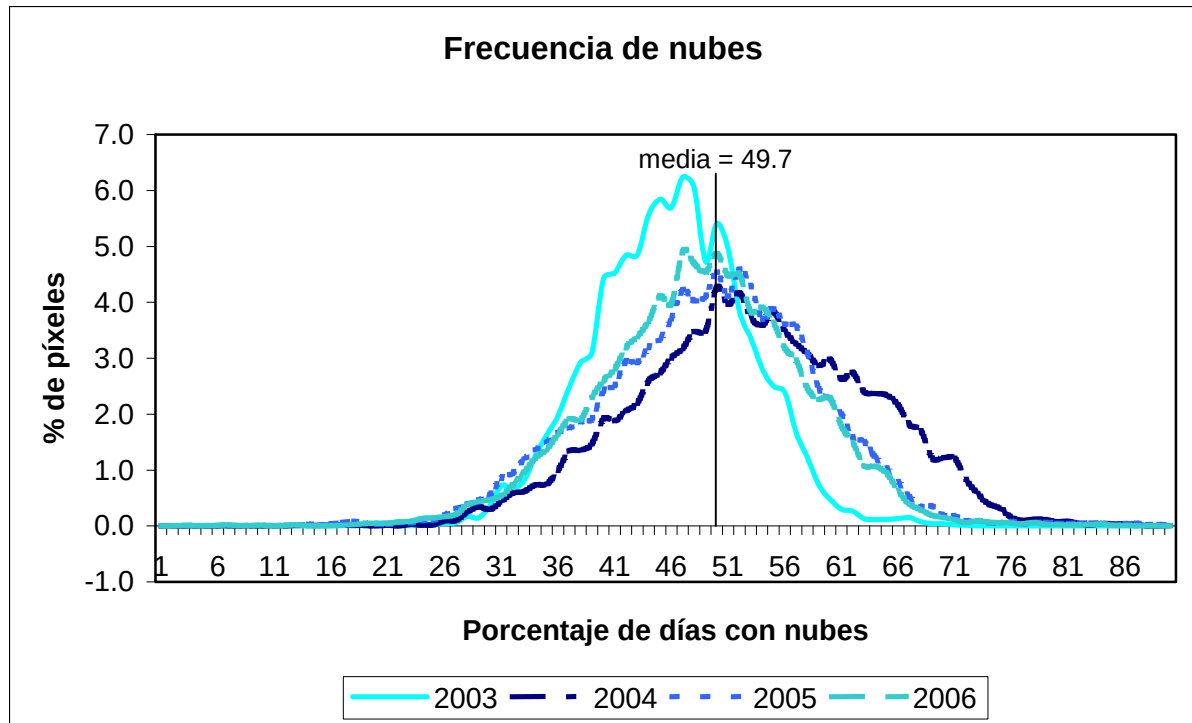
La caracterización de las nubes en BMM se presenta en las tablas R3.1 y R3.2, así como en la gráfica 3.1.

Tabla R3.1.- Estadísticas básicas de la frecuencia de días con nubes en BMM.

INF				
	2003	2004	2005	2006
Min	17	13	6	1
Max	72	87	90	86
Media	46.022	53.147	49.259	48.693
Mediana	46	53	50	49
Moda	47	50	52	47
Sts.Dev	6.737	10.218	9.664	8.986
SERIE 1				
	2003	2004	2005	2006
Min	19	12	14	5
Max	72	87	90	86
Media	46.386	53.732	50.096	49.36
Mediana	46	54	50	49
Moda	47	50	50	52
Sts.Dev	6.212	9.627	8.581	8.218
SERIE 2				
	2003	2004	2005	2006
Min	19	12	14	12
Max	72	87	90	85
Media	46.473	53.75	50.481	49.497
Mediana	47	54	51	50
Moda	47	50	50	50
Sts.Dev	6.288	9.647	8.627	8.35
SERIE 3				
	2003	2004	2005	2006
Min	19	12	13	12
Max	72	87	90	85
Media	46.326	53.394	50.001	49.001
Mediana	46	54	50	49
Moda	47	50	50	50
Sts.Dev	6.21	9.916	9.261	9.026

Tabla R3.3 Distribución de BMM en la frecuencia de días con nubes.

	Nubes			
	2003	2004	2005	2006
	Porcentaje de píxeles	Porcentaje de píxeles	Porcentaje de píxeles	Porcentaje de píxeles
INF				
Entre -1 y -3 ds	13.4	15.3	15.7	12.7
Media +-1 ds	73.5	67.7	68.9	71.6
Entre 1 y 3 ds	13.2	17.0	15.5	15.8
	100.0	100.0	100.0	100.0
Serie 1	2003	2004	2005	2006
Entre -1 y -3 ds	9.8	12.3	13.0	11.2
Media +-1 ds	70.9	65.7	69.2	70.2
Entre 1 y 3 ds	19.3	22.0	17.8	18.7
	100.0	100.0	100.0	100.0
Serie II	2003	2004	2005	2006
Entre -1 y -3 ds	10.2	12.4	12.4	11.3
Media +-1 ds	69.3	65.6	68.4	68.9
Entre 1 y 3 ds	20.5	22.0	19.2	19.8
	100.0	100.0	100.0	100.0
Serie III	2003	2004	2005	2006
Entre -1 y -3 ds	10.5	13.6	11.6	10.8
Media +-1 ds	69.8	64.6	73.1	73.0
Entre 1 y 3 ds	19.7	21.8	15.4	16.3
	100.0	100.0	100.0	100.0



Grafica R3.1.- Frecuencia de nubes en el bosque mesófilo de montaña

En la gráfica se puede apreciar el comportamiento de la frecuencia de días con nubes en BMM para los cuatro años analizados, en el eje Y se ubica el porcentaje de píxeles de BMM y en el eje X el porcentaje de días con nubes.

El comportamiento de la frecuencia de días con nubes de los 4 años es la respuesta a las condiciones de humedad registradas a escala nacional. Se identificaron dos años extremos: 2003 el cual reportó un retraso en el inicio de la estación de lluvias y el año 2004 considerado como un año húmedo debido a que se registraron precipitaciones desde el mes de enero, siendo el más húmedo de los últimos 10 años, los meses de marzo y abril (meses más secos) continuaron con el mismo comportamiento de humedad, información reportada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Los años 2005 y 2006 tuvieron un comportamiento similar, con un ligero desplazamiento del año 2006 hacia valores más bajos en la frecuencia de nubes.

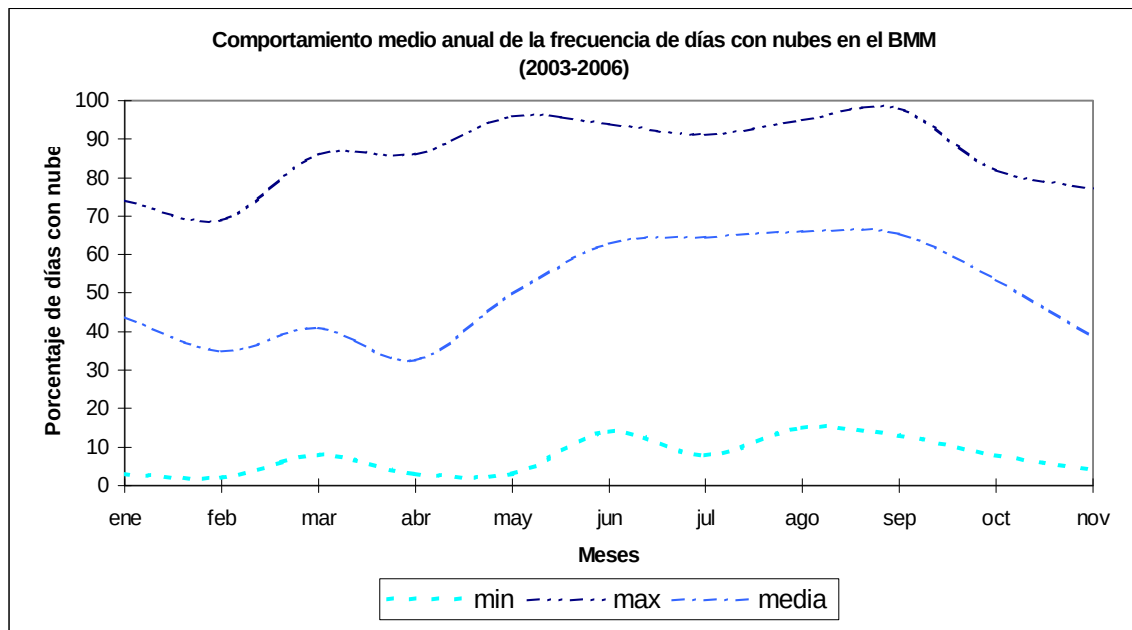
La distribución de la frecuencia de días con nubes en el BMM fue normal, por que más del 60 % de los píxeles registrados como BMM se encuentra reportados dentro región definida por la media ± 1 desviación estándar de la frecuencia día con nubes (ver tabla R3.2), los valores máximos no sobrepasan el 90% y son muy semejantes en los cuatro mapas de BMM, caso diferente en los valores mínimos donde existe mayor variación principalmente en el mapa del Inventario Nacional Forestal (ver tabla R3.1). Como se muestran en la gráfica R3.1 el BMM no reporta los porcentajes más altos de la frecuencia de días con nubes, como se esperaba. La presencia de dos años extremos seco y húmedo

y dos años regulares, mas el comportamiento normal de la frecuencia de días con nubes en el BMM, (tabla 3.2), proporcionó información para definir 3 posibles categorías:

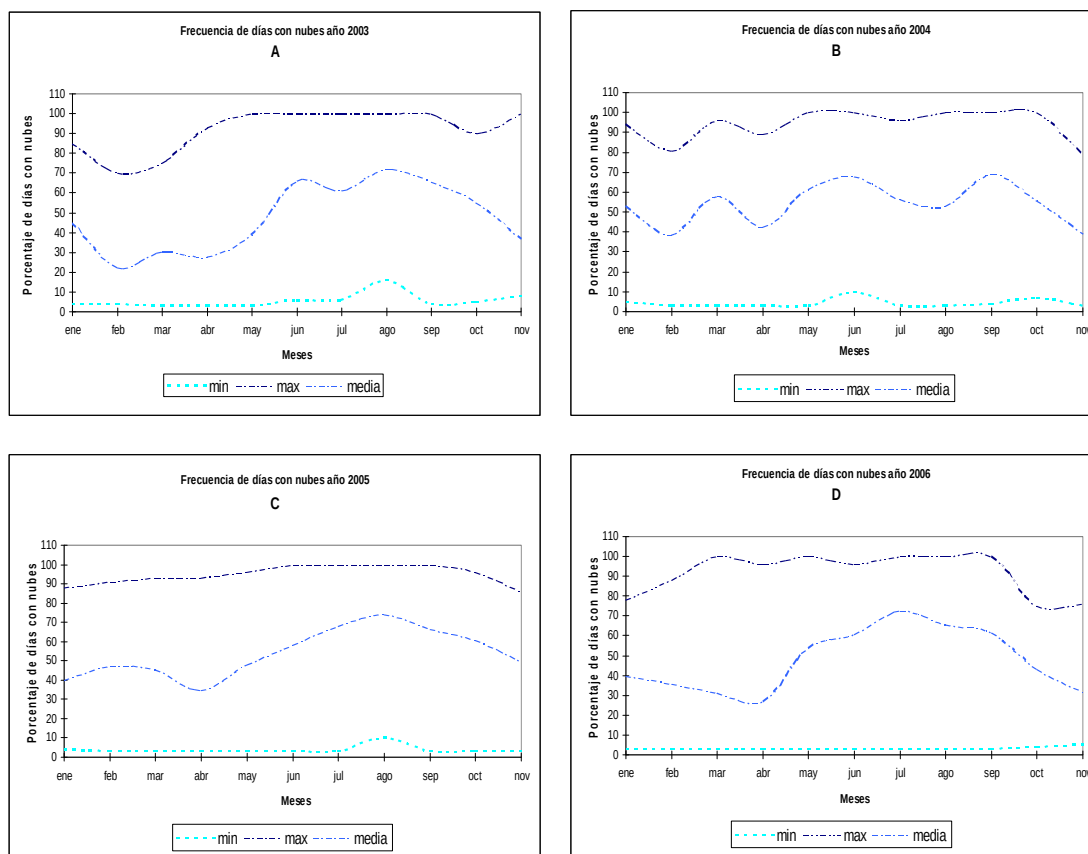
- De 39 a 63 % de días con nubes, se ubican en al área definida por la media ± 1 desviación estándar, esto ocurre aproximadamente en el 60 % de píxeles definidos como BMM.
- Más de 63 % de día con nubes, corresponde entre 1 y 3 desviaciones estándar, cubren de 15 al 22% de los píxeles definidos como BMM.
- Menos de 39 % de días con nubes, corresponde entre -1 y -3 desviaciones estándar, cubren hasta el 15 % de los píxeles definidos como BMM.

R3.2.2 Variación anual de la frecuencia de días con nubes

Las gráficas R3.2 y R3.3 muestran la variación anual de la frecuencia de nubes en los BMM.



Gráfica R3.2.- Comportamiento medio anual de la frecuencia de días con nubes en el BMM (2003 - 2006)



Grafica R3.3 Comportamiento mensual de la frecuencia de días con nubes.

Se observa claramente las dos épocas del año, la húmeda de junio a septiembre, por lo tanto mayor frecuencia de días con nubes, destacando el mes de septiembre como el mes con mayor presencia de nubes y la seca de octubre a mayo, siendo los meses con menor frecuencia de nubes febrero y abril. Los valores mínimos y máximos muestran la diferencia en la cantidad de frecuencia de días con nubes en las áreas de BMM, zonas con mayor o menor frecuencia de nubes, por ejemplo el estado de Chiapas y estado de Tamaulipas respectivamente.

Las mayores oscilaciones (diferencia entre el mes con mayor frecuencia y el mes con la menor frecuencia) se registran en los valores máximos, aproximadamente 20% de diferencia, mientras en los valores mínimos es de 13 %. Las zonas de BMM más húmedas presentan mayor cambio entre la temporada seca y la temporada húmeda, sin embargo aunque sea temporada seca el porcentaje de nubosidad es por arriba del 70 %; mientras en las zonas de BMM más secas presentan una frecuencia de nubes más constante.

Finalmente se calculó la media, considerando todos los meses de los cuatro años, para conocer el comportamiento general, en la figura R3.3 se observa la distribución espacial del BMM con la media de la frecuencia de días con nubes, así mismo se muestra los meses extremos el mes más seco (abril) y el mes más húmedo (septiembre). Los meses extremos presentan una distribución geográfica similar a la media, aunque con valores

del porcentaje más bajo o más alto, por lo tanto se considera que el comportamiento es similar en las diferentes épocas del año.

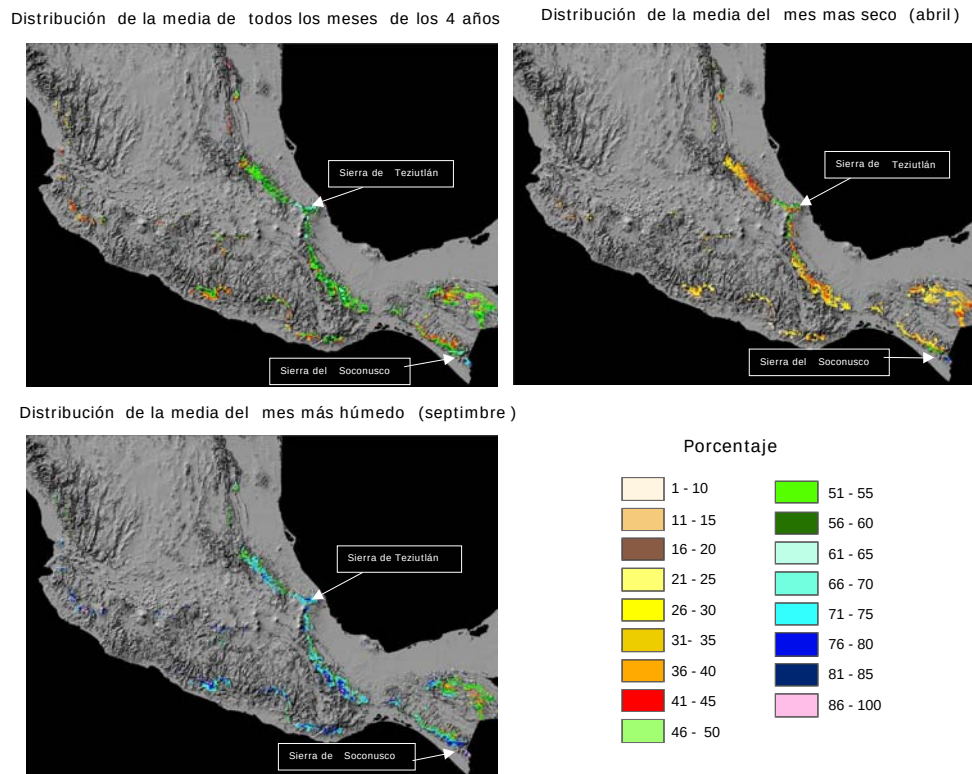


Figura R3.3 Distribución de la frecuencia de días con nubes.

La distribución geográfica del comportamiento anual de la frecuencia de días con nubes en el BMM nos permite identificar tres grande zonas:

- Zonas con mayor frecuencia de día con nubes (más del 60 %) en la Sierra del Soconusco en Chiapas y en la Sierra de Teziutlán en Veracruz.
- Zonas con una frecuencia media (41 al 60 %) localizada en la vertiente del Golfo de México, Sierra Madre Oriental, algunas zonas de la Sierra Madre del Sur y Montañas del Norte de Chiapas.
- Zonas con menor frecuencia (menos del 41 %) principalmente en la vertiente del Océano Pacífico y las partes del Eje Neovolcánico.

R3.3 Identificación de áreas potenciales

El resultado de la identificación de áreas potenciales se observan en la figura R3.4, que muestra la distribución espacial de los porcentajes encontrados, considerando el 100%

como las áreas con mayor posibilidad a presentar BMM, por que cumplen con la categoría 1 de las cuatro variables, como se observa en la tabla R3.4.

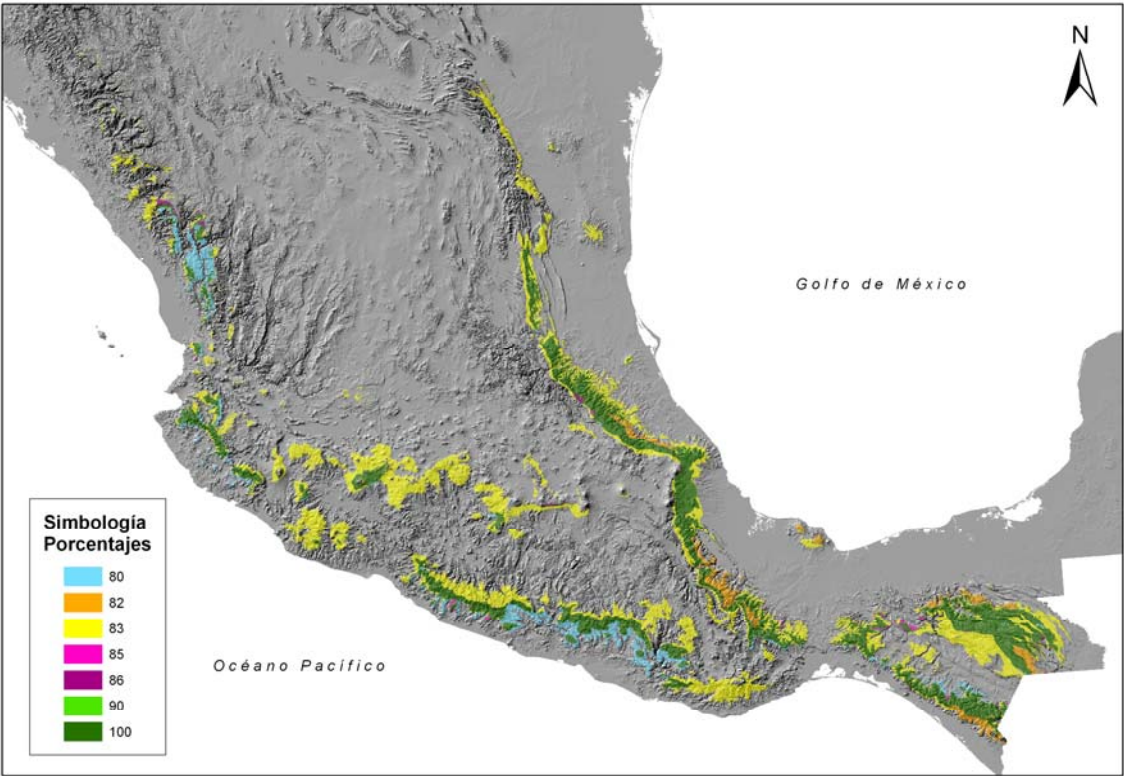


Figura R3.4 Áreas potenciales con presencia de BMM.

Tabla R3.4 Áreas potenciales con presencia de BMM y variables cumplidas

Porcentaje	Num. Píxeles	Nubes Porcentaje	MDT msnm	Temperatura °C	Precipitación mm
100	49359	39 a 63	800 a 2800	12 a 24	1500 a 3000
90	68	más 63	800 a 2800	12 a 24	1500 a 3000
86	653	39 a 63	800 a 2800	10 a 12	1500 a 3000
85	256	39 a 63	800 a 2800	24 a 28	1500 a 3000
83	52485	39 a 63	800 a 2800	12 a 24	1000 a 1500
83	13459	39 a 63	400 a 799	12 a 24	1500 a 3000
82	6448	39 a 63	800 a 2800	12 a 24	3000 a 4500
82	256	39 a 63	800 a 2800	24 a 28	1500 a 3000
80	11708	17 a 38	800 a 2800	12 a 24	1500 a 3000

A continuación se describe la distribución espacial de los porcentajes encontrados

- El porcentaje 100 se presenta en 49,359 píxeles, donde las cuatro variables nubes, altitud, temperatura y precipitación corresponden a la categoría 1, localizada

principalmente en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Montañas del Norte de Chiapas, Sierra de Chiapas.

- El porcentaje 90 se presenta en 68 píxeles, donde las variables altitud, temperatura y precipitación corresponden a la categoría 1, la de nubes corresponde a la categoría 2, (donde la frecuencia de nubes es mayor al 63 %), ubicado en pequeñas áreas de la Sierra de Soconusco y en la zona del volcán de Tacaná en el estado de Chiapas.
- El porcentaje 86 se presenta en 653 píxeles ubicados en Montañas del Norte de Chiapas donde nubes, altitud y precipitación corresponden a la categoría 1 y solo temperatura corresponde a la categoría 2.
- El porcentaje 85 se presenta en 256 píxeles ubicados en Sierra Madre del Sur y Montañas del Norte de Chiapas en donde nubes, altitud, y precipitación corresponden a la categoría 1 solo temperatura corresponde a la categoría 3.
- El porcentaje 83 se presenta en 65,944 píxeles ubicados en Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Chiapas, Sierra de Madre de Chiapas, sin embargo este porcentaje se conforma por dos combinaciones (véase figura R3.5):
 - La primera donde nubes, altitud y temperatura corresponden a la categoría 1 y precipitación a la categoría 2 de 1000 a 1500 mm, lo que nos indica menor humedad (color azul agua) y se localiza en el sotavento de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Meseta Central de Chiapas. La distribución nos indica condiciones diferentes en el BMM.
 - La segunda donde: nubes, precipitación y temperatura corresponden a la categoría 1 y altitud corresponde a la categoría 2, indica menor altitud pero mayor humedad debido a que se encuentra en el barlovento de la Sierra Madre Oriental, las Montañas del norte de Chiapas y Sierra Madre de Chiapas (color azul fuerte).
- El porcentaje 82 se presenta en 6,704 píxeles ubicados en Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Montañas del Norte de Chiapas y Sierra Madre de Chiapas y un poco en la Llanura Costera del Golfo, sin embargo también este porcentaje se conforma de dos combinaciones (véase figura R3.5):
 - La primera donde las nubes, altitud y temperatura pertenecen a la categoría uno y precipitación a la categoría tres de 3000 a 4500 mm, lo que nos indica mayor humedad en el lado de barlovento (color naranja).

- La segunda donde nubes, altitud y precipitación corresponden a la categoría uno y la temperatura corresponde a la categoría tres de 24 a 28 °C y se localiza en el Eje Neovolcánico y Sierra Madre de Chiapas (color marrón).

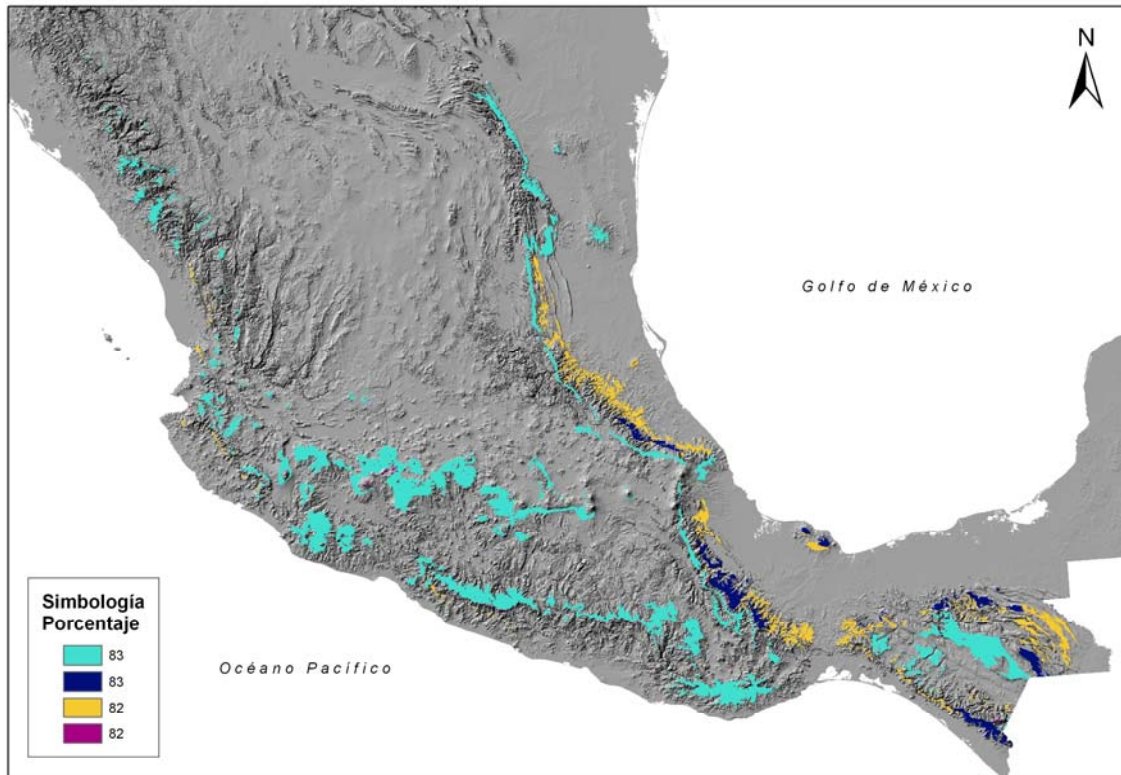


Figura R3.5 Distribución de los porcentajes 83 y 82.

Tabla R3.5 Áreas potenciales con presencia de BMM y variables cumplidas

Porcentaje	Núm. Píxeles	Nubes Porcentaje	MDT msnm	Temperatura °C	Precipitación mm
83	52485	39 a 63	800 a 2800	12 a 24	1000 a 1500
83	13459	39 a 63	400 a 799	12 a 24	1500 a 3000
82	6448	39 a 63	800 a 2800	12 a 24	3000 a 4500
82	256	39 a 63	800 a 2800	24 a 28	1500 a 3000

- El porcentaje 80 se presenta en 11708 píxeles donde la las variables altitud, temperatura y precipitación corresponden a la categoría 1 y las nubes corresponden a la categoría 3 (donde la frecuencia de nubes es menor a 38 %), ubicados en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del sur y Meseta Central de Chiapas.

R3.3 Verificación con información de campo.

Actualmente se cuentan con 313 sitios con registro de BMM en campo, provenientes del Inventario Nacional Forestal (18) realizado por la CONAFOR, puntos de verificación del mapa de uso de suelo y vegetación Serie 1 (94) y sitios georreferenciados por la CONABIO (201).

Los puntos fueron sobrepuestos en el mapa final, para realizar una evaluación del resultado, como se muestra en la figura R3.6 el 90 % de los puntos se localizaron en áreas identificadas como potenciales a la presencia de BMM, 29 puntos no coincidieron.

El 64 % de los puntos que coincidieron se encuentran en áreas que cumplen con el 100% de las condiciones de las variables, en el resto de las áreas con menor porcentaje por lo menos se registró un punto.

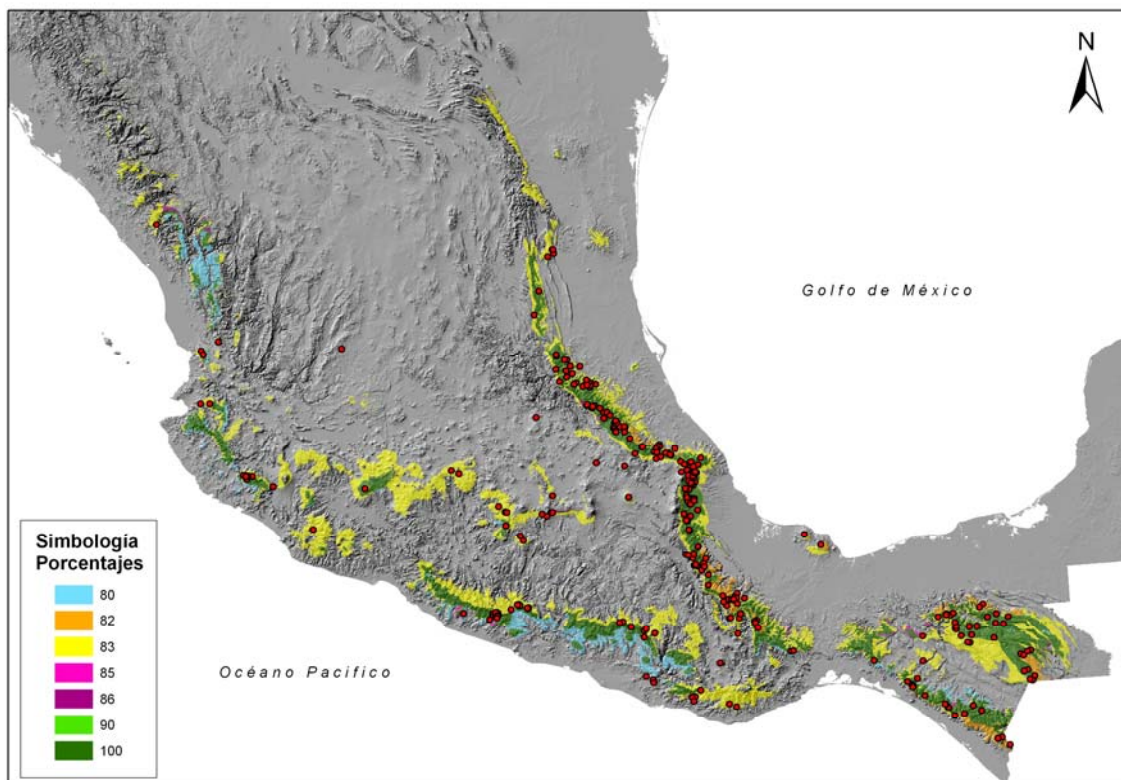


Figura R3.6 Puntos con información de campo sobre las áreas potenciales.

Discusión

Con base al resultado que hasta el momento se obtuvo en esta primera fase, con relación a la recopilación de las citas bibliográficas de estudios llevados a cabo en los BMM en México, se considera que existen numerosos y de diversos temas como listados florísticos o faunísticos, historia de vida de especies, estudios poblacionales, nuevos registros de especies, de análisis estructural de la vegetación, biogeográficos, de conservación de hábitat, de diversidad, etc. Sin embargo, también es cierto que no existen trabajos integradores de la biodiversidad a nivel Nacional de los BMM, salvo algunos trabajos regionales como el que recientemente se publicó de la Reserva de El Cielo (Sánchez-Ramos *et al.*, 2005), lo cual significó un esfuerzo de trabajo de innumerables personas y de tiempo, para la generación de datos primarios hasta su integración e interpretación, como lo lograron en dicho trabajo.

Las bases de datos siguen en fase de integración y se considera que se encuentran a un 50% para lograr su conclusión, inexactamente los tiempos calculados inicialmente para su conclusión, fueron subestimados, ya que no se consideró la gran cantidad de información existente (pero dispersa), por lo que su recopilación e integración en las bases de datos rebasó lo propuesto inicialmente.

En el presente informe se entrega la cartografía mínima que permite contar una línea base del estado y distribución del Bosque Mesófilo de Montaña en México, no obstante es necesario hacer énfasis en el hecho de que la cartografía oficial no es algo acabado ni exento de errores, que estos deben ser tomados en cuenta dentro de los análisis y que puede aumentar la calidad de los mapas si se incorporan valores de incertidumbre de los límites así como de la filiación o asignación de clase de los polígonos. Los análisis de cambios espaciales aquí presentados no son concluyentes pero permiten vislumbrar una tendencia generalizada del deterioro de este ecosistema. Queda pendiente para una futura fase la estimación más exacta de las matrices de cambio así como de las tasas de deforestación que se presentan en este tipo de comunidades. Por otro lado será necesario refinar los métodos de delimitación de las áreas potenciales de distribución ya sea mediante la utilización de cartografía más detallada y algoritmos mejor diseñados respecto a la asignación espacial de dichas superficies.

Respecto al análisis de percepción remota el periodo de visita de los satélites de Aqua y Terra sobre territorio mexicano es una limitante para un seguimiento detallado de las condiciones de nubosidad a lo largo del día, sin embargo la información obtenida proporcionó una vista general de las condiciones de nubosidad y poder definir patrones de distribución de la frecuencia de días con nubes.

La distribución encontrada mostró la necesidad de utilizar otras variables para delimitar áreas con posible presencia de BMM, como la altitud, precipitación y temperatura. Se tuvo la limitante de no contar con un mapa de evapotranspiración, a una escala cartográfica acorde con la resolución de las imágenes de satélite, variable que se considera de importancia para la generación de la nubosidad.

El resultado obtenido aún muestra grandes extensiones en México donde no solo el BMM se desarrolla sino otros tipos de vegetación.

Conclusiones

Con relación a las bases de datos, la base de datos Taxonómica-Biogeográfica y los grupos que la conforman de vertebrados terrestres (anfibios, aves, mamíferos y reptiles) y plantas vasculares (angiospermas y gimnospermas), se logró alcanzar un registro del 85% aproximadamente de la riqueza de vertebrados terrestres y un 50 % aproximadamente de plantas vasculares de los BMM a nivel nacional; en cuanto a la base de datos de citas bibliográficas muy probablemente contiene un 70 % de lo publicado para México.

Se tiene contemplado continuar con el incremento de ambas bases de datos, para lograr la consolidación de estas dos bases de datos que son indispensable para la utilización de interesados del sector académico como no académico. Por el momento la información contenida en las bases de datos no es disponible para su consulta o distribución de información contenida en ellas ya que se encuentran en un estado preliminar (aproximadamente a un 50 %); se tiene previsto concluir las en una segunda fase del proyecto para lograr el objetivo particular para el proyecto apoyar en la generación de -la línea base de información sistematizada para los bosques mesófilos de montaña de México-.

Consideramos que la cartografía entregada así como los análisis efectuados en esta fase del proyecto dan pauta a la elaboración de futuros productos que den cuenta del sentido y magnitud de los cambios en este tipo de ecosistemas tan frágiles. Es necesario por tanto hacer análisis de tasas de deforestación, modelos de cambios temporales y sentidos de estos, así como análisis de fragmentación y de conectividad para aportar información valiosa a quienes toman decisiones respecto del manejo y conservación de los Bosques Mesófilos de Montaña en México.

Los resultados obtenidos del análisis de la frecuencia de nubes nos mostraron regiones donde posiblemente puede haber la presencia de BMM, sin embargo en estas áreas existen otros tipos de vegetación que se desarrollan bajo condiciones similares. El mapa resultado ayuda a discriminar áreas donde no hay BMM, de esta forma se acota las áreas a analizar con otros tipos de imágenes para la definir su distribución.

Citas bibliográficas

- Acosta C. S. 2004. Afinidades de la flora genérica de algunos bosques mesófilos de montaña del nordeste, centro y sur de México: un enfoque fenético. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, Serie Botánica 75(1): 61-72.
- Bubb P., May I., Miles L. & Sayer J. 2004. *UNEP-WCMC Biodiversity*. Series No. 20.
- Caballero N. J., Delgado S. A., Gallegos M. M.E., González G. M., Novelo R. L. A. Y Pérez J. J. A. 1975. **Análisis Biogeográfico del bosques mesófilos de la cañada de Oyamealco, Morelos**. Instituto de Biología, UNAM, México (no publicado).
- Challenger, A. 1998. **Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2008. Georreferenciación de localidades de Colecciones Biológicas. Manual de Procedimientos. México. 177 pp. Recuperado el 14 de diciembre de 2007 de http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/Manual%20Georref_Vr1.pdf
- Douglas M.; Mejia, J.; & Killeen T. 2006. Use of MODIS and GOES imagery to help delineate the distribution of cloud forests along the eastern Andean slopes. 14th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography. Recuperado el 30 de octubre de 2007 de <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/104767.pdf>
- Giglio, L.; Descloitres, J.; Justice, C. & Kaufman, Y. 2003. An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 87:273-282.
- González-Medrano F. 2003. **Las comunidades vegetales de México**. Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat), México, D. F.
- González-Quintero L. 1974. **Tipo de vegetación de México**. En: Flores D. A., González Q. L., Álvarez T. y de Lachica F. **El escenario geográfico: Recursos naturales**. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F.
- Justice, C., Giglio, L., Boschetti, L., Roy, D., Csiszar, I., Morisette J., Kaufman, Y. 2006. **Algorithm Technical Background Document MODIS Fire Products**. Version 2.3 MODIS Science Team.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México*. 28:29-179.

- Mulligan, M. and Burke, S.M. 2005. **DFID FRP Project ZF0216 Global cloud forests and environmental change in a hydrological context**. Final Report. December 2005.
- Luna V.I.; Ocegueda S. & Alcantara O. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlalchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 59(1):31-62
- Rzedowski, J. 1978. **La vegetación de México**. Limusa, México
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.
- Sánchez-Ramos, G.; Reyes-Castillo, P. & Dirzo, R. (Eds.). 2005. **Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México**. Universidad Autónoma de Tamaulipas-Instituto de Ecología y alimentos U.A.T. Hong Kong. 693pp.
- Wieczorek, J. 2001. Georeferencing guidelines, University of California, Berkeley. C.A. Recuperado el 14 de marzo de 2003 de <http://manisnet.org/GeorefGuide.html>.

Cartografía

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad 1997 (CONABIO). **Modelo Digital del Terreno**. Escala 1:250 000. México.
- García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 1998. **Isotermas Medias Anuales**. Escala 1:1 000 000, México.
- García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. **Precipitación total anual**. Escala 1: 1 000 000. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Instituto Nacional de Ecología – Dirección de Ordenamiento Ecológico. 1999. **Datos Vectoriales de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie I**, Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – Dirección General de Geografía. 2001. **Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie II, Continuo Nacional**, Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – Dirección General de Geografía. 2005. **Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso de Suelo y**

Vegetación, Serie III, Continuo Nacional, Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)-Subsecretaría de Recursos Naturales, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)-Dirección General de Geografía (eds.) y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Instituto de Geografía (comp.). 2000. **Inventario Nacional Forestal 2000-2001**. Escala 1:250 000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Distrito Federal, México.

Anexos

Anexo I. Citas bibliográficas ingresadas en la base de datos Taxonómica-Biogeográfica

- Aguilar, R. S. H. 2000. Registro de la perdiz veracruzana o chivizcoyo (*Dendrortyx barbatus* Gould) en la sierra norte de Oaxaca, México. *Huitzil*. 1: 9-11.
- Aguilar-Rodríguez, S. & Barajas-Morales, J. 2005. Anatomía de la madera de especies arbóreas de un Bosque Mesófilo de Montaña: un enfoque ecológico-evolutivo. *Bol. Soc. Bot. México*. 77: 51-58.
- Aguilar-Rodríguez, S. 1996. **Descripción de la madera y anatomía ecológica de las especies arbóreas de un Bosque Mesófilo de México**. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 163 pp.
- Alcántara, A. O. & Vega, V. M. I. 1997. Florística y análisis biogeográfico del Bosque Mesófilo de Montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Bot.* 68(2): 57-106.
- Alcantara, A. O. 1996. **Estudio florístico y biogeografía del Bosque Mesófilo de Montaña del municipio de Tenango de Doria, Hgo., México**. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 83 pp.
- Alfaro, E. A. M. 2006. **Patrones de diversidad de mamíferos terrestres del municipio Santiago Comaltepec, Oaxaca, México**. Tesis de maestría, CIIDIR, Unidad Oaxaca, IPN. 53 pp.
- Arellanes, C. Y. 2000. **Análisis estructural de un Bosque Mesófilo de Montaña de *Ticodendron incognitum* en la Sierra Norte de Oaxaca, México**. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 83 pp.
- Arriaga-Cabrera, L. 2000. Gap-building-phase regeneration in a tropical montane cloud forest of north-eastern Mexico. *J. Trop. Ecol.* 16: 535-562.
- Arriaga-Cabrera, L. B. 1994. **Dinámica de claros y procesos de regeneración en un Bosque Mesófilo de Montaña**. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM. 279 pp.
- Arriaga-Cabrera, L. B. 2000. Types and causes of tree mortality in a tropical montane cloud forest of Tamaulipas, Mexico. *J. Trop. Ecol.* 16: 623-636.
- Baccus, J. T. 2004. Status of the bearded wood-partridge (*Dendrortyx thoracicus*): with comments on its conservation in Queretaro. *Conservation of Quail on the Neotropics*. Eitniear, J. C.; Baccus, J. T.; Dingle, S. L. & Carroll, J. P. 3: 9-12

- Baker, R. H. & Villa, R. B. 1953. Mamíferos registrados por primera vez en el estado de Hidalgo. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 16(1-4):149-150.
- Baker, R. H.; Weeb, R. G. & Stern, E. 1971. Amphibians, reptiles and mammals from north-central Chiapas. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. Ser. Zool.* 42(1): 77-86.
- Ballesteros, B. C. 2002. **Comparación entre la estructura morfométrica y la estructura trófica de una comunidad de roedores del bosque mesófilo en Omiltemi, Guerrero.** Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 100 pp.
- Blanco, M. A. M. 2001. **Análisis sucesional del Bosque Mesófilo de Montaña en El Rincón, Sierra Norte de Oaxaca.** Tesis de licenciatura, Campus FES-Iztacala, UNAM. 60 pp.
- Bonilla, R. C. R. 1999. **Estudio poblacional de roedores en un Bosque Mesófilo de Montaña en el estado de Oaxaca.** Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 91 pp.
- Briones-Salas, M.; Luna-Krauletz, M. D.; Marín-Sánchez, A. & Servín, J. 2006. Noteworthy records of two species of mammals in the Sierra Madre de Oaxaca, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 77: 309-310.
- Brodie, E. D. Jr.; Mendelson III, J. R. & Campbell, J. A. 2002. Taxonomic revision of the mexican plethodontid salamanders of the genus *Lineatriton*, with the description of two new species. *Herpetologica*. 58(2): 194-204.
- Camarillo, R. J. L. & Casas, A. G. 1998. Notas sobre la herpetofauna del área comprendida entre Zacualtipán, Hidalgo y Huayacocotla, Veracruz. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. Ser. Zool.* 69: 231-237.
- Canseco-Márquez, L. & Parra-Olea, G. 2003. A new species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from northern Oaxaca, México. *J. Herpetol.* 13: 21-26.
- Canseco-Márquez, L. & Smith, E. N. 2004. A diminutive species of *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae), of the alfredi group, from the Sierra Negra of Puebla, Mexico. *Herpetologica*. 60(3): 358-363.
- Canseco-Márquez, L.; Gutiérrez-Mayen, G. & Salazar-Arenas, J. 2000. New records and range extensions for amphibians and reptiles from Puebla, México. *Herpetol. Rev.* 31(4): 259-263.
- Canseco-Márquez, L.; Mendelson III, J. R. & Gutiérrez, M. G. 2002. A new species of large Tantilla (Squamata: Colubridae) from the Sierra Madre Oriental of Puebla, Mexico. *Herpetologica*. 58(4): 492-497.

- Castro, F. R.; Vegara, G. G. G.; Bustos, Z. M. G. & Mena, A. W. 2006. Diversidad y distribución de anfibios del estado de Morelos, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. 22(1): 103-117.
- Cervantes, A. F.; Ramírez-Vite, S. & Ramírez-Vite, J. N. 2002. Mamíferos pequeños de los alrededores del poblado de Tlanchinol, Hidalgo. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. Ser. Zool.* 73(2): 225-237.
- Cisneros, P. E. 2005. First nesting record of white-naped brush-finch (*Atlapetes albinucha*). *Huitzil*. 6: 7-8.
- Cuevas, G. R. 1994. **Flora de la Estación Científica Las Joyas, Mpio. de Autlán, Jalisco, México.** Tesis de maestría, Colegio de Posgraduados. 133 pp.
- Davis, W. B. 1944. Notes on Mexican Mammals. *J. Mammal.* 25(4): 370-403.
- Escutia, S. J. A. 2004. **Análisis estructural del Bosque Mesófilo de Montaña de Monte Grande de Lolotla, Hidalgo, México.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 98 pp.
- Espinoza, M. E.; Anzures, D. A. & Cruz, A. E. 1998. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 3: 79-94.
- Espinoza, M. E.; Cruz, E.; Lira, I. & Sánchez, I. 2004. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera "La Sepultura", Chiapas, México. *Rev. Biol. Trop.* 52(1): 249-259.
- Firschein, I. L. & Smith, H. M. 1956. A new fringe-limbed *Hyla* (Amphibia: Anura) from a new faunal district of Mexico. *Herpetologica*. 12: 17-21.
- Flores, P. L. 2001. **Estudio comparativo de la avifauna en áreas de bosque mesófilo de montaña y plantaciones de café en la Reserva Nacional Forestal La Frailescana, Chiapas, México.** Informe Final de Servicio Social, Licenciatura, UAM-X. 70 pp.
- Gallardo, R. G. & Breceda, S. C. A. M. 1985. **Análisis de la composición florística y estructura de la vegetación secundaria derivada de un Bosque Mesófilo de Montaña en Gómez Farías, Tamaulipas (México).** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 168 pp.
- Gallina, S.; Mandujano, S. & González-Romero, A. 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems*. 33: 13-27.

- García-Franco, J. G.; Martínez, B. D. & Pérez, T. M. 2001. Hummingbird flower mites and *Tillandsia* spp. (Bromeliaceae): polyphagy in a cloud forest of Veracruz, Mexico. *Biotropica*. 33(3): 538-542.
- Gómez de Silva, G. H. 1993. **Avifauna de Temascaltepec de González, Estado de México**. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 97 pp.
- Gómez de Silva, G. H. 1997. Análisis avifaunístico de Temascaltepec, Estado de México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. Ser. Zool.* 68(1): 137-152.
- Gómez de Silva, G. H.; González-García, F. & Castillas-Trejo, M. P. 1999. Birds of the upper cloud forest of El Triunfo, Chiapas, Mexico. *Ornitol. Neotrop.* 10(1): 1-26.
- González, G. F. 2005. **Dieta y comportamiento de forrajeo del pavón *Oreophasis derbianus* en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas**. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 131 pp.
- González, P. G. E. 2003. **Uso del hábitat y área de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus sinaloae* J. Allen) en la Estación Científica Las Joyas, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco**. Tesis de maestría. 66 pp.
- González-García, F. 1994. Behavior of horned guans in Chiapas, México. *Wilson Bull.* 106(2): 357-365.
- González-Ruiz, N.; Navarro-Frías, J. & Arroyo-Cabrales, J. 2002. Registros adicionales de roedores para el Estado de México, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 6: 171-175
- Gram, W. K. & Faaborg, J. 1997. The distribution of neotropical migrant birds wintering in the El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *Condor*. 99: 658-670.
- Grosselet, M. & Burcsu, T. 2005. Notas sobre las aves de Capulalpan de Méndez, Sierra Juárez, Oaxaca, México. *Huitzil*. 6: 18-24.
- Guerrero, S.; Badii, M. H.; Zalapa, S. S. & Arce, J. A. 2004. Variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la costa norte de Jalisco, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. 20(2): 145-157.
- Guzmán, H. J. & Morales-Pérez, J. E. 2005. Registros de distribución del chipe azul negro (*Dendroica caerulescens*) en Chiapas, México. *Huitzil*. 6: 11-13.
- Hanken, J. & Wake, D. B. 1994. Five new species of minute salamanders, genus *Thorius* (Caudata: Plethontidae), from northern Oaxaca, Mexico. *Copeia*. 3: 573-590.

- Hanken, J.; Wake, D. B. & Freeman, H. L. 1999. Three new species of minute salamanders (*Thorius*: Plethodontidae) from Guerrero, Mexico, including the report of a novel dental polymorphism in urodeles. *Copeia*. 4: 917-931.
- Hernández, B. B. E. 1992. **Patrones de distribución, diversidad y endemismo de las aves del bosque húmedo de montaña de Mesoamérica**. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 55 pp.
- Hernández, G. E. 1989. **Herpetofauna de la Sierra de Taxco, Gro.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 93 pp.
- Hernández, H. A. 1998. Importancia de la Reserva "El Cielo" para los mamíferos de Tamaulipas. *BIOTAM*. 10(2): 25-34.
- Hernández, P. V. 2001. **Influencia del suelo en el crecimiento de cuatro especies arbóreas a lo largo de un gradiente sucesional del Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte, Oaxaca**. Tesis de licenciatura, Campus FES-Iztacala, UNAM. 81 pp.
- Iñiguez, D. L. I. 2005. **Hábitos alimentarios de los murciélagos frugívoros en el bosque mesófilo de montaña de la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima**. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias. 123 pp.
- Jiménez, A. T. 1991. **Los mamíferos del Parque Ecológico Estatal de Omiltemi, municipio de Chilpancingo, Guerrero**. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 112 pp.
- Johnson, J. D. & Savage, J. M. 1995. . A new species of the *Eleutherodactylus rugulosus* group (Leptodactylidae) from Chiapas, Mexico. *J. Herpetol.* 29(4): 501-506.
- Lara, C. & Ornelas, J. F. 2001. Nectar "theft" by hummingbird flower mites and its consequences for seed set in *Moussonia deppeana*. *Funct. Ecol.* 15(1): 78-84.
- López, H. D. 2006. **Mastofauna del bosque mesófilo de montaña de Tenango (Municipio de Tenango de Doria, Hidalgo)**. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 109 pp.
- López, H. Ma. S. 1997. **Tendencias ecológicas en la estructura de la madera de árboles de un Bosque Mesófilo de Montaña, de Michoacán**. Tesis de licenciatura, Campus FES-Iztacala, UNAM. 80 pp.
- López, P. Y. 1995. **Inventario florístico y conocimiento estructural del Bosque Mesófilo en el municipio de Valle de Bravo, estado de México, Méx.** Tesis de licenciatura, Campus Iztacala, UNAM. 92 pp.

- López-De Buen, L. & Ornelas, J. F. 1999. Frugivorous birds, host selection and mistletoe *Psittacanthus schiedeana*, in Central Veracruz, Mexico. *J. Trop. Ecol.* 15(3): 329-340.
- Lukens, P. W. Jr. & Davis, W. B. 1957. Bats of the Mexican state of Guerrero. *J. Mammal.* 38(1):1-14.
- Luna, R. R. 1997. **Distribución de la herpetofauna por tipos de vegetación en el polígono I de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 170 pp.
- Luna, V. M. I. 1984. **Notas fitogeográficas sobre el Mesófilo de Montaña en México. Un Ejemplo en Teocelo-Cosautlan-Ixhuacán, Veracruz, México.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 144 pp.
- Luna, V. M. I., Villers, L. & Lira, L. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del Bosque Mesófilo de Montaña de Teocelo, Veracruz. *Bol. Soc. Bot. México.* 48: 35-63
- Martin, P. S. 1955. Zonal distribution of vertebrates in a mexican cloud forest. *Amer. Nat.* 89(849): 347-361.
- Martínez, A. I. 2004. **Avifauna en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Querétaro.** Informe Final de Servicio Social, Licenciatura, UAM-X. 42 pp.
- Mascarúa, L. L. E. 2000. **Reintroducción de plántulas de dos especies arbóreas en sitios degradados del Bosque Mesófilo en el Norte de Chiapas, México.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 92 pp.
- Mayorca, S. R. 2002. **Florística del Bosque Mesófilo de Montaña de Molocotlán, Hidalgo, México.** Tesis de licenciatura, Campus FES-Zaragoza, UNAM. 64 pp.
- Mayorca, S. R., Luna, V. M. I. & Alcántara, A. O. 1998. Florística del Bosque Mesófilo de Montaña de Lolocotrán, Molango-Xochicoatlán, Hidalgo, México. *Bol. Soc. Bot. México.* 63: 101-119.
- McCoy, C. J. Jr. & Van Horn, D. H. 1962. Herpetozoa from Oaxaca and Chiapas. *Herpetologica.* 18(3): 180-186.
- Meik, J. M.; Canseco-Márquez, L.; Smith, E. N. & Campbell, J. A. 2005. A new species of *Hyla* (Anura: Hylidae) from Cerro Las Flores, Oaxaca, Mexico. *Zootaxa.* 1046: 17-27.

- Mejía, D. N. R. 2003. **Análisis estructural en una parcela de una hectárea de Bosque Mesófilo de Montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur, (Oaxaca), México.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 72 pp.
- Mendelson III, J. R. & Campbell, J. A. 1994. Two new species of the *Hyla sumichrasti* group (Amphibia: Anura: Hylidae) from Mexico. *Proc. Biol. Soc. Washington*. 107(2): 398-409.
- Mendelson III, J. R. & Campbell, J. A. 1999. The taxonomic status of populations referred to *Hyla chaneque* in southern Mexico, with the description of a new treefrog from Oaxaca. *J. Herpetol.* 33(1): 80-86.
- Mendelson III, J. R. & Toal III, K. R. 1996. A new species of *Hyla* (Anura: Hylidae) from the Sierra Madre del Sur of Oaxaca, Mexico with comments on *Hyla chryses* and *Hyla mykter*. *J. Herpetol.* 30(3): 326-333.
- Múñoz, A. L. A. 1988. **Estudio herpetofaunístico del Parque Ecológico Estatal de Omiltemi, mpio. de Chilpancingo, Guerrero.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 111 pp.
- Naranjo, E. J. & Espinoza, M. E. 2001. Los mamíferos de la Reserva Ecológica Huitepec, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 5: 58-67.
- Navarro, S. A. G. 1986. **Distribución altitudinal de las aves en la Sierra de Atoyac, Guerrero.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 85 pp.
- Navarro, S. A. G. 1992. Altitudinal distribution of birds in the Sierra Madre del Sur, Guerrero, Mexico. *Condor*. 94: 29-39.
- Nieto-Montes de Oca, A. & Mendelson III, J. R. 1997. Variation in *Rhadinaea marcellae* (Squamata: Colubridae), a poorly known species from the Sierra Madre Oriental of México. *J. Herpetol.* 31(1): 124-127.
- Nieto-Montes de Oca, A. 1994. Rediscovery and redescription of *Anolis schiedii* (Wiegmann) (Squamata: Polychridae) from central Veracruz, Mexico. *Herpetologica*. 50(3): 325-335.
- Nieto-Montes de Oca, A. 2003. A new species of the *Geophis dubius* group (Squamata: Colubridae) from the Sierra de Juárez of Oaxaca, Mexico. *Herpetologica*. 59(4): 572-585.
- Olea, y W. A. V. 2002. **Caracterización del hábitat de dos especies del género *Habromys* (Muridae: Rodentia) en los bosques mesófilos de montaña de la Sierra de Taxco, Guerrero y la Sierra Mazateca, Oaxaca.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 75 pp.

- Ortega, E. J. 2000. **Análisis herpetofaunístico en diferentes tipos de habitats en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas.** Tesis de licenciatura, Campus FES-Iztacala, UNAM. 71 pp.
- Papenfuss, T. J. & Wake, D. B. 1987. Two new species of plethodontid salamanders (genus *Nototriton*) from Mexico. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. 21: 1-16.
- Parra-Olea, G.; García-París, M.; Hanken, J. & Wake, D. B. 2005. Two new species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from the mountains of northern Oaxaca, Mexico. *Copeia*. 3: 461-469.
- Ponce, U. H. E. 1991. **Sifonapterofauna (Arthropoda: Insecta) asociada a roedores en el bosque mesófilo de montaña de la Sierra de Juárez, Oaxaca: una interpretación Biogeográfica.** Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 116 pp.
- Ramírez, P. J.; Castillo, M. A.; Salame, M. A. & Castro, C. A. 2004. Características morfológicas y morfométricas de cinco especies de *Cryptotis* (Mammalia: Soricomorpha). *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. 20(2): 9-37.
- Ramírez, P. J.; Castro, C. A. & Martínez, C. M. 1991. Variación no geográfica de *Microtus quasiater* (Rodentia: Arvicolidae) con notas sobre su ecología y reproducción. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. Ser. Zool.* 62(2): 341-364.
- Ramírez, P. J.; Castro, C. A. & Salame, M. A. 2001. Los *Peromyscus* (Rodentia: Muridae) en la Colección de Mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa (UAMI). *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. 83: 83-114.
- Rebon, G. M. F. 1987. **Observación de frugivoría sobre un árbol neotropical y aspectos avifaunísticos en un bosque de niebla de Chiapas, México.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 112 pp.
- Riechers, P. A. 2004. Análisis mastofaunístico de la zona sujeta a conservación ecológica Laguna Bélgica, Chiapas, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. Ser. Zool.* 75(1): 363-382.
- Roze, J. A. 1989. New species and subspecies of coral snakes, genus *Micrurus* (Elapidae), with notes on type specimens of several species. *Am. Mus. Novit.* 2932: 1-15.
- Ruiz, J. C. A. 1995. **Análisis estructural del Bosque Mesófilo de la Región de Huautla de Jiménez, (Oaxaca), México.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 103 pp.

- Saldaña, A. M. de los A. 2001. **Dinámica y patrones de establecimiento de especies de Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco.** Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 87 pp.
- Sánchez-Cordero, V. 2001. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecol. Biogeogr.* 10: 63-76.
- Sánchez-González, L. A. & López, de A. S. 2006. El gavilán cabeza gris (*Leptodon cayanensis*) y registros adicionales del mosquero de anteojos (*Rhynchocyclus brevirostris*) en Hidalgo, México. *Huitzil.* 6: 27-29.
- Sánchez-Ramos, G. & Reyes-Castillo, P. 2006. Emergencia y técnicas de captura del barreno del encino *Pantophthalmus rosei* (Enderlein) (Diptera: Pantophthalmidae) en la Reserva de la Biósfera "El Cielo". *Acta Zool. Mex. (n.s).* 22(002): 45-56.
- Sánchez-Ramos, G. 2001. **Estudio de la interacción planta-herbívoro en el Bosque Mesófilo de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México.** Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM. 156 pp.
- Sánchez-Ramos, G.; Dirzo, R. & Balcázar-Lara, M. A. 1999. Especificidad y herbivoría de Lepidoptera sobre especies pioneras y tolerantes del Bosque Mesófilo de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México. *Acta Zool. Mex. (n.s).* 78: 103-118.
- Soler-Frost, A.; Medellín, R. A. & Cameron, G. N. 2003. *Pappogeomys bulleri*. *Mammalian species.* 717: 1-3.
- Suárez, G. A. L. 1998. **Germinación y crecimiento de encinos en ambientes inducidos por la fragmentación del Bosque Mesófilo en Veracruz.** Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 89 pp.
- Téllez-Girón, G.; Medoza-Durán, A. & Ceballos, G. 1997. Registros notables de mamíferos del oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología.* 2: 97-100
- Toal III, K. R. 1994. A new species of *Hyla* (Anura: Hylidae) from the Sierra de Juárez, Oaxaca, Mexico. *Herpetologica.* 50(2): 187-193.
- Toledo, A. E. 2006. **Características de protección cuticular contra la radiación UV-B de cuatro especies arbóreas de Bosque Mesófilo de Montaña, a lo largo de un gradiente altitudinal, en la región de la Chinantla, Sierra Norte de Oaxaca.** Informe Final de Servicio Social, Licenciatura, UAM-X. 41 pp.
- Townsend, P. A.; Escalante, P. P. & Navarro, S. A. G. 1992. Genetic variation and differentiation in mexican populations of common Bush-tanagers and Chesnut-capped brush-finches. *Condor.* 94: 244-253.

- Ustach, P. C.; Mendelson III, J. R.; McDiarmid, R. W. & Campbell, J. A. 2000. A new species of *Hyla* (Anura: Hylidae) from the Sierra Mixes, Oaxaca, Mexico, with comments on ontogenetic variation in the tadpoles. *Herpetologica*. 56(2): 239-250.
- Vargas, A. Y. A. 1982. **Análisis florístico y fitogeográfico de un Bosque Mesófilo de Montaña en Huayacocotla, Ver.** Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 105 pp.
- Vargas, C. J. A. & Hernández, H. A. 2001. Distribución de la mastofauna en la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Acta Zool. Mex. (n.s)*. 82: 83-109.
- Vázquez, L. B.; Medellín, R. A. & Cameron, G. N. 2000. Population and community ecology of small rodents in montane forest of western México. *J. Mammal.* 81(1): 77-85.
- Vidal-López, R.; Horvát, A. & Vázquez-Bautista, D. 2005. Registro nuevo de *Neotoma mexicana vulcani* (Rodentia: Muridae) para México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 76(2): 253-256.
- Wake, D. B. & Campbell, J. A. 2001. An aquatic plethodontid salamander from Oaxaca, Mexico. *Herpetologica*. 57(4): 509-514
- Watson, D. M. 2003. Long-term consequences of habitat fragmentation-highland birds in Oaxaca, Mexico. *Biol. Conservation*. 111: 283-303.
- Webb, R. G. & Baker, R. H. 1969. Vertebrados terrestres del suroeste de Oaxaca. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. Ser. Zool.* 40(1): 139-152.

Ib. Mapa con los sitios de colecta en el Bosque Mesófilo de Montaña para México con los que cuenta actualmente la base de datos Taxonómica-Biogeográfica.



Fuente: citas bibliográficas.

Ic. Cartas aval de los revisores externos



**Laboratorio de Vertebrados,
Departamento de Biología Comparada
Facultad de Ciencias, UNAM
Tel. 56224913**

México, D. F. a 5 de diciembre del 2007

M. en C. Ma. del Carmen Vázquez Rojas
Programa de Restauración y Compensación Ambiental
Directora Técnica de Evaluación de Proyectos.
P r e s e n t e.

Asunto: Carta aval del listado final de Vertebrados Terrestres del proyecto EQ007 (I Fase)

Por medio de la presente, me permito extender mi apoyo, para que de ser posible, se continúe la fase II del proyecto: **EQ007 "Sistema de información sobre Bosque Mesófilo de Montaña de México para apoyo en programas de restauración"**.

Lo anterior se hace en virtud de que durante mi compromiso como asesor externo del proyecto en su fase I, he podido constatar que el listado faunístico que he revisado (de vertebrados terrestres) ha permitido que en un año, se pueda integrar la información, que en algunos casos, se encuentra muy dispersa y en otros, hay que actualizar nomenclatura taxonómica; sobre los taxones y sobre la información biogeográfica de los vertebrados terrestres distribuidos en el Bosque Mesófilo de México.

Desde mi punto de vista, lograron alcanzar el registro de un 85% aproximadamente de la riqueza de taxones de vertebrados con distribución en este ecosistema; por lo que no esta de mas puntualizar que el proyecto en esta fase contiene información sistematizada de gran importancia para taxónomos, biogeógrafos, ecólogos, conservacionistas, etc., de los cuatro grupos considerados (Anfibios, Aves, Reptiles y Mamíferos).

Noviembre 10, 2007

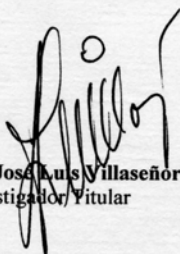
M. en C. María del Carmen Vázquez Rojas
Directora General Adjunta de Evaluación de Proyectos
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903
Col. Parques del Pedregal, 14010 Tlalpan, D. F.
Presente

Asunto: Carta aval de la revisión de la lista de especies de plantas vasculares del proyecto EQ007 (Fase I)

Por este conducto informo a Ud. que he revisado la lista de nombres de las especies de plantas vasculares del proyecto **EQ007 "Sistema de información sobre Bosque Mesófilo de Montaña para apoyo en programas de restauración (Fase I)"** y creo que ha tenido un logro destacado en la incorporación de información florístico-taxonómica de este importante grupo de organismos. Todas mis observaciones y críticas han sido atendidas y discutidas para su mejor comprensión y claridad.

Considero que haber incorporado en un año información para más de 2,000 especies no es tarea fácil, considerando que autoridades como el Dr. Jerzy Rzedowski estiman que para este tipo de vegetación existen unas 2,500 especies. Sin embargo, estimo importante que el proyecto sea apoyado en fases subsecuentes, pues estimaciones más recientes sugieren la existencia de más de 4,000 especies para el bosque mesófilo de montaña. Por lo tanto, cuando se cubran los objetivos del proyecto, que es integrar un cuerpo de información (que será útil para muchos grupos interesados en esta comunidad vegetal, tanto del sector académico como no académico) sobre su biodiversidad, tendremos un producto de gran importancia, no nada más para la CONABIO, sino para muchos interesados más del país y del extranjero.

Sin otro particular, me despido con un cordial saludo.



Dr. José Luis Villaseñor Ríos
Investigador Titular

IV. Mapas y metadatos

A continuación se muestra una relación de la cartografía y metadatos que se entregan, en formato digital, junto con el presente reporte.

- a) **Mapa digital de los sitios de recolecta de flora y fauna de la base de datos taxonómico – biogeográfica (doceavo mes).** Se entrega una *geodatabase* [[sitos_recolecta.mdb](#)] que contiene tres capas diferentes ([eq007pun_ccl.shp](#) , [eq007lin_ccl.shp](#) y [eq007pol_ccl.shp](#)) que corresponden a cada uno de los tipos de geometría existentes, una de puntos, otra de líneas y una mas de polígonos. Las tres capas están vinculadas con una tabla dentro de la *geodatabase* (tabla [ejemplar](#)) mediante una relación permanente entre tablas (*Relate*) que permite consultar directamente los ejemplares pertenecientes al rasgo seleccionado. Se anexa la tabla ejemplar también dentro de una de datos ([eq007_rel.mdb](#)) para poder levantar las relaciones en otros sistemas de información geográfica. Cabe mencionar que los metadatos se refieren a cada uno de los mapas y debido a que estos solamente están relacionados con la base taxonómica el perfil de datos biológicos no aplica al metadato de los mapas (es decir, el apartado de nominado: ‘CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS’ no se entrega en ninguno de los tres metadatos [eq007pun_ccl.doc](#) , [eq007lin_ccl.doc](#) y [eq007pol_ccl.doc](#)). No obstante, la información taxonómica de cada ejemplar está perfectamente documentada y forma parte central de la base de datos en Biótica entregada por la Subdirección de Inventarios Bióticos (SIB) dentro de este mismo informe final. Tanto las restricciones de la información contenida en el mapa así como la calidad y cantidad de los datos taxonómicos y geográficos son responsabilidad de la SIB.
- b) Mapa digital de los sitios de recolecta georreferenciados y reporte técnico. Se entrega un mapa de puntos denominado [geo_bmm.shp](#) así como sus respectivos metadatos, llamados [metadato_bmm_revisa.doc](#). También se incluye el reporte técnico en formato .doc denominado [reporte_georreferenciacion.doc](#). Debido a que el resultado de la georreferenciación es entregado en sistema de coordenadas geográfico, creímos pertinente no proyectar los datos a Conica Conforme de Lambert. Se incluyen tanto los parámetros cartográficos del mapa dentro del metadato así como el archivo .prj del mismo mapa digital.
- c) Se entregan, junto con sus respectivos metadatos, los mapas digitales de los polígonos de bosque mesófilo de montaña de los Conjuntos de Datos Vectoriales de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación, Series II ([usv250ks2ccl.shp](#) y [usv250ks2ccl.doc](#)) y III ([usv250ks3ccl.shp](#) y [usv250ks2ccl.doc](#)) (INEGI, 2001 y 2003) así como del Inventario Nacional Forestal 2000 (SERMARNAP *et al.*, 2000), todos a escala 1:250 000. ([ifn2k250kc.shp](#) e [ifn2k250kc.doc](#)).
- d) Mapa digital de los cambios de superficie y estado entre los datos del Inventario Nacional Forestal y la Serie III, escala 1:250 000 ([mvinfs.shp](#) y [mvinfs.doc](#)).
- e) Mapa digital de las diferencias en extensión de los bosques mesófilos de montaña entre la Serie II, Serie III e Inventario Nacional Forestal, escala 1:250 000 ([mv3_cl20.shp](#) y [mv3_cl20.doc](#)

- f) Análisis comparativo entre datos estáticos (mapas de uso de suelo y vegetación) y dinámicos (productos derivados de los análisis de datos de percepción remota). Los mapas a comparar son el resultado de intersectar el mapa de predicción por nubes de la coord. PR/Geomática/Bioinformática/Conabio contra serie III ([predc_s3.shp](#) y [predc_s3.doc](#)) y mapa de áreas de presencia de BMM en INEGI SII, INEGI SIII e INF2k ([predcbmm_s3.shp](#) y [predcbmm.doc](#)). Adicionalmente se efectuó la comparación entre el mapa de vegetación primaria del INEGI contra mapa de áreas de presencia de BMM en INEGI SII, INEGI SIII e INF2k ([vpbmmcoa_s3.shp](#) y [vpbmmcoa.doc](#)).

V. Lista de productos de nubes

Se entrega el resultado de los productos de compuestos de nubes de la siguiente manera:

1.- Cuatro archivos geotiff con el compuesto de nubes con tres capas:

- productos de nubosidad anual
- porcentaje de días con nubes
- contador de observaciones

Los datos proporcionados en las capas: producto de nubosidad anual y contador de nubes tienen valores entre 0 y 365, por lo tanto el tipo de dato de los archivos es flotante.

2.- Cuatro archivos geotiff con la capa de porcentaje de días con nubes, con el tipo de dato de 8 bits, con la finalidad de visualizar el producto en software como arcmap o arcview.

Documentación de archivos

Nombre del archivo	Descripción	Tipo de dato
CN_A_2003.doc	Metadato de compuesto anual de nubes del año 2003	
cn_a_2003.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
cn_a_2003.tif	Información del compuesto anual de nubes del año 2003	Flotante
CN_A_2004.doc	Metadato del compuesto anual de nubes del año 2004	
cn_a_2004.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
cn_a_2004.tif	Información del compuesto anual de nubes del año 2004	Flotante
CN_A_2005.doc	Metadato del compuesto anual de nubes del año 2005	
cn_a_2005.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
cn_a_2005.tif	Información del compuesto anual de nubes del año 2005	Flotante
CN_A_2006.doc	Metadato del compuesto anual de nubes del año 2006	
	Tamaño píxel y coordenadas de	

Nombre del archivo	Descripción	Tipo de dato
cn_a_2006.tfw	origen	
cn_a_2006.tif	Información del compuesto anual de nubes del año 2006	Flotante
nubes_2003.doc	Metadato de la capa de porcentaje de días con nubes del compuesto anual de nubes del año 2003	
nubes2003.tif	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
nubes2003.tif	Información de la capa de porcentaje de días con nubes del compuesto anual de nubes del año 2003	8 bit
nubes_2004.doc	Metadato de la capa de porcentaje de días con nubes del compuesto anual de nubes del año 2004	
nubes2004.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
nubes2004.tif	Información de la capa de porcentaje de días con nubes del compuesto anual de nubes del año 2004	
nubes_2005.doc	Metadato de la capa de porcentaje de días con nubes del compuesto anual de nubes del año 2005	8 bit
nubes2005.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
nubes2005.tif	Información de la capa de porcentaje del compuesto anual de nubes del año 2005	
nubes_2006.doc	Metadato de la capa de porcentaje de días con nubes del compuesto anual de nubes del año 2006	8 bit
nubes2006.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
nubes2006.tif	Información de la capa de porcentaje de días con nubes del compuesto anual de nubes del año 2006	8 bit

3.- Cuatro archivos geotiff con el compuesto anual del porcentaje de días con nubes por mes de los años 2003, 2004, 2005 y 2006.

Un archivo geotiff con el compuesto anual del porcentaje de días con nubes por mes del periodo 2003-2006.

Nombre del archivo	Descripción	Tipo de dato
Compuesto_anual_por_mes_2003.doc	Metadato del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del año 2003	
2003_anual_meses.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	

Nombre del archivo	Descripción	Tipo de dato
2003_anual_meses.tif	Información del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del año 2003	8 bit
Compuesto_anual_por_mes_2004.doc	Metadato del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del año 2004	
2004_anual_meses.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
2004_anual_meses.tif	Información del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del año 2004	8 bit
Compuesto_anual_por_mes_2005.doc	Metadato del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del año 2005	
2005_anual_meses.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
2005_anual_meses.tif	Información del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del año 2005	8 bit
Compuesto_anual_por_mes_2006.doc	Metadato del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del año 2006	
2006_anual_meses.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
2006_anual_meses.tif	Información del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del año 2006	8 bit
Compuesto_anual_por_mes_2003_2006.doc	Metadato del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del periodo de 2003 a 2006	
2003_2006_anual_meses.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
2003_2006_anual_meses.tif	Información del compuesto anual de porcentaje de días con nubes por mes del periodo de 2003 a 2006	8 bit

4 .- Un archivo geotiff con el compuesto anual de la media del porcentaje de días con nubes por mes del periodo 2003-2006.

Nombre del archivo	Descripción	Tipo de dato
Compuesto_anual_2003_2006_media.doc	Metadato del compuesto anual de la media del porcentaje de días con nubes por mes del periodo	

Nombre del archivo	Descripción	Tipo de dato
	2003-2006	
2003_2006_anual_meses_media.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
2003_2006_anual_meses_media.tif	Información del compuesto anual de la media del porcentaje de días con nubes por mes del periodo 2003-2006	8 bit

5.- Un archivo geotiff con las áreas potenciales de presencia de BMM

Nombre del archivo	Descripción	Tipo de dato
Areas_potenciales.doc	Metadato de las áreas potenciales	
Areas_potenciales.tfw	Tamaño píxel y coordenadas de origen	
Areas_potenciales.tif	Información de las áreas potenciales	8 bit