



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
POSGRADO EN GEOGRAFÍA  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

**DISTRIBUCIÓN Y CAMBIO DE COBERTURA DEL BOSQUE  
HÚMEDO DE MONTAÑA DE MICHOACÁN, MEXICO**

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:  
**CARLOS ENRIQUE DOBLER MORALES**

TUTORES

JEAN FRANÇOIS MAS CAUSSEL  
CIGA-UNAM

MANUEL MENDOZA CANTÚ  
CIGA-UNAM

MÉXICO, D.F. ENERO 2013

Agradezco al proyecto DGAPA-PAPIIT IN111811 “Dinámica espacio temporal del bosque mesófilo de montaña del Sistema Volcánico Transversal en el estado de Michoacán bajo un enfoque de paisaje” por su apoyo financiero en la realización de esta tesis.

Agradezco a CONACYT por la beca otorgada en el transcurso de mi maestría.

# Agradecimientos

A mis tutores Jean François Mas y Manuel Mendoza, por su valiosa orientación en la compleja y a veces difusa geografía; por compartir conmigo su tiempo, lecciones y experiencia.

A mis sinodales Diego Pérez, Erna López por sus comentarios e interés en mi trabajo, y en especial al buen cordobés Adrián Ghilardi por sus palabras esperanzadoras en el mundo del píxel.

A mis nuevos amigos de maestría: Ana, Yunuen, Abe, Jerry, Bety, Lupita, Laura, y en especial a Yuri y Camilo. Por los memorables asados y la omnipresente charanda.

Otras nuevas misceláneas adquisiciones: a Boni y nuestra caballeriza; a Dani y el insistente mate; a la avanzada europea de reconquista: Gonzalo, Iván y Jaime; al crack de Berna, Ramón, por dignificar al Vikingos F.C.; a Brian y su recurrencia doñaahermiana; y a Espe por las lecciones sobre el uso correcto del castellano...molas mazo.

Al Diego y al Pelón, por apadrinarme en la indomable Morelia.

A Adriana, por los maratones de Soy tu fan.

Mención especial para Pedro Urquijo, por la Mansión, por la parroquia de Zacarías, por los préstamos bibliotecarios, y en especial, por su fé en mi proyecto.

Ya de paso, a los amigos de Querétaro y el D.F., siempre ahí.

A mi familia, y en especial a mis papás Carlos y Gabriela. Aunque elegí esta "inestable" profesión, llegar a casa y ser recibido con su certeza en mi éxito, será siempre mi mejor recompensa (...y tu comida ma). Gracias eternas por su apoyo.

Por último, expreso mi enorme orgullo por pertenecer a aquella institución que en muchos sentidos representa lo mejor de México: la UNAM. Gracias a ella y a mi raza, mi espíritu habla. Agradezco al CIGA y a todos su integrantes, por hacer de mi maestría una etapa de importante conocimiento y formación, pero también una etapa de muy grata y feliz convivencia.

# Índice

<b>Resúmen</b> .....	1
----------------------	---

## **Capítulo 1:** Introducción general

1. Deforestación de los bosques templados de México.....	2
1.1 Causas de la deforestación.....	2
1.2 Consecuencias de la deforestación.....	4
2. Modelos espaciales: ¿cómo pueden contribuir en la conservación de los bosques?.....	4
2.1 ¿Qué es un modelo espacial?.....	4
2.2 El papel de SIGs y PR en la construcción de modelos espaciales .....	5
2.3 El potencial de los modelos espaciales en la conservación de bosques.....	5
2.4 Las limitantes.....	6

## **Capítulo 2:** Clasificación fuzzy por objetos para modelar la distribución espacial del bosque húmedo de montaña de Michoacán, México

Resúmen.....	9
Introducción.....	9
Zona de estudio.....	11
Método.....	11
1. Materiales .....	11
2. Modelo de distribución.....	13
3. Validación.....	16
4. Cálculo de la superficie de BHM.....	18
Resultados.....	18
1. Selección de capas de información.....	18
2. Evaluación de las funciones de pertenencia: modelo espectral+auxiliar .....	18
3. Cálculo de la superficie de BHM.....	20
Discusión.....	21
Conclusiones.....	24

## **Capítulo 3:** Cambio de cobertura del bosque húmedo de montaña de Michoacán, México

Resúmen.....	26
Introducción.....	26
Zona de estudio.....	28
1. Características generales.....	28
2. Antecedentes: deforestación en la meseta purépecha.....	28
Método.....	30
1. Clasificación de cobertura para 4 fechas.....	30
2. Construcción del modelo.....	31
3. Probabilidad de cambio del BHM.....	34
Resultados.....	34
1. Variables seleccionadas y sus pesos de evidencia.....	34
2. Validación y potencial de transición final.....	36
3. Amenaza de deforestación del BHM.....	37
Discusión.....	38
Conclusiones.....	40

<b>Conclusiones generales</b> .....	42
-------------------------------------	----

# Resumen

En México, el bosque húmedo de montaña (BHM) corresponde a un tipo de vegetación que se distribuye en un clima "húmedo de altura": por arriba de las comunidades tropicales de tierras bajas, y por debajo de los bosques templados de las regiones montañosas; entre los 1,000 y 3,000 msnm; con altos niveles de humedad que se expresan frecuentemente en forma de neblina. Debido a que es una comunidad que varía en estructura y composición dependiendo de su localidad, es también una comunidad difícil de definir y delimitar con respecto a otros tipos de bosque.

Como parte de los bosques templados de México, representa junto con éstos, uno de los tipos de vegetación más amenazados y menos conservados del país. Michoacán no es la excepción: la tala, las presiones demográficas, la agricultura, y el cultivo de frutícolas, en especial de aguacate, ha acelerado la pérdida de estos bosques en este estado. Aunado a esto, en Michoacán el BHM se encuentra sumamente fraccionado y reducido, distribuido en hondonadas, cañadas y plegamientos de montañas.

Existen grandes vacíos de información sobre la comunidad en esta región, y se considera que no se encuentra inventariada adecuadamente. El presente estudio tiene el objetivo de contribuir con información para: a) conocer la distribución del BHM, y b) evaluar su grado de amenaza a ser deforestado. Para realizar esto, los modelos espaciales representaron la base sobre la cual este trabajo se elaboró. Un modelo consiste en una representación abstracta y simplificada de la realidad, la cual permite la comprensión de ciertos aspectos sobre un fenómeno o proceso, y más aún, simular y predecir su comportamiento en un escenario futuro. Las aplicaciones de los modelos son varias, pero destaca su potencial para, a través de la generación de información oportuna, mejorar la planeación y la toma de decisiones en torno a un problema dado.

La tesis se estructura en los siguientes capítulos:

El primero representa una introducción general al estudio. Por una parte se abordan algunas generalidades sobre el proceso de deforestación, sus causas y consecuencias. Por otra, se define qué es un modelo espacial, y se escribe sobre sus potenciales en la generación de información útil para conservar los bosques y mejorar la toma de decisiones.

En el segundo capítulo, se expone la modelación de la distribución del bosque húmedo de montaña (BHM) en una zona del estado de Michoacán. Representa un modelo estático, que utilizando variables espectrales y morfométricas, se construyó mediante una clasificación basada en técnicas fuzzy y por objetos. Esto permitió resolver los problemas de ubicar una comunidad ambigua en definición, como lo es el BHM.

En el tercer capítulo, se lleva a cabo un modelo de cambio de cobertura en la misma zona. Se realizó mediante la clasificación de coberturas forestales en cuatro periodos de tiempo cercanos entre ellos (2000, 2003, 2007, 2011). Se utilizaron distintas variables físicas y socio-económicas relacionadas con el proceso de deforestación. El resultado es un modelo dinámico, y los resultados exponen el potencial de deforestación que presentan los BHM de la zona en un escenario estable y reciente.

Por último, se exponen las conclusiones generales del trabajo. Se describen los alcances y limitantes que tiene el usar los modelos presentados, así como su potencial para futuras aplicaciones, tanto metodológicas como de planeación.