



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**Potencial de captura de carbono en
suelos de ladera en la subcuenca del río
Piricua en Tuxpan, Michoacán.**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRA EN GEOGRAFÍA**

P R E S E N T A :

KINNÉ GUEYE SANDOVAL

Tutores:
**DRA. CHRISTINA SIEBE GRABACH
DRA. MARGARET SKUTSCH**

CIGA
CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

2010

CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	2
3.	OBJETIVOS.....	4
3.1.	Objetivo general.....	4
3.2.	Objetivos particulares.....	4
4.	MARCO TEÓRICO.....	5
4.1.	Carbono en ecosistemas terrestres.....	5
4.1.1.	Ciclo del carbono.....	5
4.1.2.	Carbono orgánico del suelo (COS).....	7
4.1.3.	COS y tipo de hojarasca.....	8
4.2.	Captura de carbono en el suelo y regeneración de bosques secundarios.....	10
4.2.1.	Bosques secundarios.....	10
4.2.2.	Presencia de bosques secundarios en zonas agrícolas marginadas.....	11
4.2.3.	Potencial de captura de COS en los bosques secundarios.....	12
4.3.	Captura de carbono como práctica de manejo.....	15
4.3.1.	Problemática.....	15
4.3.2.	Oportunidad de mercado.....	15
5.	ÁREA DE ESTUDIO.....	18
5.1.	Localización.....	18
5.2.	Geología.....	18
5.3.	Clima.....	19
5.4.	Geoformas y Suelos.....	19
5.5.	Uso de suelo y vegetación.....	20
6.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
6.1.	Base de datos y tratamiento de la información.....	22
6.1.1.	Datos de carbono en suelo y mantillo en laderas de la SRP.....	22
6.1.2.	Imágenes satelitales.....	24
6.1.3.	Índice normalizado de la vegetación (NDVI).....	24
6.1.4.	Mapa de curvas de nivel.....	25
6.1.5.	Coberturas vegetales estudiadas en los Reportes Tuxpan (2001 y 2004) y Konen (2009).....	25
a.	Descripción de las coberturas vegetales.....	25
6.2.	Carbono orgánico del suelo.....	28
6.2.1.	Almacén de COS en las diferentes coberturas vegetales.....	28
6.2.2.	Relación entre el contenido de COS _{0-30 cm} y la edad de los bosques.....	28
6.2.3.	Tasa anual de captura de COS _{0-30 cm}	29
6.3.2.	Clasificación de las coberturas vegetales.....	32
6.3.3.	Análisis de cambio de cobertura.....	33
6.3.4.	Escenarios de cambio de cobertura vegetal para el año 2035.....	33
6.4.	Relación entre el cambio de las coberturas vegetales y el COS _{0-30 cm}	35
7.	RESULTADOS.....	37
7.1.	Carbono orgánico del suelo (COS).....	37
7.1.1.	Almacén de CO en suelo y mantillo en las coberturas vegetales estudiadas.....	37
7.1.2.	Relación entre el COS _{0-30 cm} y la edad del bosque.....	40

7.1.3.	Tasa anual de captura de $COS_{0-30\text{cm}}$	42
7.1.4.	Relación entre el $COS_{0-30\text{cm}}$ y el índice normalizado de la vegetación (NDVI)	44
7.2.	Cambios en la cobertura vegetal.....	46
7.2.1.	Mapas de las coberturas vegetales 1986, 2001 y 2010	46
7.2.2.	Cambio de coberturas en los periodos 1986-2001 y 2001-2010	47
7.3.	Relación entre los cambios de cobertura vegetal y el almacén de $COS_{0-30\text{cm}}$	51
7.3.1.	Periodos 1986-2001 y 2001-2010	51
7.3.2.	Periodo de 2010-2035	51
8.	DISCUSION	53
8.1.	Almacén de COS en suelo y mantillo en las diferentes coberturas vegetales	53
8.1.1.	En laderas entre 2000-3000 msnm	53
8.1.2.	COS en la selva baja caducifolia	55
8.2.	Captura de $COS_{0-30\text{cm}}$ derivada de la regeneración del los bosques	56
8.2.1.	Bosque de pino-encino	56
8.2.2.	Selva baja caducifolia.....	58
8.3.	Relación entre el $COS_{0-30\text{cm}}$ y el índice normalizado de la vegetación (NDVI)	59
8.4.	Cambios de las coberturas vegetales 1986-2010 y cambios asociados en el almacén de $COS_{0-30\text{cm}}$	60
8.5.	Almacén de $COS_{0-30\text{cm}}$ para el año 2035 según tres escenarios	62
9.	CONCLUSIONES	63
9.1.	Conclusiones particulares	63
9.2.	Conclusión general.....	64
10.	PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN A FUTURO	65
11.	REFERENCIAS	66
12.	ANEXOS	72
A.	Localización y características de los perfiles utilizados	72
B.	Perfiles del curso de campo <i>Suelos y Geomorfología 2001</i>	72
C.	Datos perfiles curso de campo <i>Suelos y Geomorfología 2004</i>	73
D.	Datos perfiles tesis Konen, 2009.....	73
E.	Evaluación de las clasificaciones de cobertura.	76

1. RESUMEN

El carbono orgánico del suelo (COS) es un elemento clave en el ciclo global del carbono, sin embargo la magnitud y el patrón de captura de COS derivada de la regeneración de los bosques secundarios y su relación con los cambios de cobertura y uso de suelo en países tropicales es un tema controversial. El objetivo de este trabajo fue por un lado, entender la dinámica del COS en la regeneración de un bosque de pino-encino (BPE) y una selva baja caducifolia (SBC) y por otro, conocer la tasa de captura de COS en relación al cambio de cobertura vegetal en laderas de montaña en la subcuenca del río Piricua (SRP) en el estado de Michoacán. Para determinar la evolución del COS en la regeneración de los bosques, usé datos de COS en bosques secundarios de diferentes edades y bosques primarios de BPE y SBC. A partir de determinaciones del almacén de COS e información sobre el cambio de cobertura y uso de suelo en el periodo de 1986-2010 en las laderas con potencial de captura de carbono, predije el almacén y la tasa de captura de COS para el año 2035 según tres escenarios (tendencial, degradación forestal y reforestación). Encontré que tanto para el BPE y la SBC, existía una correlación positiva entre la edad de los bosques y el almacén de COS a 30 cm de profundidad ($\text{COS}_{0-30 \text{ cm}}$). Las tasas anuales de captura de $\text{COS}_{0-30 \text{ cm}}$ en los primeros 20 años de regeneración del BPE y SBC fueron 3.7 y 2.5 MgC/ha/año, respectivamente. A partir de esa edad las tasas disminuyeron a 0.5 MgC/ha/año en el BPE y 0.3 MgC/ha/año en la SBC. En el área con potencial de captura de carbono, entre 1986 y 2001 se generó una pérdida del $\text{COS}_{0-30 \text{ cm}}$ a una tasa de -0.13 MgC/ha/año, mientras que en el periodo 2001-2010 la regeneración de la cobertura forestal generó una captura de $\text{COS}_{0-30 \text{ cm}}$ a una tasa de 0.3 MgC/ha/año. Según los escenarios de cambio tendencial, de conservación forestal y de deforestación para el año 2035, se pronostican tasas de 0.29, 1.38 y -1.01 MgC/ha/año respectivamente. Se concluye que la regeneración del bosque de pino-encino en la SRP conduce a la acumulación de $\text{COS}_{0-30 \text{ cm}}$ a las mismas tasas que se reportan para bosques de América del Norte. A nivel cuenca, sólo bajo el escenario de conservación forestal la magnitud de $\text{COS}_{0-30 \text{ cm}}$ capturada sería significativa. Los resultados generados dan idea de la magnitud de la captura de COS por la regeneración de un BPE y de los cambios en el almacén de COS en relación al cambio de cobertura vegetal a nivel parcela. Estos resultados podrían ser de utilidad para la implementación de políticas climáticas como REDD en la SRP.

2. INTRODUCCIÓN

El incremento en la concentración de CO₂ atmosférico y su relación con el cambio climático, han promovido un interés en el estudio de la fijación de carbono en los ecosistemas terrestres (Houghton, 1996). La mayoría de éstos actúan como reservorios de carbono fijando más CO₂ que el que liberan a la atmósfera (Schimel, 1995). La deforestación y la degradación forestal en los trópicos ha generado la liberación de cantidades significativas de carbono contenido en la biomasa aérea y subterránea contribuyendo al cambio climático (IPCC, 2001). Sin embargo se considera que la reconversión de tierras agrícolas a forestales puede promover nuevamente la acumulación de carbono en los ecosistemas terrestres y contribuir parcialmente en la disminución del CO₂ atmosférico (Dixon *et al.*, 1994; Houghton, 1996).

En este contexto, existen políticas internacionales que incentivan monetariamente las prácticas de manejo que conduzcan a la conservación e incremento de los bosques. El mecanismo de desarrollo limpio (MDL), comprendido en el Protocolo de Kyoto, considera la forestación y reforestación como prácticas generadoras de créditos de carbono. Sin embargo este mecanismo aun no ha sido exitoso en este campo (UNFCCC, 2010). En la actualidad se presentan políticas como REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) con lineamientos más sencillos de seguir, que prometen compensar monetariamente a los países en desarrollo que eviten la deforestación y degradación de los bosques y que promuevan la regeneración forestal (Strassburg *et al.*, 2009).

El desarrollo de bosques secundarios sobre tierras agrícolas abandonadas se ha convertido en uno de los cambios de cobertura y uso de suelo predominantes en zonas rurales marginadas en países tropicales (Aide y Grau, 2004). En paisajes rurales del centro de México es común encontrar en las laderas medias de montaña, bosques secundarios en varios estados de regeneración como resultado de la migración campesina y de las políticas gubernamentales de las últimas décadas (López *et al.*, 2006). El crecimiento de los bosques