



UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ESCONDIDO

DINÁMICA DEL USO DE SUELO EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO MIXTEPEC, JUQUILA, OAXACA, EN EL PERIODO 1990-2010

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

PRESENTA
JOSÉ ÁNGEL JIMÉNEZ CONTRERAS

DIRECTORA DE TESIS
M en C. GRICELDA VALERA VENEGAS

PUERTO ESCONDIDO MIXTEPEC, OAXACA AGOSTO 2012



Universidad del Mar

Puerto Escondido ~ Puerto Angel ~ Huatulco

O A X A C A

Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca., 16 de agosto de 2012

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de realizar una revisión detallada de la tesis “Dinámica del uso de suelo en el Municipio de San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, en el periodo 1990-2010”, presentada por el pasante en Ingeniería Forestal José Ángel Jiménez Contreras, se considera que cumple con los requisitos y la calidad necesarios para ser defendida en el examen profesional.

COMISIÓN REVISORA

M. en C. Gricelda Valera Venegas
Universidad del Mar
Directora de Tesis

M. en C. Rolando Galán Larrea
Universidad del Mar
Revisor

L.P.T. Francisco Valdez Martínez
Universidad del Mar
Revisor

Dr. Edgar Iván Sánchez Bernal
Universidad del Mar
Revisor

M. en C. Celestino Sandoval García
Universidad del Mar
Revisor

Dedicatoria

A mis padres: José Jiménez López y Delfina Contreras López.

A mis hermanos: Pedro, María, Mayo, Rodo, Fely, Isa y Carlos.

Por la felicidad que les ocasiona este logro, que sin ellos no hubiera sido posible.

Agradecimientos

A Dios por estar siempre conmigo.

A toda mi familia por los consejos, apoyo y los sacrificios que se hicieron.

A mi directora de tesis M. en C. Gricelda Valera Venegas por la confianza y apoyo brindado en la realización de esta investigación.

A los revisores, quienes con sus observaciones y sugerencias enriquecieron este trabajo:
M. en C. Rolando Galán Larrea, L.P.T. Francisco Valdez Martínez, Dr. Edgar Iván Sánchez Bernal y M. en C. Celestino Sandoval García.

A los profesores, amigos y personas especiales que fueron un impulso para la culminación de este importante trabajo.

Por el gran apoyo...solo les puedo decir muchas gracias.

Contenido

Índice de tablas.....	iii
Índice de figuras	iv
Resumen	v
Abstract	vi
I. Introducción	1
II. Objetivos.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. Hipótesis.....	4
IV. Revisión de Literatura.....	4
4.1. Cambio de uso del suelo	4
4.2. Causas y consecuencias generales del cambio de uso del suelo a diferentes escalas.....	7
4.3. Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.).....	9
4.4. Satélites Landsat y Spot.....	11
4.5. Aplicación de los sensores remotos y SIG en los estudios de cambio de uso del suelo y coberturas forestales.....	13
V. Materiales.....	19
5.1. Área de estudio	19
5.1.1. Localización	19
5.1.2. Topografía y Orografía.....	20
5.1.3. Edafología.....	20
5.1.4. Clima	21
5.1.5. Hidrología	23
5.1.6. Usos del suelo y cobertura forestal	23
5.2. Material y equipo	29
VI. Métodos	31

6.1. Pre-procesamiento de las imágenes satelitales	31
6.1.1. Análisis visual y de la información estadística soporte de las imágenes	31
6.1.2. Recorte de las imágenes	32
6.1.3. Corrección geométrica	32
6.1.4. Realce de imágenes	33
6.1.5. Composición de colores.....	34
6.1.6. Identificación de clases	35
6.2. Clasificación supervisada de las imágenes de satélite	37
6.2.1. Análisis de la separabilidad espectral	39
6.3. Evaluación de la confiabilidad	39
6.4. Muestreo sobre mapas verificados y de campo.....	41
6.5. Análisis de la confiabilidad de la clasificación de las imágenes	42
6.6. Cálculo de la tasa de cambio.....	45
6.7. Transición de las clases en el tiempo	45
6.8. Generalización	46
VII. Resultados y Discusión	46
7.1. Identificación de clases	46
7.2. Clasificación supervisada	48
7.2.1. Análisis de la separabilidad espectral	51
7.3. Usos del suelo y coberturas forestales 1990-2010	53
7.4. Evaluación de la confiabilidad	59
7.5. Tasa de cambio.....	64
7.6. Transición de clases en el tiempo.....	67
VIII. Conclusiones.....	69
IX. Recomendaciones.....	71
X. Literatura Citada.....	73
XI. Anexos	94

Índice de tablas

Tabla I. Superficies a nivel nacional de los tipos de vegetación y usos de suelo en el Municipio de San Pedro Mixtepec, tomados del INF 2000-2001 y la SEMARNAT.....	7
Tabla II. Descripción de las imágenes de satélite utilizadas en el estudio.....	29
Tabla III. Estadísticas de las imágenes de satélite utilizadas en el estudio.	31
Tabla IV. Propiedades de los recortes de las imágenes.....	32
Tabla V. Categorías de usos del suelo y cobertura forestal y los criterios para su identificación en la composición en falso color de las imágenes Landsat (4-3-2) y Spot (3-2-1).....	36
Tabla VI. Grado de separabilidad entre firmas espectrales.	39
Tabla VII. Reclasificación de las categorías de la información tomada como real (INF 1994 y 2000).....	40
Tabla VIII. Categorías de usos del suelo y coberturas forestales identificadas para el Municipio de San Pedro Mixtepec, a través de la clasificación supervisada de las imágenes.	47
Tabla IX. Superficies de los usos del suelo y coberturas forestales para el Municipio de San Pedro Mixtepec 1990-2010.....	54
Tabla X. Matriz de error de la clasificación de los usos de suelo y cobertura forestal para el año 1990.....	61
Tabla XI. Matriz de error de la clasificación de los usos de suelo y cobertura forestal para el año 2000.....	62
Tabla XII. Matriz de error de la clasificación de los usos de suelo y cobertura forestal para el año 2010.....	63
Tabla XIII. Tasas de cambio de los usos del suelo y coberturas forestales en el Municipio de San Pedro Mixtepec.....	65
Tabla XIV. Matriz de transición de uso del suelo y cobertura forestal del Municipio de San Pedro Mixtepec 1990-2010.....	68

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del Municipio de San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca.	22
Figura 2. Estrechamiento lineal de la banda 4 Landsat ETM+ a) banda original (6-154), b) estrechada en forma lineal (0-255).	33
Figura 3. Composiciones de color. a) Landsat TM 1990, b) Landsat ETM+ 2000, c) Spot HRG 2010.....	35
Figura 4. Firmas espectrales de los usos del suelo y coberturas forestales en cada clasificación de las imágenes.....	50
Figura 5. Mapa de uso del suelo y cobertura forestal del área de estudio para el año 1990.	55
Figura 6. Mapa de uso del suelo y cobertura forestal del área de estudio para el año 2000.	56
Figura 7. Mapa de uso del suelo y cobertura forestal del área de estudio para el año 2010.	57

Resumen

El presente estudio consistió en la generación de cartografía del uso de suelo y cobertura forestal del Municipio de San Pedro Mixtepec, Oaxaca y en el cálculo de su tasa de cambio, en un período de 20 años, utilizando imágenes de los satélites Landsat (TM 1990 y ETM+ 2000), así como Spot (HRG 2010).

Se realizó una clasificación supervisada, empleando el clasificador denominado MAXLIKE (máxima verosimilitud). Se identificaron nueve categorías de cobertura forestal y uso del suelo: bosque de encino, selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, manglar, pastizal, zonas agrícolas, cuerpos de agua, áreas urbanas y áreas sin vegetación aparente. La validación se realizó mediante puntos de referencia obtenidos de los Inventarios Nacionales Forestales (1994 y 2000) y trabajo en campo del año 2010. De acuerdo al índice de Kappa (1990, 2000 y 2010), la elaboración de las cartas de uso del suelo obtenidas, tuvieron una exactitud del 78%, 82% y 82.3%, respectivamente.

Se calculó una tasa de cambio total de -1.05% y una pérdida anual de superficie forestal de 220 ha. El bosque de encino presentó la tasa de cambio más alta -5.59% (-126 ha). Le sigue la selva baja caducifolia con la tasa de -1.05%, con una pérdida de 3,742.7 ha. De los usos de suelo, resaltan las zonas agrícolas con una disminución de 2,134.5 ha, lo que representa una tasa de -3.53%. Lo anterior arroja un índice muy bajo de recuperación de las coberturas forestales, ya que los pastizales alcanzaron una tasa de 4.96% y un incremento de 5,974 ha. Durante el estudio solo el 47.1% (167,942 ha) del municipio permaneció sin cambio alguno y las transiciones de las coberturas forestales se dieron principalmente hacia las actividades agropecuarias (ganadería y agricultura).

Palabras claves: Uso de suelo, sistema de información geográfica (SIG), clasificación supervisada, tasa de cambio, transición de clases.

Abstract

The current study created a land-use and land-cover cartography map of the municipality of San Pedro Mixtepec, Oaxaca, and a calculated of the change rate, in a 20-year period (1990-2010), utilizing Landsat satellite images (TM 1990 and ETM+ 2000(and Spot (HRG 2010).

A supervised classification was generated, through the Maxlike (Maximum Likelihood algorithm. Nine types of land use and land cover were identified: forest oak, tropical evergreen forest, tropical deciduous forest, mangrove, grass, agriculture zone, water, areas urban and areas without apparent vegetation. The accuracy assessment was made through points of reference of the Forest National Inventory (1994 and 2000) and field work for 2010. Of agreement to the Kappa coefficient (1990, 2000 and 2010), the maps land use were produced with overall accuracies between 78%, 82% and 82.3%, respectively.

The estimated annual change rate was -1.05% and an annual loss of land cover of 220 hectares. The forest oak presented the highest change rate of -5.59% (loss 126 hectares). Next was the tropical deciduous forest with a rate of -1.05%, with a loss of 3,742.7 hectares. The agriculture zone stands out with a loss of 2,134.5 hectares, representing a rate of -3.53%. This wasn't enough for land cover recovery, since grass cover had a rate of 4.96% and increment of 5,974 hectares. During this period alone 47% (167,942 hectares) of the municipality remained without change and land cover transitioned to grass and agriculture zone.

Key words: land use, geographical information system, supervised classification, change rate, classes transition.