

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA LA  
PRESERVACION DE LA DIVERSIDAD FLORISTICA  
DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO, N. L., MEXICO**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS,  
ESPECIALIDAD EN BOTANICA**

**PRESENTA:**

**BIOL. VICENTE VALDEZ TAMEZ**

**MONTERREY, N. L.**

**DICIEMBRE 2002**

V. V. T.

DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA LA  
PRESERVACION DE LA DIVERSIDAD FLORISTICA  
DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO, N. L., MEXICO

TD  
QK211  
.V3  
2002  
c.1

2002



1080124467

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FAACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA LA  
CONSERVACION DE LA DIVERSIDAD FLORISTICA  
EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO, N. L., MEXICO

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS,  
ESPECIALIDAD EN BOTANICA.

PRESENTA:

BIOL. VICENTE VALDEZ TAMEZ

SAN ANTONIO, N. L.

DICIEMBRE 1992

TD  
QK211  
.V3  
2002



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA LA PRESERVACIÓN DE LA  
DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL MUNICIPIO  
DE SANTIAGO, N. L., MÉXICO.**


**TESIS**  
**PARA OBTENER EL GRADO DE**  
**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, ESPECIALIDAD EN BOTÁNICA**

**PRESENTA**  
**BIOL. VICENTE VALDEZ TAMEZ**

**COMISIÓN DE TESIS**

  
**DR. RAHIM FOROUGHBAKHCH P.**  
**DIRECTOR**


*Presidente*

  
**DR. D. FABIAN LOZANO GARCÍA**  
**ASESOR EXTERNO**  
**Vocal**

  
**DR. ROBERTO MERCADO HERNÁNDEZ**  
**ASESOR INTERNO**  
**Vocal**

  
**DR. EDUARDO J. TREVIÑO GARZA**  
**CO-DIRECTOR**

*Secretario*

  
**DR. MOHAMMAD H. BADI ZABEH**  
**ASESOR**  
**Vocal**

  
**DRA. LETICIA VILLARREAL RIVERA**  
**ASESOR INTERNO**  
**Vocal**

**MONTERREY, NUEVO LEÓN.**

**DICIEMBRE 2002.**

## RECONOCIMIENTOS

En primera instancia a nuestra casa, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática a través del Dr. Gilberto Calvillo Vives.-Presidente, a la Dra. Mari Aurora Rábago Ordoñez.-Directora Regional Noreste, promotores incansables del desarrollo académico-profesional del capital humano del INEGI.

Al Dr. Rahim Foroughbakhch y Dr. Eduardo J. Treviño Garza.-Director y Codirector de tesis respectivamente quienes encausaron con calidad humana y rigor científico el desarrollo del presente trabajo.

Dr. Roberto Mercado, Dr. Mohammad H. Badii, Dra. Leticia Villarreal, por sus valiosos comentarios y aportaciones.

Dr. Fabián Lozano por sus revisiones y sugerencias.

Lic. Julián Quiroga y Lic. Jesús Castañeda, en su momento promovieron y apoyaron el desarrollo de este trabajo.

Dr. Ernesto Enkerlin quien siempre estuvo presente.

Arq. Oscar Vulnes, Ing. Julián de la Garza y Biol. M.C. Magdalena Rovalo, por la amistad , estímulo y colaboración.

Algunos más, algunos menos, de palabras, de hechos, a los compañeros de la Subdirección de Geografía de INEGI que participaron muy de cerca, a todos ellos el mas sincero agradecimiento.

**A una promesa interna que nunca expresé, a mi madre Profra. Zócima Tamez, mi esposa Profra. Juanita Marroquin y mis hijos: Vicente, Juan y Tania.**

**Al Dr. José S. García Alvarado, Director de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL por su apoyo y estímulo constante.**

**Dra. Julia Verde y su grupo de eficientes colaboradores de la Dirección de Postgrado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, por su paciencia, magnífica disponibilidad y cooperación.**

**Consuelo Hori, Patricia Vela y Santiago Salazar por compartir experiencias en investigaciones similares y a la amistad siempre presente.**

**A los compañeros y amigos que involuntariamente omito les agradezco su cercanía.**



## **INDICE GENERAL**

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>3</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>II.- OBJETIVOS</b>	<b>6</b>
2.1.- OBJETIVO GENERAL	6
2.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
<b>III.-HIPOTESIS</b>	<b>6</b>
<b>IV.-ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
4.1.-FOTOINTERPRETACION, PERCEPCIÓN REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA	7
4.2.- FLORÍSTICO- BOTÁNICOS	21
<b>V.-CARACTERIZACION DEL MEDIO AMBIENTE</b>	<b>24</b>
5.1.-Localización	24
5.2.-Fisiografía	24
5.3.-Geología Histórica	24
5.4.-Geomorfología	29
5.5.-Geología Litología	31
5.6.-Hidrología	34
5.7.-Edafología	36
5.8.-Clima	40
5.8.1.- Características del clima	40

<b>5.8.2. Tipos de clima según Köppen, modificados por E. García</b>	<b>45</b>
<b>5.9.- Distribución y características de la población</b>	<b>46</b>
<b>5.10.-Actividades productivas</b>	<b>49</b>
<b>VI.-MATERIALES Y METODOS</b>	<b>52</b>
<b>6.2. DESCRIPCIÓN NARRATIVA DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>52</b>
<b>6.2.1.-Captura y análisis de información cartográfica para la caracterización del medio ambiente</b>	<b>52</b>
<b>6.2.2.-Adecuación local de la clasificación climática de Köppen modificada por E. García</b>	<b>52</b>
<b>6.2.3.-Fotointerpretación y validación de cartografía de uso del suelo y vegetación 1975 (análisis retrospectivo)</b>	<b>57</b>
<b>6.2.4.-Análisis retrospectivo para la determinación del estado de conservación o deterioro de la vegetación para 1975</b>	<b>57</b>
<b>6.2.5.-Detección e incorporación de los cambios en la cubierta vegetal obtenida de las imágenes de satélite y fotografías aéreas</b>	<b>58</b>
<b>6.2.6.-Determinación de regiones impactadas por actividades urbanas, agropecuarias, forestales y turísticas</b>	<b>58</b>
<b>6.2.7.-Fotointerpretación de uso del suelo y vegetación y elaboración del mapa de cambios en la cubierta vegetal 1975-1995</b>	<b>58</b>
<b>6.2.8.-Actualización de uso del suelo y vegetación 2002</b>	<b>58</b>
<b>6.2.9.-Análisis para la determinación del estado ecológico de conservación o deterioro de la vegetación para 1995</b>	<b>59</b>
<b>6.2.10.-Análisis para la determinación del estado de conservación o deterioro de la vegetación para el 2002</b>	<b>59</b>
<b>6.2.11.-Verificación y validación de campo</b>	<b>59</b>

6.2.12.- Evaluación numérica de las modificaciones en la distribución y el estado de conservación o deterioro de la vegetación y análisis de tendencias	63
6.2.13.-Determinación de riqueza florística de los tipos de vegetación dominantes	63
6.2.14.-Análisis de exclusividad florística en los tipos de vegetación dominantes	63
6.2.15.-Análisis de las familias mejor representadas en las comunidades vegetales	64
6.2.16.-Distribución geográfica municipal de especies y comunidades vegetales de gran importancia fitogeográfica	64
6.2.17.-Relaciones geográficas y afinidades florísticas	64
6.2.18.-Análisis de tendencias y elaboración de pronósticos de deterioro	65
6.2.19.- Priorización de variables para la preservación florística	65
6.2.20.- Definición de estrategias para la preservación florística	67
6.2.21.-Diagramas de flujo para la elaboración de los modelos cartográficos	67
6.2.22.-Flujograma general de bloques de modelos cartográficos	75
<b>6.3.-SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA</b>	<b>76</b>
6.3.1.-Modelos espaciales utilizados en el presente trabajo	76
6.3.2.-Planificación	79
6.3.3.-Aplicaciones	81
6.3.4.-Base de datos botánica	82
6.3.5.-Software	82
<b>VII.-RESULTADOS</b>	<b>83</b>
7.1.- Adecuación local de la clasificación climática de Köppen modificada por E. García	83

<b>7.2.-Relaciones causales y análisis del clima</b>	<b>84</b>
<b>7.3.-Análisis de la características del medio ambiente y su relación con el establecimiento de las comunidades vegetales</b>	<b>86</b>
<b>7.4.-Descripción de los tipos de vegetación y análisis de diversidad</b>	<b>87</b>
<b>7.4.1.-Matorral submontano</b>	<b>87</b>
<b>7.4.2.-Selva baja subcaducifolia</b>	<b>91</b>
<b>7.4.3.-Bosque de <i>Quercus</i> (Bosque de Encino)</b>	<b>92</b>
<b>7.4.4.-Chaparral</b>	<b>96</b>
<b>7.4.5.-Bosque de <i>Pinus cembroides</i> (Bosque de Pino Piñonero)</b>	<b>97</b>
<b>7.4.6.-Bosque de <i>Quercus-Pinus</i> (Bosque de Encino-Pino)</b>	<b>99</b>
<b>7.4.7.-Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> (Bosque de Pino-Encino)</b>	<b>101</b>
<b>7.4.8.-Bosque de <i>Pseudotsuga-Pinus-Abies</i> (Bosque de Ayarin-Pino Oyamel)</b>	<b>104</b>
<b>7.4.9.-Matorral de coníferas</b>	<b>106</b>
<b>7.4.10.-Bosque mesófilo de montaña</b>	<b>108</b>
<b>7.5.-MODELOS CARTOGRÁFICOS Y TABULADOS</b>	<b>110</b>
<b>7.5.1 Uso de suelo y vegetación 1975 (Conveg 1975)</b>	<b>111</b>
<b>7.5.2 Estado de conservación de la vegetación 1975</b>	<b>111</b>
<b>7.5.3 Características de los procesos de transformación 1975-1995-2002 (Carprotran).</b>	<b>111</b>
<b>7.5.4 Impacto ambiental 1975-1995-2002</b>	<b>117</b>
<b>7.5.5 Uso de suelo y vegetación y elaboración del mapa de cambios de la cubierta vegetal 1975-1995</b>	<b>117</b>
<b>7.5.5.1.- Cuantificación de áreas de uso del suelo y vegetación sección tipos de vegetación potencial</b>	<b>117</b>
<b>7.5.6.- Estado de conservación de la vegetación 1995</b>	<b>117</b>
<b>7.5.6.1.- Cuantificación de los cambios de la cubierta vegetal y</b>	

<b>elaboración de índices de transformación a nivel claves     fisonómicas detalladas</b>	<b>118</b>
<b>7.5.6.2.- Conservación y deterioro de los tipos de vegetación     dominantes en el periodo 1975-1995-2002</b>	<b>130</b>
<b>7.5.6.3.- Superficies de los tipos de vegetación dominantes,     índices de transformación y estimados teóricos de vida 1975-     1995-2002</b>	<b>131</b>
<b>7.5.6.4.- Índice de transformación y estimado teórico de vida     (cobertura parcial de los municipios de Arteaga Coah., Santa     Catarina y Santiago, N.L.)1975-1995</b>	<b>133</b>
<b>7.5.7 Uso de suelo y vegetación y elaboración del mapa de cambios en la cubierta vegetal 1996-2002</b>	<b>133</b>
<b>7.5.8 Estado de conservación de la vegetación 2002 (Conveg 2002)</b>	<b>133</b>
<b>7.6.-FITOGEOGRAFÍA</b>	<b>144</b>
<b>7.6.1.-Modelos de distribución de vegetación y flora de relevante     importancia fitogeográfica</b>	<b>145</b>
<i>Pinus rudis</i>	<b>145</b>
Selva baja subcaducifolia	<b>146</b>
Matorral de coníferas de <i>Pinus culminicola</i>	<b>146</b>
<i>Quercus sillae</i> y matorral submontano	<b>146</b>
<i>Agave montana</i>	<b>147</b>
<i>Brahea berlandieri</i>	<b>148</b>
Bosque de <i>Pinus cembroides</i> "achaparrado"	<b>148</b>
Bosque mesófilo de montaña	<b>149</b>
<b>7.6.2.-Análisis florístico-fitogeográfico de los tipos de vegetación     dominantes</b>	<b>152</b>
<b>7.6.2.1.-Determinación de riqueza florística</b>	<b>152</b>

7.6.2.2.-Análisis de exclusividad	154
7.6.2.3.-Papal de las familias mejor representadas en los tipos de vegetación dominantes	159
7.6.2.4.- Relaciones geográficas y afinidades florísticas	166
7.6.2.5.- Modelos cartográficos de riqueza florística y exclusividad	176
7.6.3.-Distribución de especies en riesgo en los tipos de vegetación.	176
7.7.-CATEGORIZACIÓN Y PRIORIZACION DE VARIABLES PARA LA PRESERVACIÓN FLORÍSTICA	176
7.8.-ESTRATEGIAS PARA LA PRESERVACIÓN FLORÍSTICA	178
7.8.1.- Zonificación, descripción de unidades ambientales	179
7.8.1.1. Zona núcleo, subzona de protección	179
7.8.1.2 Zona núcleo, subzona de uso restringido	184
7.8.1.3. Zona de amortiguamiento subzonas de aprovechamiento sustentable de agroecosistemas y de asentamientos humanos y uso público	187
7.8.1.4 Zona de amortiguamiento subzona de aprovechamiento sustentable de recursos naturales	188
7.8.1.5.- Zona de amortiguamiento subzonas 1 y 2 de recuperación	188
VIII.-CONCLUSIONES	190
IX.- RECOMENDACIONES	194
X.- REFERENCIAS	196
Índice de Tablas	220
Índice de Gráficas	222
Índice de Fotografías	224
Índice de Mapas	227
Anexo 1.- Descripciones	229