



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Facultad de Ingeniería

Facultad de Psicología

Facultad de Filosofía

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Facultad de Química

DIAGNÓSTICO Y CONSERVACIÓN DE LA HERPETOFAUNA EN LA MICROCUENCA DEL PARQUE NACIONAL LAGO DE CAMÉCUARO, MICHOACÁN

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta

Ulises Padilla García

Querétaro, Qro., Diciembre 2005



Universidad Autónoma de Querétaro

- Facultad de Ciencias Naturales
- Facultad de Ingeniería
- Facultad de Psicología
- Facultad de Filosofía
- Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
- Facultad de Química
- Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

DIAGNÓSTICO Y CONSERVACIÓN DE LA HERPETOFAUNA EN LA MICROCUENCA DEL PARQUE NACIONAL LAGO DE CAMÉCUARO, MICHOACÁN

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Maestro en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

Ulises Padilla García

Dirigido por:

Dr. Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita

SINODALES


Dr. Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita
Presidente

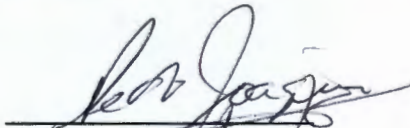
Dr. Enrique González Sosa
Secretario

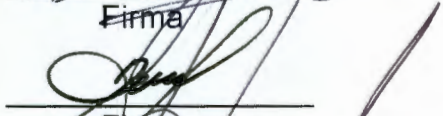
M. en C. Elfego S. Hernández Martínez
Vocal

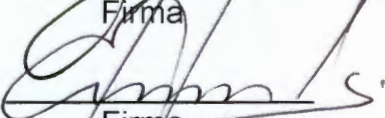
Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra
Suplente

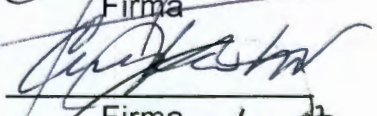
M. en C. Fernando Mendoza Quijano
Suplente

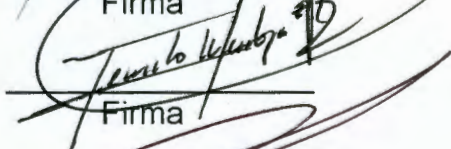

Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra
Director de la Facultad
Ciencias Naturales



Firma


Firma


Firma


Firma


Firma


Dr. Sergio Quesada Aldana
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Noviembre 2005
México

RESUMEN

El conocimiento de la biodiversidad, es la base para conocer el papel y el funcionamiento ecológico que juega cada población de cada especie dentro de un ecosistema. Por lo que la fauna silvestre se debe de considerar en cualquier programa que busque mantener y conservar tan mencionado equilibrio ambiental, económico y social. Por lo que la conservación de la naturaleza y los problemas del medio ambiente se han incorporado, así, a cualquier acción que intente incrementar o mejorar las condiciones de bienestar de la población de un determinado territorio. La Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro (MPNLC) se localiza en al norte del estado de Michoacán, con una extensión de 5,277.526 hectáreas, caracterizada por una excepcional belleza escénica con manantiales de aguas cristalinas y por un lago y río rodeado de sabinos centenarios. Sin embargo, el intenso uso recreativo que tiene la zona está llevando a las poblaciones naturales, a refugiarse en otros lugares o simplemente a desaparecer. La MPNLC contiene una herpetofauna formada por 30 especies; 10 de estas son registros nuevos para la región, mientras que 11 presentan algún estatus de conservación de acuerdo a la NOM. A pesar de que la mayoría de la gente piensa que estos grupos faunísticos no dejan beneficio alguno para la comunidad y creer que son dañinas, piensan que es importante cambiar esta idea y buscar métodos que permitan su conservación, ya que forman parte integral de los procesos naturales de recuperación de una zona. Siendo la educación el paso más importante para lograr este objetivo, se creó un herpetario, una guía ilustrada de especies y un programa de educación ambiental. Aunado a esto se propuso un Plan de Manejo y Conservación en base a la vocación de las tres zonas encontradas por un análisis de ponderación de la microcuenca con ayuda de la matriz de Saaty, que permitió detectar tres zonas para la generación de acciones específicas de conservación: a) Zona 1 ó de alta prioridad para la conservación, b) Zona 2 ó de amortiguamiento, y c) Zona 3 ó de poca importancia para la conservación.

(Palabras clave: Microcuenca, Conservación, Herpetofauna)

SUMMARY

The knowledge of biodiversity, is the first step to know how the ecological role works in each population of each species inside the ecosystem. The fauna must be consider in any program that try to mantain and preserve the environmental, social and economical equilibrium. The nature conservation and the environmental problems has been incorporated to every action that try to increase or improve the well-being of population in a specific territory. The watershed in the National Park "Lago de Camécuaro" (MPNLC), located in the north of Michoacán state, has an extention of 5, 277.526 hectares, this watershed its characterized by an exceptional escenic beauty with springs of crystal waters and a lake and rivers surrounded by centenary trees. Mean while, the recreative intense use of the place, its taking to the natural populations to looking for refuge in other places or simply dissapear. The MPNLC has 30 species of reptiles, 10 of this are new records for the region and 11 are endangered acording to the NOM-059-SEMARNAT-2001. Most of the people think that this faunistic group don't has benefit to the community and belive that they are damaging organisms. They think its important to change this idea and find methods that permit its conservation, because are part of the recovering and natural process in the area. The environmental eductionation its the most important step to achieve this objective, supported by an ilustrated guide of the species and the creation of an herpetary. We propose too, a Conservation and Managment Program based on the trhee zones found by a ponderation analisis of the watershed using a Saaty matrix that permitted to detect three zones and generate conservation specific actions: a) Zone 1 or high priority conservation, b) Zone 2 or buffer zone, and c) Zone 3 or low importance for conservation.

(Key words: Watersheds, Conservation, Reptiles)

Dedicado a mi esposa,
Karina Guerrero Martínez
Por su amor y apoyo durante todo este tiempo

A mis padres
Por darme la vida

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer profundamente el apoyo de toda mi familia, a mis padres, hermanos, sobrinas, suegros y cuñados, por el apoyo y la ayuda durante la realización de este trabajo, su amor me permitió lograr este objetivo.

A mi director de tesis el Dr. Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita, a mis asesores el M. en C. Fernando Mendoza Quijano y Dr. Enrique González Sosa, por sus comentarios y sugerencias para poder lograr este trabajo, así como a los revisores del mismo el M. en C. Elfego S. Hernández Martínez y al Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra. A la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ, a los coordinadores de la Maestría Dr. Raúl Pineda, M. en C. Diana Bustos, Dr. Eusevio Ventura y al Dr. Miguel Ángel Domínguez, a mis maestros, compañeros y secretarías de la Maestría, a todos ellos gracias.

Al patronato del parque nacional Lago de Camécuaro y a su director operativo el Biólogo Jorge, por su apoyo económico y logístico para la realización de este proyecto, así como a todo el personal del Parque: Miguel, Hugo, el Chapo, el Lobo, el Primo, a los cobradores y vigilantes, así como a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en el registro y colecta de organismos para lograr adecuadamente el objetivo de nuestro trabajo.

Finalmente quiero agradecer a mis amigos y socios de trabajo de campo, que sin su ayuda y compañía, este trabajo no se hubiera logrado: Fernando García, Carlito Pedraza, Karina Guerrero, Jaime Malo, Miguel (bronco), Chucho, Lety y Silvia, muchas gracias. A todos mis compañeros de trabajo de la preparatoria CUSVA por darme la oportunidad de cumplir con ambas responsabilidades principalmente a Irma Jimenez.

A todos los que participaron directa o indirectamente, GRACIAS TOTALES!!!

ÍNDICE

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE	v
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	vii
CAPÍTULO 1	
PRESENTACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	5
1.3 JUSTIFICACIÓN	7
1.4 OBJETIVOS	10
1.5 HIPÓTESIS	10
CAPITULO 2	
CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA	11
2.1 UBICACIÓN	11
2.2 RELIEVE (ELEVACIONES PRINCIPALES)	11
2.3 FISIOGRAFÍA (PROVINCIA Y SUBPROVINCIA)	12
2.4 GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA.	12
2.5 Clima	14
2.6 Hidrología	19
2.7 Vegetación	23
2.8 Socioeconómica	27

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA	29
3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	29
3.2 TRABAJO DE CAMPO (COLECTAS)	30
3.3 TALLER DE CONSERVACIÓN PARA LA HERPETOFAUNA	33
3.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	35
3.5 GUÍA HERPETOLÓGICA DE LA MICROCUENCA DE CAMÉCUARO	39
3.6 HERPETARIO DE CAMÉCUARO	39

CAPÍTULO 4

RESULTADOS “DIAGNÓSTICO HERPETOLÓGICO”	40
4.1 RIQUEZA DE ANFIBIOS Y REPTILES EN LA MICROCUENCA	40
4.2 DISPERSIÓN (DISTRIBUCIÓN) DE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA.	43
4.3 ABUNDANCIA RELATIVA DE LA HERPETOFAUNA EN LA MICROCUENCA.	47
4.4 ESPECIES CON ESTATUS ECOLÓGICO	49
4.5 LA PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA	50
4.6 MAPA DE APTITUD PARA LA CONSERVACIÓN DE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA	53
4.7 HERPETARIO DEL PARQUE NACIONAL LAGO DE CAMÉCUARO	59
4.8 TALLERES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y GUÍA DE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA DEL PARQUE NACIONAL LAGO DE CAMÉCUARO	61

CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN	64
5.1 DIAGNÓSTICO HERPETOLÓGICO PARA LA MICROCUENCA	64
5.2 IMPORTANCIA ECOLÓGICA, SOCIAL Y ECONÓMICA DE LA HERPETOFAUNA	69
5.3 LA PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA	70
5.4 MAPA DE APTITUD PARA LA CONSERVACIÓN DE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA	74
5.5 ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN PARA LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA	76

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	85

INDICE DE CUADROS

1. Datos meteorológicos y fórmulas climáticas de las estaciones meteorológicas más cercanas al PNLC, con valores medios mensuales del período de 1990.	16
2. Marco conceptual del diseño cartográfico y la obtención del mapa de aptitudes para la herpetofauna de la Microcuenca	38
3. Estructura herpetofaunística del Parque Nacional Lago de Camécuaro.	40
4. Especies de anfibios y reptiles para la Microcuenca	42
5. Valores de frecuencia, frecuencia relativa observada, frecuencia relativa esperada, valores de X^2 y valores de cuadrados medios, para la herpetofauna de la MPNLC	44
6. Valores de frecuencia, frecuencia relativa observada, frecuencia relativa esperada, valores de X^2 y valores de cuadrados medios, para la herpetofauna del PNLC.	46
7. Número de especies por grupo y tipo de abundancia relativa.	48
8. Especies con estatus ecológico	49
9. Especies de anfibios y reptiles mencionadas en las encuestas realizadas en los talleres, como especies que ellos identifican para la Microcuenca	51
10. Especies de anfibios y reptiles identificados como más frecuentes en la Microcuenca	52
11. Matriz de ponderación de Saaty	57
12. Tabla de Normalizaciones	58

INDICE DE FIGURAS

1. Importancia turística y recreativa en el Lago de Camécuaro	3
2a y 2b. Manantiales de la MPNLC	4
3. Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro	11b
4 Principales Elevaciones de la MPNLC.	11c
5. Tipos de Suelo en la MPNLC	13b
6. Grafica del comportamiento de la temperatura promedio por mes en las tres estaciones meteorológicas, durante del período de 1990	17
7. Grafica del comportamiento de la precipitación promedio por mes en las tres estaciones meteorológicas, durante del período de 1990	17
8. Diagrama ombrotérmico clásico para la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro	18
9a. Lago de Camécuaro formado por manantiales subterráneos	20
9b. Río del Lago Camécuaro que desemboca en el río Duero	20
10. Red Hidrológica de la MPNL	20b
11. Perfil batimétrico de la salida de agua del Lago de Camécuaro	21
12. Perfil batimétrico del río Camécuaro aproximadamente 40m agua debajo de la desembocadura del Lago	22
13a y 13b. Perturbación y deterioro de la Microcuenca provocada por la actividad ganadera, agrícola y por la contaminación al aire libre	23
14a y 14b. Matorral subtropical	24
15a y 15b. Bosque de galerías o vegetación riparia	25
16a y 16b. Bosque de Quercus (encino).	26
17a y 17b. Cultivo de maguey y fresa	26
18. Tipos de Vegetación de la MPNLC	26b
19. Tipos de dispersión interna de una población	32
20. Tipos de distribución según el comportamiento de los cuadrantes medios	32
21a. Equipo de trabajo del Laboratorio de Zoología de la UAQ	40
21b. Equipo de trabajo del Laboratorio de Zoología, UAQ y del PNLC	40
22. Curva de acumulación de especies durante el periodo de muestreo	41
23. Porcentaje de especies por grupo representativo	42

24. Número de especies por tipo de vegetación representativa	43
25. Distribución de la herpetofauna en la MPNLC	44b
26. Gráfica de distribución espacial para la Herpetofauna de acuerdo al método de Greig-Smith, para la MPNLC	45
27. Gráfica de la comparación de la distribución de las frecuencias relativas con la de Poisson, para la herpetofauna de la MPNLC	45
28. Distribución de la herpetofauna en el PNLC	46b
29. Gráfica de la distribución de la Herpetofauna según el método de Greig-Smith, para la PNLC	46
30. Gráfica de la comparación de la distribución de las frecuencias relativas con la de Poisson, para la herpetofauna de la MPNLC	47
31. Porcentaje de especies herpetológicas con Estatus Ecológico al interior de la MPNLC, según su abundancia relativa	49
32. Talleres de cuencas, conservación y diversidad	51
33. Menciones de la importancia de la herpetofauna en la Microcuenca	52
34. Áreas decretadas como protegidas dentro de la Microcuenca	54
35. Zonas de vegetación no alterada o poco alterada en la Microcuenca	54
36. Zonas decretadas como áreas federales en la Microcuenca.	55
37. Zonas sin asentamientos humanos dentro de la Microcuenca	55
38. Zonas con poca o nada actividad agropecuaria dentro de la Microcuenca	56
39. Zonas con alta riqueza herpetológica que presentan algún estatus de conservación	57
40. Zonas con cuerpos de agua perennes dentro de la Microcuenca	58
41. Mapa de Zonas de Aptitud para la Conservación en la MPNLC	58b
42. Colecta de organismos para el Herpetario de camécuaro	59
43. Construcción de herpetarrarios para la exhibición de anfibios y reptiles de la Microcuenca dentro de las instalaciones del Parque	60
44. Talleres especializados para el manejo de anfibios y reptiles en cautiverio	60
45. Terrarios de exhibición	61
46. Taller piloto de educación ambiental para niños de primaria	61
47. Entrada de la Guía de Anfibios y Reptiles para la Microcuenca	62
48. Pagina de presentación y contenido de la Guía	62
49. Paginas interiores de la Guía para la consulta de información general	

para cada grupo	63
50. Páginas interiores de consulta de la Guía	63
51. Importancia ecológica de la herpetofauna en las cadenas tróficas	69

INDICE DE ANEXOS

1. Relación de temperaturas registradas en un ciclo anual en las estaciones climatológicas de la microcuenca	89
2. Hoja de registro de colecta en campo para especies de anfibios y reptiles	91
3. Formato de encuesta utilizada durante los talleres para la obtención de datos herpetológicos.	92
4. Listado de especies presentes en el Parque Nacional de Camécuaro	93
5. Especies de anfibios y reptiles por tipo de vegetación representativa en la Microcuenca	95
6. Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la Microcuenca.	96

CAPÍTULO 1

PRESENTACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la biodiversidad, es la base para conocer el papel y el funcionamiento ecológico que juega cada población de cada especie dentro de un ecosistema (Gutiérrez-Yurrita, *et al.* 2002). Por lo que la fauna silvestre se debe de considerar en cualquier programa que busque mantener y conservar tan mencionado equilibrio ambiental, económico y social (CONABIO, 1998).

México es considerado uno de los seis países con mayor riqueza biológica a nivel mundial (Mittermeier y Mittermeier, 1992). Con respecto a dos grupos selectos, reptiles y anfibios ocupa el segundo y el cuarto lugar, respectivamente (SEMARNAP/CONABIO, 2000). Aunque la herpetofauna (el conjunto de anfibios y reptiles) representa la mayor diversidad faunística del territorio nacional y ha sido históricamente un grupo poco estudiado, el escaso conocimiento que de ella se tiene, aunado a su errónea imagen popular por tradiciones basadas en mitos y leyendas, poco o nada fundamentadas, los han convertido en un grupo muy atacado y perseguido (Flores-Villela y Gerez, 1994). Esta mala fama de la herpetofauna, hace olvidar, tanto a la gente como a los tomadores de decisiones, de la importancia ecológica que presentan, ya que en diversos tipos de ecosistemas son fundamentales para el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales (Olvera-Pedraza, *et al.* 2002); ya que algunas especies participan, entre otras cosas en el mantenimiento y dispersión de la cobertura vegetal, la cual, en el contexto de una cuenca hidrográfica, es elemental para retener suelos, promover la captación de agua, estabilizar el clima regional y coadyuvar a la recarga del acuífero (Margalef, 1983).

La acelerada destrucción de los ecosistemas naturales, consecuencia del avance de las fronteras urbana, forestal, agrícola y ganadera, han provocado un profundo deterioro ambiental y una notable reducción en la diversidad biológica del planeta (Ceballos, 1993). Cientos de especies de plantas y animales se han extinguido y miles se encuentran en peligro de desaparecer en el mundo (Ehrlich y Ehrlich, 1981; Wilson, 1988).

La toma de conciencia cada vez más generalizada, sobre la necesidad de conciliar un uso adecuado del patrimonio natural de México con las acciones tendentes a la mejora continua de las condiciones de vida de los ciudadanos, está constituyendo un objetivo de primer orden de la mayoría de los gobiernos e instituciones (SEMARNAP, 2000). La conservación de la naturaleza y los problemas del medio ambiente se han incorporado, así, a cualquier acción que intente incrementar o mejorar las condiciones de bienestar de la población de un determinado territorio (Gutiérrez-Yurrita, 2000).

Dicha preocupación por el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro de las condiciones ambientales, es un asunto relativamente reciente en el conjunto de prioridades manifestadas por el hombre a lo largo de la historia de la tierra. Ya que a pesar de que este planeta, visto como recurso holístico y de sistemas naturales integrados en red para sustentar la vida del hombre, tal y como la conocemos hoy en día, así como la del resto de los seres vivos, no la hemos manejado como tal; al grado que lo consideramos como un simple sistema en la cadena productiva de bienes y servicios económicos (Gutiérrez-Yurrita, 2004). Esta visión mecanicista de la tierra, ha hecho creer al hombre, durante siglos, que es inagotable, por lo que se dejaron de lado las preocupaciones por los asuntos ambientales, hasta fechas relativamente recientes. Así, se ha propiciado una reacción tardía para revertir los impactos ambientales negativos, reforzada por la fé ciega en las capacidades humanas y tecnológicas para resolverlo (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 1995).

En la actualidad el tratar de proteger a un grupo de especies como lo son los anfibios y reptiles, es algo abstracto y poco apreciado, por esta razón es necesario buscar incentivos adicionales para que se visualice la importancia del entorno en el que se ubican y se promueva su conservación. En consecuencia, el manejo de cuencas hidrológicas con enfoque sistémico es una buena opción, ya que es una aproximación al estudio del medio físico y biótico encaminado a desarrollar planes de acción acordes a políticas congruentes con la realidad social, económica y natural de la región analizada (Bailey, 1981). Por lo que este ejercicio es una aproximación jerarquizada de manejo de recursos, en tanto que cuestiona la estabilidad de los sistemas a diferentes escalas espaciales y temporales

(Bailey, 1987). De esta manera, lo que se busca es la conservación de áreas conectadas con verdaderos canales de comunicación donde permeen los procesos ecofisiológicos y donde fluya la información biológica del ecosistema entre sí, mediante la formulación de criterios ecológicamente válidos y económicamente posibles, para el desarrollo integral de la región (Gutiérrez-Yurrita. 2000 y 2004). Por otro lado, al ser las áreas naturales protegidas, paisajes territoriales con atributos no localizados en otras zonas y con funciones ecológicas distintivas, las convierten en áreas prioritarias e idóneas para el comienzo de planes de gestión ecológica territorial, muy distintas a las gestiones realizadas en el resto de los paisaje nacionales; de esta forma el Parque Nacional Lago de Camécuaro es una zona adecuada para este desarrollo de políticas de conservación.

La Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro (MPNLC) es una zona de excepcional belleza escénica caracterizada principalmente por sus manantiales (conocidos en conjunto como el Lago de Camécuaro) de aguas cristalinas y rodeado de sabinos centenarios, que a lo largo del tiempo ha constituido un sitio tradicional de recreo para la población de la región y turistas de todo el país (Figura 1).



Figura 1. Vista general de la importancia turística y recreativa en el Lago de Camécuaro.

Sus aguas fluyen hacia el Valle de Zamora y Ciénega de Chapala; son utilizadas para generar energía eléctrica, pero principalmente se dedican al riego de hortalizas y otros cultivos de importancia nacional e internacional. Lo anterior cobra mayor importancia

por el interés manifiesto del municipio de Zamora al apropiarse del recurso agua, ya que utiliza los manantiales (Figura 2a y 2b) como fuente de abastecimiento de agua potable para su ciudad (Escalera, 2001).

Sin embargo, cabe resaltar que en el ámbito local prevalece una compleja problemática social, basada en la tradición de los usos del Parque y en el desconocimiento de la normatividad vigente de lo que significa un parque Nacional, producto de una falta de conciencia ambiental, principalmente por parte de los comerciantes ubicados en el interior del mismo. Hay, asimismo, un uso desmedido de los recursos naturales (agua, invertebrados acuáticos, pesca) por el desarrollo urbano de la región, y la actividad turística que antepone el interés económico por encima de la conservación de los recursos, conflicto de intereses entre políticos, comerciantes y administradores del parque, práctica de diversas acciones sin considerar el impacto ambiental, entre otras causas (Gutiérrez-Yurrita, *et al.* 2005).



Figura 2a y 2b. Manantiales de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro.

En consecuencia, la Microcuenca presenta síntomas de degradación ecológica tales como: a) disminución del caudal de los manantiales, b) azolve, c) contaminación del lago, d) deterioro del bosque de galería, e) posible desaparición de fauna silvestre y reducción de efectivos poblacionales de especies acuáticas endémicas, f) proliferación de fauna nociva, g) presencia de desechos sólidos, generados principalmente por la actividad turística, y h) cambios en el funcionamiento ecológico general ocasionados entre otras

cosas, por la sobrepesca de especies acuáticas (Gutiérrez-Yurrita y Latournerié, 1999; Escalera, 2001; CONABIO 2004; Gutiérrez-Yurrita, *et al.* 2005).

De acuerdo a lo sugerido por Escalera (2001), para el manejo de los ecosistemas deben definirse ciertos umbrales de perturbación, más allá de los cuales se comprometen la capacidad de autorregulación de los mismos. El respeto a estos umbrales de perturbación se traduce en criterios de conservación y uso sustentable del territorio y de sus recursos. Siendo la herpetofauna un grupo que resiente significativamente los impactos del hombre (Olvera, 2002), por lo que el propósito principal de este trabajo fue, inventariar y determinar el estado ecológico de las poblaciones de anfibios y reptiles; pues estos datos permitirán diagnosticar su condición y servirán de base para proponer medidas de gestión para la conservación en la MPNLC. Además, se busca contribuir a integrar las bases ecológicas, sociales y económicas que imperan en la Microcuenca para su preservación, y mejoramiento del plan rector de manejo del PNLC.

1.2 ANTECEDENTES

Por la aptitud que presenta el área para el desarrollo de actividades turísticas y ante la necesidad de implementar medidas para su conservación, fue declarado Parque Nacional desde el 18 de junio de 1940 por el entonces presidente Lázaro Cárdenas, quedando a cargo de la Secretaría de Agricultura y Fomento con la cooperación de autoridades locales y vecinas de la región.

En 1979 mediante un convenio de colaboración administrativa para la conservación, vigilancia y desarrollo del Parque, realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y el Ayuntamiento de Tangancícuaro, el Parque quedó a cargo de la administración de un patronato. No obstante, no es sino hasta el 12 de agosto de 1991, cuando el Gobernador Constitucional de Michoacán expidió el Reglamento Interior del Parque, estableciendo la Figura del Consejo Directivo del patronato como instancia para la planeación, conservación, mejoramiento, saneamiento del medioambiente, administración,

vigilancia y aprovechamiento del Parque Nacional; así como de las obligaciones de los prestadores de servicios y de los visitantes. De esta forma, se establece que el presidente del Patronato sea nombrado por el Gobernador en turno. Posteriormente, el Consejo Directivo nombra un administrador del parque, el cual fungirá como director técnico. Con esto se asegura que quede relativamente independiente el patronato y el manejo administrativo y técnico del Parque, de la Presidencia Municipal (Escalera, 2001). Afortunadamente este sistema jerárquico ha cambiado, a raíz del informe presentado por Gutiérrez-Yurrita y colaboradores en 2005, ya que la toma de decisiones se ha hecho más horizontal al tomar el presidente del patronato las directrices de manejo impulsados por un director técnico y gestionadas de forma administrativa por un administrador.

Con respecto a su manejo y debido, al multivariado uso del recurso agua, en el 2001 las autoridades y el patronato que administra el parque, deciden acudir al CIIDIR-Michoacán para integrar y desarrollar el programa de investigación denominado: Plan de Rescate Ecológico del Parque Nacional Lago de Camécuaro, el cual pretende contribuir integralmente al conocimiento y solución de la problemática ambiental que presenta el lugar, estableciendo acciones de conservación y aprovechamiento racional y sustentable de sus recursos, que repercutan social y económicamente en el municipio y la región. Como resultado de este proyecto se elaboró el Programa de Manejo del Parque, estudio que desafortunadamente no llega a su conclusión, por cambios administrativos y falta de recursos que evitaron su aprobación, dejando ver deficiencias en algunos aspectos tales como los inventarios biológicos y sus repercusiones ecológicas.

Ante dicha problemática se tuvo la necesidad de elaborar un nuevo plan de manejo y desarrollo. Algunos trabajos aislados en esta búsqueda se han podido realizar, como el conseguir extender la superficie del PNLC dos veces, la primera mediante donaciones de particulares y la segunda mediante la anexión de parte del Cerro de la Cruz. Otros aciertos de las administraciones del Parque han sido regular las actividades comerciales que se desarrollan dentro del parque –alimentación, paseos en bote, músicos, vendedores ambulantes y transportadores en triciclos-; el haber prohibido la entrada de vehículos de motor, animales domésticos y bebidas embriagantes. Así como firmar el 17 de diciembre

del 2004 un convenio con la Dirección de Fomento Turístico de Michoacán para desarrollar y construir las instalaciones necesarias en dos predios aledaños al Parque Nacional con el objeto de incrementar los servicios turísticos de la zona, y así, reforzar las acciones de conservación del Parque sin que éstas vayan en detrimento de la capacidad de carga turística del Parque (Gutiérrez-Yurrita, *et al.* 2005).

Es de resaltar el éxito que ha tenido el programa implementado por el patronato para controlar la basura, deterioro del inmobiliario y el plan de reforestación con plantas producidas en el invernadero del Parque. También es importante señalar el interés que le ha dado la última administración a la investigación, donde se apuesta por conocer a profundidad determinado recurso biótico para aminorar su explotación y así construir el nuevo plan de manejo integral, proyecto que fue realizado por el Laboratorio de Zoología de la Universidad Autónoma de Querétaro en el 2004.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro, se caracteriza por tener una belleza escénica sin igual, resultado de su alto número de manantiales de agua cristalina y escorrentías a lo largo de ésta; convirtiéndose en una zona turística por excelencia. Por otro lado, se ha convertido en una fuente de agua potable para las Ciudades de Tangancícuaro de Arista y Zamora; así como una fuente de agua para riego, que al drenar y al unirse con el agua proveniente del río Duero, forman un canal muy importante para dicha actividad en el valle de Zamora, Michoacán, y desde la zona sur de Jalisco hasta las ciénagas de Chapala.

Sin embargo, no basta con decir que la Microcuenca de Camécuaro posee atributos ecológicos especiales que le hayan hecho merecedora de gestionar su entorno de forma diferente que el de sus alrededores, sino que hay que elaborar una estrategia de manejo con directrices que lleven el sistema natural de la mano con el sistema social y económico, a lo largo del tiempo, ya que el desarrollo turístico que ha enfrentado desde su decreto

hasta hoy día, lo hacen un área de importancia económica y bienestar social para los municipios de Tangancícuaro y Zamora, principalmente, con más de 250,000 visitantes al año, y un gasto medio de \$400.00 por familia; en este punto es interesante señalar que el 56% de los visitantes lo hacen en plan familiar (Escalera, 2001).

Respecto a la riqueza biológica y de los recursos hídricos de la Microcuenca al igual que la mayor parte del país se conoce muy poco, sin embargo, se han podido reportar diversas especies florísticas, así como, fauna acuática, terrestre y aérea que están protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001, que de no encontrar una estrategia adecuada para su conservación, podrían desaparecer del área o extinguirse definitivamente. De esta forma podemos citar algunas especies importantes desde el punto de vista de la conservación biológica, ya sea por su valor escénico, cultural, económico o ecológico, como los ahuehuetes o sabinos en las riveras del lago y del río con más de 500 años de edad; los *Procambarus digueti* (chapos) o camarones de agua dulce que están sujetos a una alta presión de depredación tanto por los visitantes como por los propios lugareños (Pedraza, 2004; Hurtado, com. pers.); dentro del grupo de los peces es importante señalar que se distribuyen la *Lamprata spadiceus* (lamprea) que es una las tres especies de lampreas mexicanas, considerada endémica de la zona y catalogada como especie en peligro de extinción, así como, el Goodeido endémico y amenazado *Zoogoneticus quitzeoensis*. Con respecto a la avifauna en la Microcuenca se puede considerar como un lugar de invernada y santuario para más de 108 especies de aves, cuatro de ellas protegidas por el gobierno mexicano: *Cairina moschata* (Pato), *Anas platyrhynchos diazi* (Ganso), *Accipiter cooperi* (Aguililla) y *Catharus frantzii* (Zorzal); desafortunadamente estas valoraciones han sido puntuales y aislados, por lo que el conocimiento sigue siendo pobre y es posible que si se continua con este uso descontrolado de los recursos naturales del parque, ni si quiera se logre conocerlos (Gutiérrez-Yurrita y col., 2005).

Es evidente que de no tomarse medidas estratégicas de conservación y protección en la Microcuenca, esta zona podría deteriorarse por la gran afluencia de visitantes y la

1.4 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar el diagnóstico de la herpetofauna que sirva para integrar el programa general de conservación de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro, Michoacán.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar el inventario de la herpetofauna de la MPNLC.
- Determinar el estado ecofísico actual de la herpetofauna en la Microcuenca, mediante la elaboración de mapas de dispersión y abundancia relativa.
- Delimitar, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, el área inmediata de influencia ecológica de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro.
- Elaborar el programa general de conservación para la herpetofauna de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro, Michoacán.

1.5 HIPÓTESIS

Si la herpetofauna de la Microcuenca de Camécuaro se compone de especies sensibles a cambios de calidad ambiental, de tal forma que la degradación, fragmentación e introducción de especies más competitivas, puedan poner en riesgo su supervivencia, o reducir considerablemente sus efectivos; por el uso intensivo y descontrolado de la misma, entonces, la valoración de la distribución espacial de la herpetofauna es la base para elaborar un programa de conservación que permita proteger y utilizar los recursos,

CAPITULO 2

CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA

2.1 UBICACIÓN

La MPNLC se localiza al noroeste del Estado de Michoacán, en el municipio de Tangancícuaro de Arista; a 15 km al sureste de la Ciudad de Zamora; a 155 km al noroeste de Morelia; a 209 km noroeste de la Ciudad de México; y a 352 km al sureste de Guadalajara, y a 300 km al oeste de Querétaro; por mencionar algunas ciudades (Figura 3).

Los centros urbanos más importantes y de influencia en la Microcuenca son la cabecera municipal de Tangancícuaro de Arista (15,164 habitantes), Zamora (121,181 habitantes) y Jacona (49,047 habitantes) (INEGI 1995). Sus coordenadas geográficas están entre 19°48.5' y 19°54.8' de latitud norte y 102°11.8' y 102°19.2' de longitud oeste, con una altitud promedio de 1,700 metros sobre el nivel del mar (Fuente: INEGI. Carta topográfica escala 1:50 000, ZAMORA E13B19).

La MPNLC ocupa una superficie de 5,534.95 hectáreas y se caracteriza por tener una forma triangular irregular. El acceso a la zona principal de la Microcuenca "Parque de Camécuaro" está comunicada por un camino asfaltado de aproximadamente 700 metros de longitud que entronca con la carretera federal No.15 México - Guadalajara, a la altura del kilómetro 14 del tramo Zamora - Morelia (Escalera 1999).

2.2 RELIEVE (ALTITUDES PRINCIPALES)

Las mayores altitudes se ubican en la porción sur-oeste de Tangancícuaro (Figura 4), en donde el cerro el Mirador tiene una altitud de 2240 msnm, el cerro la Huerta con 2320 msnm, el cerro Tamandaro tiene 2480 msnm y el cerro Azul con 2780 msnm, siendo los más destacados; otro cerro importante es el de la Cruz con una altitud de 1750 msnm

Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

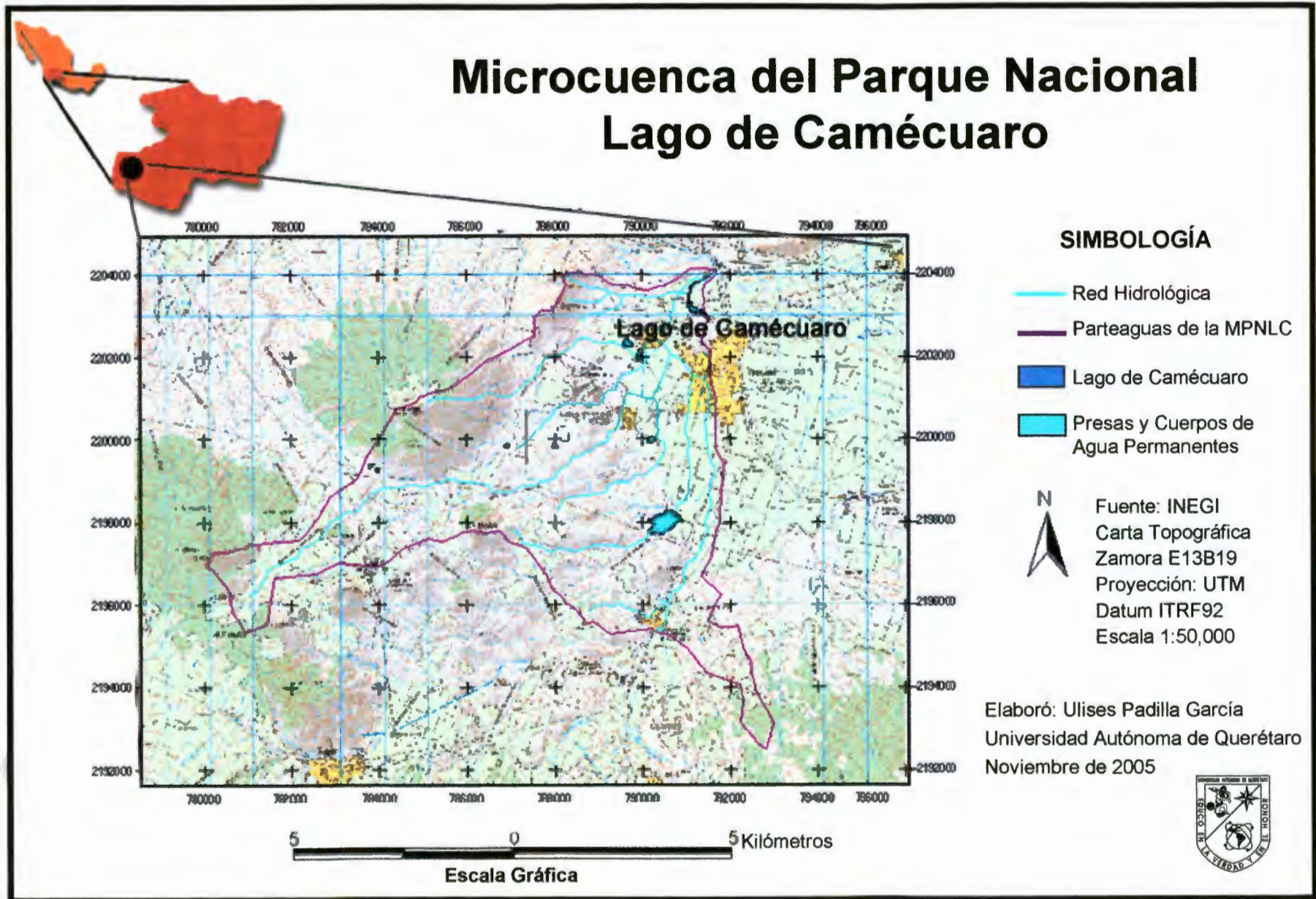


Figura 3. Ubicación de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

Mapa Topográfico de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

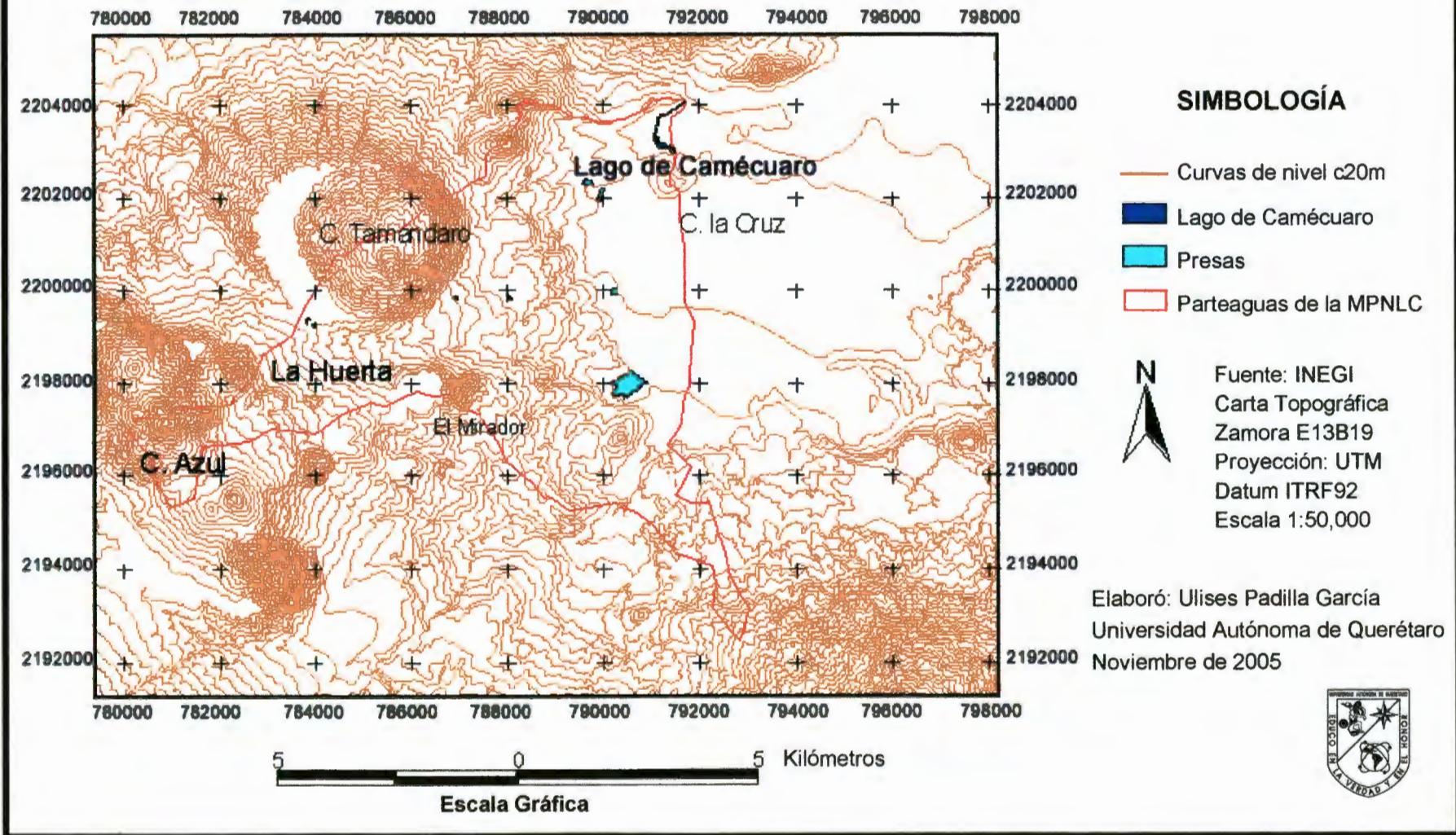


Figura 4. Mapa Topográfico de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

(Fuente: INEGI. Carta topográfica y edafológica escala 1:50 000, ZAMORA E13B19). En general podemos decir que la topografía es plana, con pendientes suaves, nunca mayores al 35% (SARH 1993).

2.3 FISIOGRAFÍA (PROVINCIA Y SUBPROVINCIA)

Fisiográficamente la MPNLCse encuentra ubicada en la provincia del Eje Neovolcánico, dentro de la Subprovincia "Sierras y Bajíos michoacanos", que se caracterizan por una gran masa de rocas volcánicas de diversos tipos, acumuladas en innumerables y sucesivos episodios volcánicos iniciados desde mediados del terciario hasta el presente (Escalera 1999).

La zona general en donde se ubica la Microcuenca está integrada por grandes sierras volcánicas y coladas lávicas, conos dispersos o en enjambres, amplios escudo-volcanes de basalto y depósitos de arena y cenizas, además de otras formaciones dispersas entre las extensas llanuras. Esta intrincada orografía volcánica, aunada a la depresión del Lerma, favorece la variedad microclimática y de vegetación que caracteriza la zona (bosques de oyamel, de pino-oyamel, de pino, de pino-encino y de encino), siendo rica en áreas de recarga de agua y por ende de manantiales y acuíferos confinados, o profundos. Parte de estos acuíferos dan origen al Lago de Camécuaro y le mantienen sus niveles hídricos (Escalera 1999).

2.4 GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA

Geológicamente la Microcuenca esta compuesta de rocas sedimentarias y vulcano sedimentarias. Geológicamente hablando, el área data del cenozoico, desarrollándose a partir de basaltos, brechas, tobas, andesitas y riolitas. Los minerales constituyentes de la roca dominante (basalto) son ricos en calcio, magnesio y fiero, con presencias moderadas

en potasio y sodio, lo que hace que los suelos presentes en el área sean muy fértiles, arcillosos y de color oscuro (SARH 1993).

La estratigrafía regional presente en la zona reconoce como la unidad más antigua a la denominada Secuencia Volcánica Intermedia (SVI) del mioceno inferior (12 a 8 m.a.) definida así por Pasquare, y col. (1985) en la región de Arandas-Atotonilco y Villa Chavinda, para nuestra zona de interés dicha Secuencia no aflora.

La actividad volcánica del pleistoceno (datada en aproximadamente 1.3-0.8 m.a.) es la más ampliamente distribuida en la región, posiblemente se inició con cortas fases andesítico-basálticas que evolucionaron posteriormente a basaltos de hiperstena y formaron conos de lava y pequeños volcanes como la Beata, Tamandaro y San Ignacio; que bien pudieran asociarse con aquellas prominencias volcánicas conocidas como el volcán Encinal y Nogales y aquellos que constituyen las partes altas de la Sierra de Pajacuarán (Garduño y col. 1999). El vulcanismo cuaternario corresponde al evento volcánico más reciente y está representado por conos cineríticos distribuidos en la zona y cuyos productos volcánicos son principalmente basaltos de olivino y andesitas, siendo la edad radiométrica reportada para estas rocas de 0.5-0 m.a. (pleistoceno medio-holoceno), en las localidades de Cerro La Cantera, La Ladera y Colorado (Garduño y col. 1999).

Sus suelos son de tipo vertisol principalmente con 3,522.5 has. (Figura 5), el cual se caracteriza por presentar grietas anchas y profundas en época de sequía, es duro, arcilloso, de coloración negra rojiza o gris y susceptible a la erosión, en este tipo de suelos la vegetación es muy variada y se compone principalmente de arbustos. En algunas zonas se presenta suelo vertisol crómico y pélico, formado de una textura más fina que el suelo anterior, pero a la vez presenta una fase lítica pedregosa, con fragmentos menores de 7.5 cm, producto de una alta erosión (SARH 1993).

Otros tipos de suelos presentes son el Feozem con 22.8 has., que presenta una capa superficial oscura, suave y rica en humus, común en terrenos planos y poco inclinados. El Luvisol que se localiza en 796.1 has., que se caracteriza por

Tipos de Suelo en la Microcuenca Parque Nacional Lago de Camécuaro

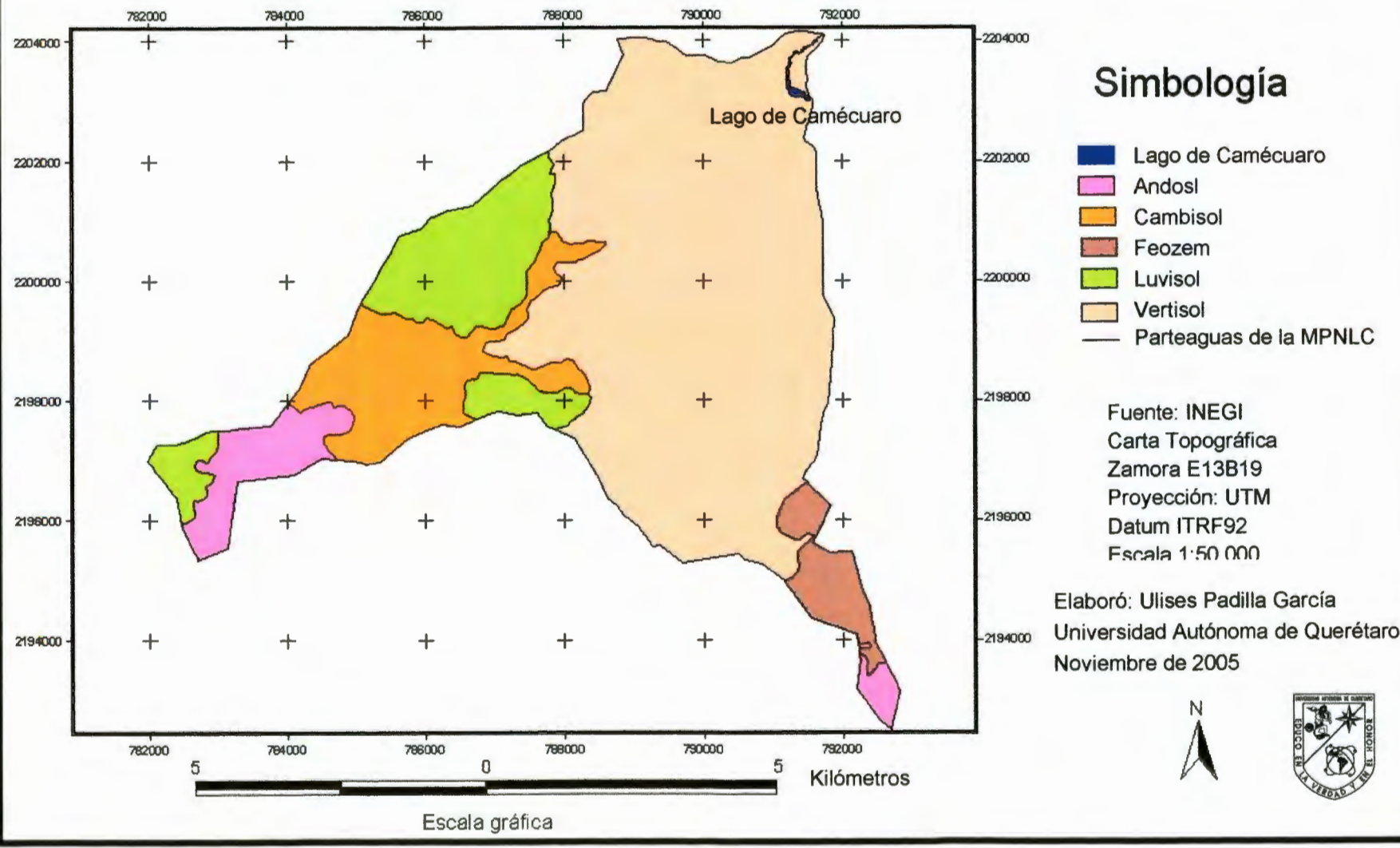


Figura 5. Tipos de Suelo en la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

tener un enriquecimiento de arcilla en el suelo, que lo hace más fértil; son de color rojizo claro, pardos y grises, que se usan para fines agrícolas y pastoriles. Otro tipo de suelo presente es el Andosol con 340.6 has., que es un suelo que se desarrolla sobre cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos, el cual se caracteriza por tener altos valores en contenido de materia orgánica (más del 20 por ciento), además de tener gran capacidad de retención de agua y mucha capacidad de cambio; su rasgo más sobresaliente es la formación masiva de complejos amorfos humus-aluminio. Finalmente el Cambisol con 678.7 has., que se considera como un suelo de cambio, que se desarrolla sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial; este suelo se caracteriza por una débil a moderada alteración del material original, por la ausencia de cantidades apreciables de arcilla, materia orgánica y compuestos de hierro y aluminio.

2.5 CLIMA

De acuerdo a la clasificación de Koppen modificada por García (1973), la región presenta una fórmula climática: C (w₁) (w) a (e) g , que corresponde a templado subhúmedo, con una temperatura media del mes más caliente mayor a los 22° C durante el verano, la diferencia de temperatura entre el mes más frío y el más caliente oscila entre 7 y 14 ° C , el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano, con porcentaje de precipitación invernal menor de 5mm, siendo la precipitación del mes más seco menor de 40mm, de acuerdo a los datos obtenidos durante los periodos de 1961 y 1990 por la estación meteorológica de Camécuaro, estos datos fueron calculados a una escala local a nivel de topoclima.

Por otro lado la Microcuenca cuenta con datos climatológicos que se obtienen de tres estaciones meteorológicas, más o menos equidistantes al Lago de Camécuaro. Así, las fórmulas climáticas y los datos medios anuales de cada estación se pueden apreciar

en el Cuadro I (Climas de Köppen modificados por García 1981); el clima en esta región se estimó al tomar en cuenta las tres estaciones meteorológicas más cercanas a la zona:

- 1) Estación de Camécuaro: se localiza al noreste del Lago, casi colindando con el río Camécuaro –es la más cercana al Parque Nacional-; su clima es semicálido, húmedo, con lluvias de verano; la temperatura más alta es 23°C en mayo y la menor es 14°C en enero; el verano es cálido; la oscilación térmica es extremosa (7 a 14°C) y su marcha es tipo Ganges, la temperatura media anual es 18.5°C; la mayor precipitación se registró en junio (206 mm), mientras que la menor es en marzo (0.2 mm), la precipitación media es 900 mm.; la precipitación en invierno es menor del 5% de la total; su altura es 1530 msnm.

- 2) La estación Urepétiro, se localiza al noreste del Parque Nacional; presenta clima templado húmedo con lluvias en verano; la temperatura más fría es 14°C en enero y la más alta es 21.3°C en junio; el verano es fresco y largo, con oscilación térmica extremosa; la temperatura media anual es 17.9°C; la mayor precipitación se localiza en junio (214.3 mm) y la mínima se registró en febrero (2.6 mm), el porcentaje de lluvia invernal es menor del 5% de la total; su altitud es 1800 m.

- 3) Estación meteorológica de Zamora: localizada al noroeste del Parque Nacional, reporta un clima semicálido del grupo C o templado subhúmedo, pero el más cálido y seco de los templados, con temperatura media anual 20.4°C; la temperatura del mes más frío es 16.5°C y la del mes más cálido 23.7°C; la marcha de temperatura es tipo ganges, con verano cálido; la mayor precipitación pluvial se presenta en julio (163.9 mm), mientras que la del mes más seco es 8.3 mm en abril; la lluvia invernal es menor al 5% de la total siendo esta última 720.9 mm; su altitud es 1567 m.

COORD.	PROM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
19°12'	18.5°C	14	15	17	20	23	23	20	20	20	19	16	15
102°11'	900	12	1	0	21	47	162	207	198	165	63	23	11
1530msn	Fórmula climática de CAMÉCUARO : AC (w ₁)(w)a (e) g												

COORD.	PROM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
19°58'	17.9	14	15	17	19	21	21	20	19	19	18	16	15
102°08'	900	10	3	2	13	44	171	214	200	166	67	17	7
1530msn	Fórmula climática de UREPÉTIRO : C (w ₁) (w) b (e)												

COORD.	PROM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
19°59'	20.4	17	18	20	22	24	23	22	22	21	20	19	17
102°18'	720	16	6	9	8	31	129	164	153	132	51	16	14
1567msn	Fórmula climática de ZAMORA : (A)C (w ₀)(w)a (e) g												

Clave: COOR.= coordenadas; L= latitud; L= longitud; A= altura; T= temperatura (°C); P= precipitación (mm).

Cuadro I. Datos meteorológicos y fórmulas climáticas de las estaciones meteorológicas más cercanas al PNLC, con valores medios mensuales del período de 1990.

Puede resumirse que en la región de la Microcuenca el clima más posible sea templado semicálido subhúmedo, con régimen de lluvias de verano. En la parte norte del área de estudio el verano es cálido, mientras que en la parte oriental es fresco y largo. La oscilación térmica es extremosa; tipo gangas en Zamora y Camécuaro, es decir, el mes con temperatura más alta está antes del solsticio de verano; la temperatura media anual oscila entre 17.9 y 20.4°C (Figura 6); la precipitación media anual varía de 720 a 900 mm con un promedio de 840mm (Figura 7); la precipitación media anual en invierno es menor al 5% de la total y la mayor precipitación se localiza en la región noreste y este (Gutiérrez-

Yurrita, 1994). Y en la Figura 8 se puede observar el diagrama ombrotérmico de la estación que más se aproxima al microclima del Parque Nacional Lago de Camécuaro.

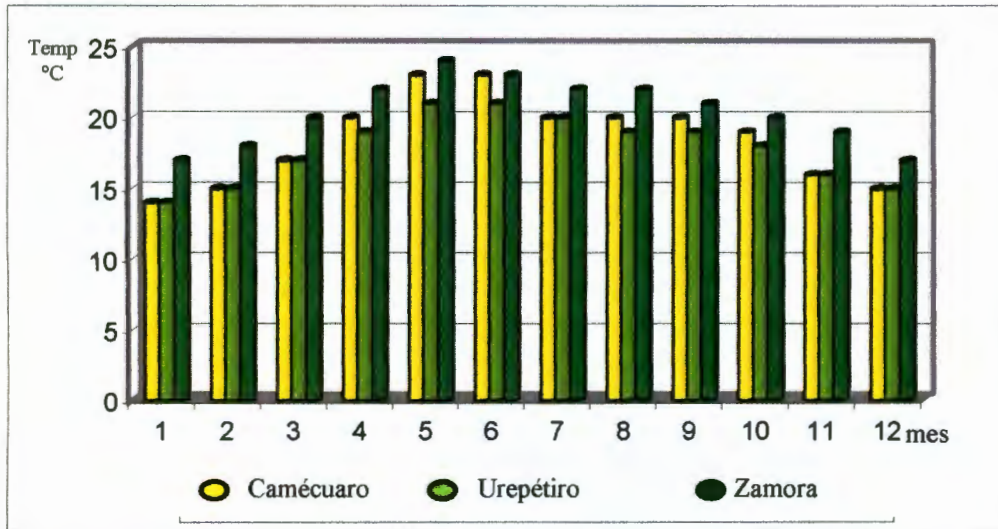


Figura 6. Grafica del comportamiento de la temperatura promedio por mes en las tres estaciones meteorológicas, durante del período de 1990.

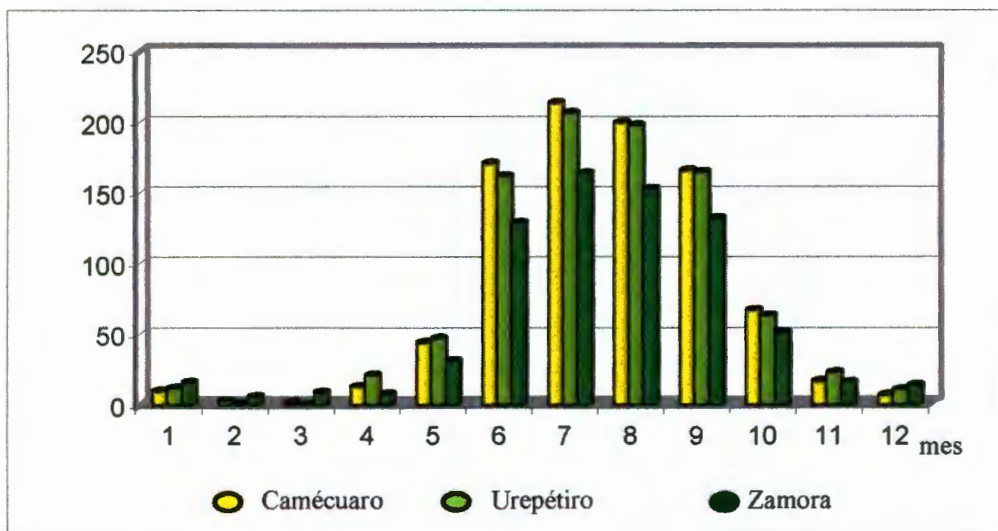


Figura 7. Grafica del comportamiento de la precipitación promedio por mes en las tres estaciones meteorológicas, durante del período de 1990.

Las diferencias microclimáticas se pudieran deber a la diferencia en la cobertura vegetal, ya que en el noroeste la tierra es utilizada para la agricultura (fresa, frijol, col, piña y en algunos casos maíz), por tal motivo, en esta zona se alcanzan las temperaturas más altas, porque, como reportan García (1983) y Barrey y Chorley (1992), el calor que irradia la tierra es de longitud de onda larga, mientras que el calor proveniente del sol es de longitud de onda corta, por lo tanto, la atmósfera se calienta por el calor emitido de la tierra y en los lugares deforestados ésta guarda y desprende el calor más rápido provocando grandes oscilaciones térmicas, así como temperaturas más altas que en zonas boscosas.

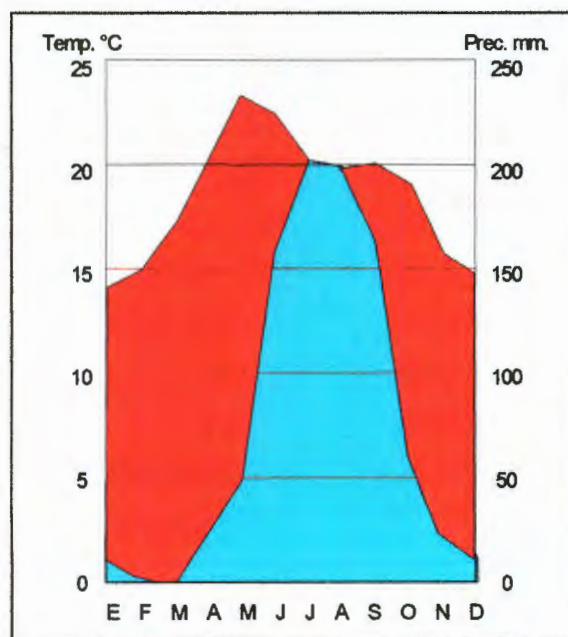


Figura 8. Diagrama ombrotérmico clásico para la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro. La superficie azul denota la precipitación, mientras que la roja representa la temperatura.

Un aspecto que puede ser interesante de señalar es que al hacer un análisis detallado, mediante quintiles, de los meteoros que conforman el clima de la región (precipitación y temperatura), se aprecia que tanto la temperatura como la precipitación media mensual y anual van en aumento; la velocidad de incremento de la precipitación es superior a la tasa de aumento de la temperatura, por lo que cada vez es más húmeda la región (anexo 1).

2.6 HIDROLOGÍA

Michoacán por su ubicación geográfica, es uno de los estados de la República Mexicana que cuenta con importantes recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, siendo los primeros los más abundantes y los que más se utilizan. Michoacán forma parte de 4 regiones hidrológicas: En la porción norte se localiza la región Lerma-Chapala-Santiago (No. 12); la del Río Balsas (No. 18) situada en la porción central, y; en la Sierra Coalcomán, zona costera del sur, están ubicadas las regiones "Armería-Coahuayana" (No. 16) y "Costa de Michoacán" (No. 17), (INEGI, 1995).

De acuerdo a la nomenclatura actual, basada en Regiones Administrativas a través de consejos de cuenca, la MPNLC se localiza en la Región VIII (Lerma-Santiago Pacífico), con una disponibilidad natural de agua en Base Media de $35,282\text{hm}^3$, y una base media per de $1,902\text{hm}^3$ al año (CNA-SEMARNAP 1999).

En la región Lerma-Chapala-Santiago se extienden importantes cuerpos de agua naturales, como los Lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Chapala, y de tipo artificial como la Presa de Tepuxtepec, la de Cointzio y Malpaís que irrigan amplias zonas agrícolas. En la región existen dos sistemas acuíferos, cuya recarga proviene, en primer caso, de las laderas sur de los valles de Tangancícuaro, Zamora y Chavinda y en la porción oriente del Valle de Guadalupe, Tangancícuaro y Zamora, así como el agua de lluvia precipitada en las laderas; y finalmente, una mínima porción la constituyen las aguas de retorno agrícola. La descarga es a través del drenado natural hacia el río Duero y las extracciones a través de abundantes pozos y norias. En el segundo caso, se recibe una recarga proveniente de la meseta Tarasca, a través de numerosos e importantes manantiales como son los de Camécuaro, Chilchota, Presa Verduzco, Junguarán, Guarío, Cupatziro, Cuanio el grande, Orandino, Irán, Aricho y Ostácuro; presentando un flujo general hacia los ríos Chilchota y Duero.

El proceso de recarga de los manantiales de Camécuaro se deriva de las precipitaciones que se infiltran y provocan una precolación profunda a través de las

consideradas zonas de recarga y descarga de su agua al río Duero (CIDEM 1999). Así, al lago lo conforman numerosos manantiales que brotan en la porción sur del Lago, formando una poza de agua cristalina, que vierten posteriormente en la subcuenca del Río Duero (Figura 9a y 9b, y 10), el cual es afluente de la cuenca del río Lerma (SARH 1993), la mayoría de sus corrientes pertenecen al grupo de primer, segundo y tercer orden. De los 840mm de precipitación media anual, se estima que entre el 10 y el 20% se infiltra, alimentando los acuíferos confinados y profundos.



Figura 9a. Lago de Camécuaro formado por manantiales subterráneos.



Figura 9b. Río del Lago Camécuaro que desemboca en el río Duero.

La batimetría general del lago y río Camécuaro es irregular en la mayoría de sus tramos, la cual es característica de ríos con corrientes variables y fuertes crecidas, ya que ocasionalmente quedan atrapados árboles en medio de la corriente, lo que favorece la sedimentación diferencial y un esquema batimétrico heterogéneo (Claver 1991). De acuerdo a las teorías de envejecimiento de sistemas acuáticos (Wetzel 1975, Smith 1990), cuando el canal del sistema acuático presenta bordes con pendiente pronunciada como en este caso, indica un fuerte socavamiento por los componentes antes dichos; puede decirse, entonces, que se trata de una Microcuenca “geológicamente madura” (Figura 11), sin embargo, es necesario realizar de un estudio más profundo para poderlo corroborar y asegurar.

Red Hidrográfica de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

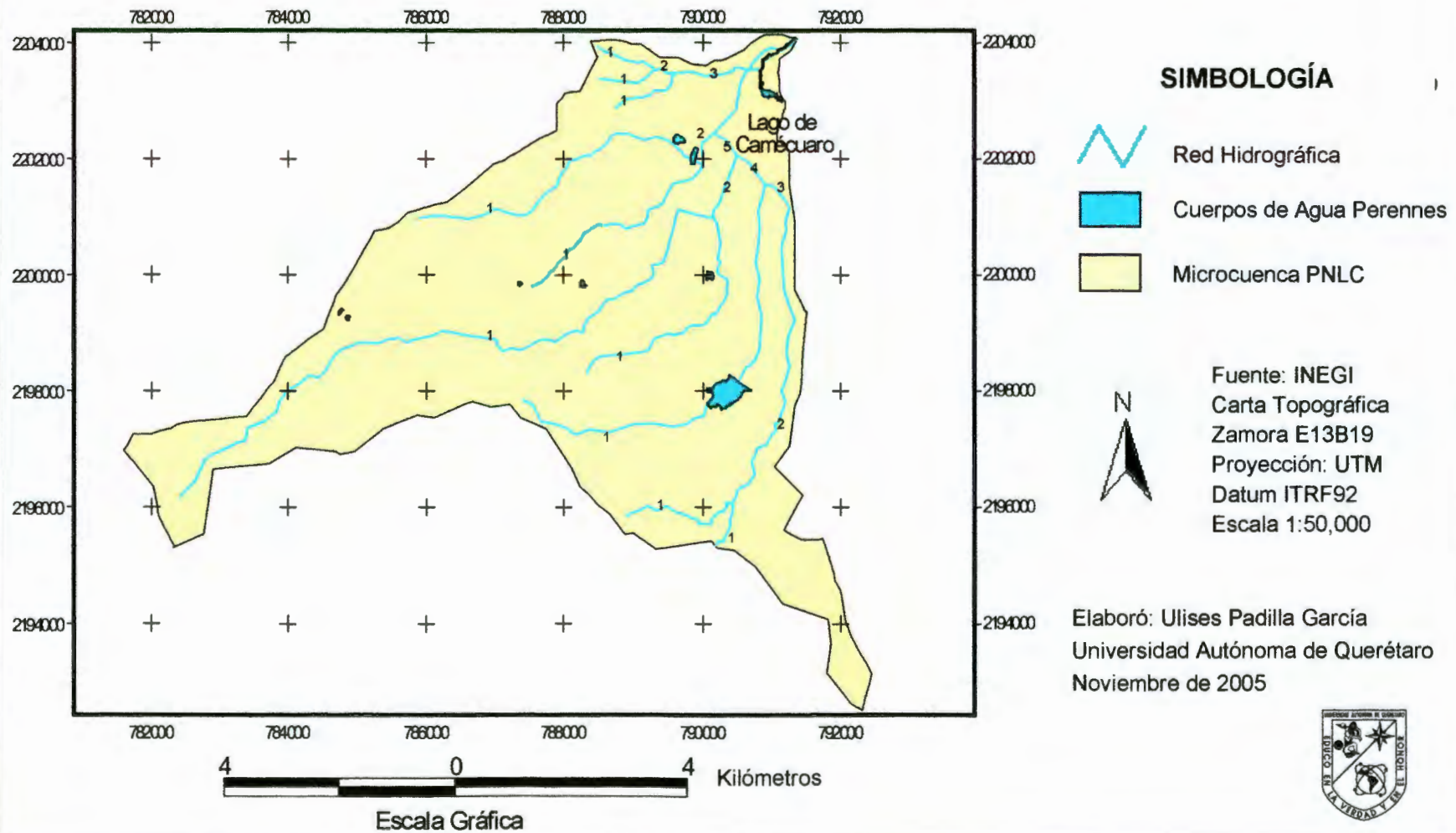


Figura 10. Red Hidrográfica de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

Estos supuestos se ven corroborados por las aseveraciones de Barbour (1973), Heine (1973) y más recientemente Sládecèk y Vilaclara (1993), al comentar que las cuencas localizadas cerca o en el cinturón neovolcánico, como la subcuenca del Duero, están en proceso de senectud puesto que se formaron en el cuaternario y han sido objeto de gran explotación humana. A este respecto, es importante señalar que las fluctuaciones del lago Camécuaro se deben, en gran medida, a la gestión que los agricultores hacen de sus sistemas de riego, de la subcuenca del Duero, ya que derivan parte de su caudal en canales de riego, durante la estación pluvial, reduciendo el ritmo de crecida natural; mientras que durante el estío, cierran las compuertas de entrada de agua a los canales de riego, así como de la presa de Urepetiro, provocando una baja considerable en el gasto de toda la subcuenca. Este manejo desordenado y poco ecológico altera ostensiblemente el régimen hídrico y el hidroperiodo de la MPNLC, afectando el desarrollo de las poblaciones de fauna nativa, principalmente la del bentos (Gutiérrez-Yurrita 1994). Por último, las descargas del drenaje de las ciudades aledañas al sistema acuático Camécuaro (Tangancícuaro en primer lugar), además de modificar su caudal, alteran significativamente su calidad acuática (Gutiérrez-Yurrita y col. 2005).

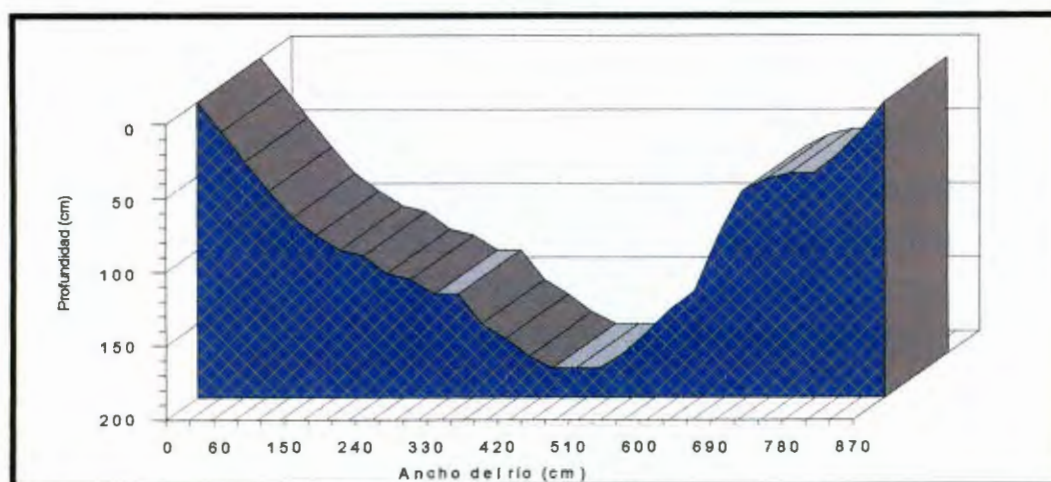


Figura 11. Perfil batimétrico de la salida de agua del Lago de Camécuaro, en una sección transversal (lugar donde nace el río Camécuaro, propiamente dicho), modificado de Gutiérrez-Yurrita (1994).

La descripción morfométrica del sistema acuático Camécuaro, en resumen, se describe así: El lago nace debido a una serie de fracturas litológicas que permiten el brote de varios manatales (más de 50 pequeños manantiales), posteriormente se forma un

pequeño río de primer orden el cual, tras un recorrido de aproximadamente 2km en dirección noreste, desemboca en el río principal de la subcuenca, el Duero, en el lugar llamado Adjuntas. El agua es totalmente transparente (1.80 m de profundidad máxima); el fondo está cubierto por hojas caídas de los ahuehetes y suelo negro abundante en detritus, en algunos lugares las raíces de estos árboles y los numerosos meandros forman pequeños humedales.

Por su parte la anchura del lago varía de 1m a 40m, mientras que la del cauce varía entre 5 y 10 m y su morfometría se puede apreciar en la Figura 12; este tipo de morfobatimetría muestra una amplia zona de humedal, es decir, áreas adyacentes al canal que tienen influencia directa del nivel de agua en el Río, llegando a inundarse cuando éste alcanza su nivel máximo en la crecida (no esquematizada en la Figura); bancos de pendiente cerca de 45° ó 1:3, que restringe la velocidad del flujo; y el fondo se encuentra cargado hacia uno de los costados del canal. Por todo lo anterior, se puede considerar a Camécuaro como un río geológicamente seminuevo, de flujo casi constante y lento durante el ciclo anual y con elevadas fluctuaciones de arrastre de material en suspensión, poco durante el estío y abundante en la época pluvial (Platts y col., 1983).

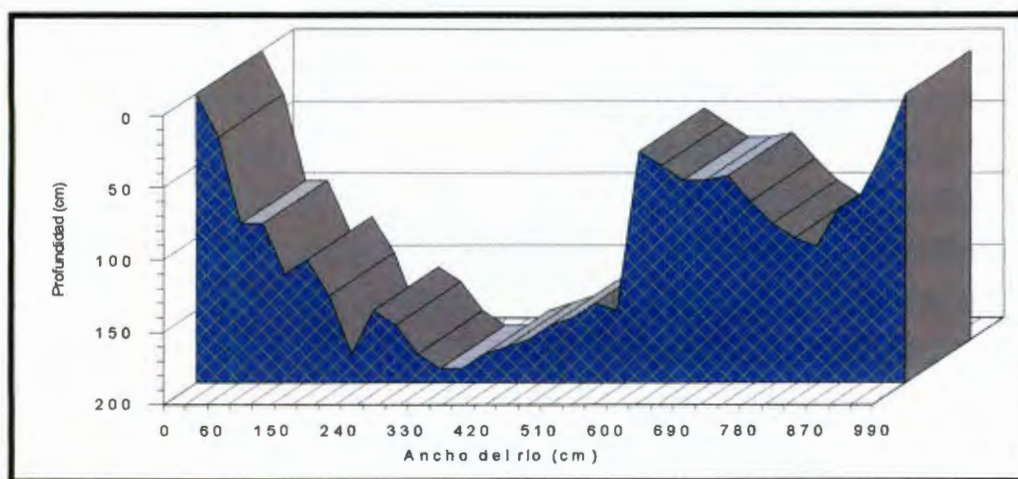


Figura 12. Perfil batimétrico del río camécuaro aproximadamente 40m agua debajo de la desembocadura del Lago (modificado de Gutiérrez-Yurrita, 1994). Se denota la influencia de las crecidas y del manejo del agua por el hombre por la pendiente y morfometría de la cubeta.

2.7 VEGETACIÓN

El municipio de Tangancícuaro y sus alrededores carecen de estudios florísticos que permitan tener una referencia precisa sobre el tipo de vegetación que se desarrolla en la Microcuenca, sin embargo, la información generada por el programa del CIIDIR-IPN (2000), la carta de uso del suelo de INEGI para la región de Zamora y el trabajo de observación en campo, permitió generar el mapa de vegetación de la Microcuenca, la cual deja ver una gran cantidad de superficie terrestre con alto grado de perturbación.

Prácticamente todas las comunidades vegetales se ven afectadas por la agricultura, la ganadería, los asentamientos humanos, las obras hidráulicas, las vías de comunicación y la contaminación ocasionada por el hombre, así como por la extracción y la destrucción de las plantas nativas. Algunas comunidades como el bosque de encino y la vegetación subtropical ya se ven muy fraccionadas, pues han mermado rápidamente su extensión (Figura 13a y 13b).

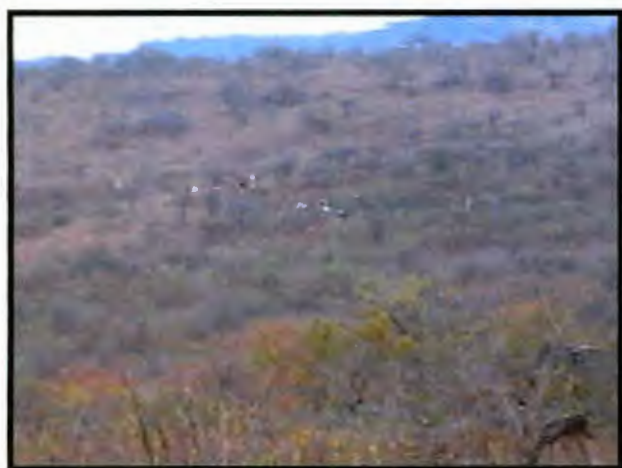


Figura 13a y 13b. Perturbación y deterioro de la Microcuenca provocada por la actividad ganadera, agrícola y por los vertederos de basura al aire libre.

A pesar de toda la problemática anterior y en función de la gran diversidad fisiográfica, geológica y climática, se pueden diferenciar algunas asociaciones vegetales representativas para la Microcuenca (Figura 18). La vegetación con mayor cobertura en la Microcuenca corresponde a lo que Rzedowski y McVaugh (1966) denominaron como “matorral subtropical” (Figura 14a y 14b), que ocupa 2,799.5 has. de superficie en la

Microcuenca. Este matorral se caracteriza por la presencia de especies tolerantes a grandes perturbaciones antrópicas. En el informe se identificaron 177 especies, representadas en 58 familias botánicas. Las especies mejor representadas son de la familia Compositae, Leguminosae, y Verbenaceae. Los autores del documento observaron que las especies que alcanzaron el mayor valor de importancia como elementos naturales del matorral subtropical son *Acacia pennatula* e *Ipomoea murucoides*, lo cual indica que juegan un papel muy importante en la estabilidad del ecosistema. Por otra parte las especies de *Abilgaardia mexicana*, *Acalypha hypogaea*, *Agonandra racemosa*, *Annona* sp., *Aralia humilis*, *Brickellia* aff. *monocephala*, *Dioscorea militaris*, *Escobeidia longiflora*, *Houstonia* sp., *Hymenocallis concina* y *Xylosma flexuosum*, son de gran relevancia al menos para el Cerro de la Cruz, dado que sus poblaciones están muy reducidas; además, de que estas especies pueden ser consideradas como indicadoras de humedad del suelo, debido a que durante la época de secas, sólo permanece el bulbo al interior de la tierra, para volver a florear en la siguiente temporada de lluvias. Otras especies de importancia son *Lantana hispida*, *Phyla nodiflora*, *Priva grandiflora*, *Verbena bipinnatifida*, *Verbena carolina*, *Hybanthus attenuatus*, *Cissus syciodes* y *Kallstroemia rosei*.



Figura 14a y 14b. Matorral subtropical (clasificación de RZEDOWSKI Y McVAUGH, 1966).

Bosque de galería o área de rívera ocupa una extensión de 58.86 has., que es la típica vegetación de las riberas de ríos, escorrentías y lagos (Figura 15a y 15b), donde el elemento arbóreo dominante es el *Taxodium mucronatum*, que crece con un dosel muy

cerrado, lo que impide el paso de la luz al suelo limitando así el crecimiento de plantas acuáticas. Hay dos especies más presentes; *Salix chilensis* y *Fraxinus uhdei*. Asociado a esta vegetación podemos observar zonas de áreas Inundables o Humedales de partes bajas (Vegetación helófitas), este tipo de vegetación se forma en depresiones de terreno cercanas a ríos que pueden mantener agua sin tener corrientes por lo que se pueden asentar especies como *Arundo donax*, *Cyperus sesleroides*, *Heteranthera peduncularis*, *Hydrocotyle verticillata*, *Ludwigia peploides*, *Polygonum amphibium*, *Polygonum hydropiperoides*, *Portulaca pilosa*, *Potamogeton nodosus*, *Sagittaria latifolia* y *Typha latifolia*. Esta vegetación se encuentra en un área donde los ahuehuetes son jóvenes y su dosel no es tan cerrado como en el resto del cauce y son de importancia para el desarrollo y supervivencia de la mayoría de las especies de anfibios y culebras (Gutiérrez-Yurrita y col., 2005).



Figura 15a y 15b. Vegetación riparia y Bosque de galerías.

Bosque de *Quercus* (bosque de encinos), este tipo de vegetación se observa en las partes altas de la Microcuenca especialmente en la zona sureste con un total de 133.1 has., que es la zona donde comienza la serranía de la región y donde el clima se vuelve más templado y semihúmedo (Figura 16a y 16b). Algunas de las especies presentes son *Quercus aristata*, *Q. Elliptica* y *Q. Planipoculata*, formando bosques de 10 a 15 metros de alto y moderadamente densos, que corren por todo el sector meridional de la Sierra Madre

Occidental. En algunas partes aledañas se pueden ver bosques de *Quercus resinosa*, que es característico por sus hojas grandes y pálidas en el envés (Rzendowski, 1978).



Figura 16a y 16b. Bosque de *Quercus* (encino).

Las zonas de agricultura con un total de 2,283.9 has. y el pastizal inducido con 3.26 has., se encuentran distribuidas en toda la Microcuenca, y junto a las zonas de pastoreo son las responsables en gran parte de la perturbación de la vegetación original, pues ocupan una superficie considerable en la región. Con respecto a las tierras de cultivo se pueden observar dos tipos de agricultura, la de temporal, donde se cultiva maíz, frijol y papa como algunos de los principales productos, y la agricultura de riego que es la de mayor importancia pues los cultivos de fresa, col, brócoli y maguellales (Figura 17a y 17b), se han convertido en la base comercial y económica de la región.



Figura 17a y 17b. Cultivo de maguey y fresa.

Tipos de Vegetación de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

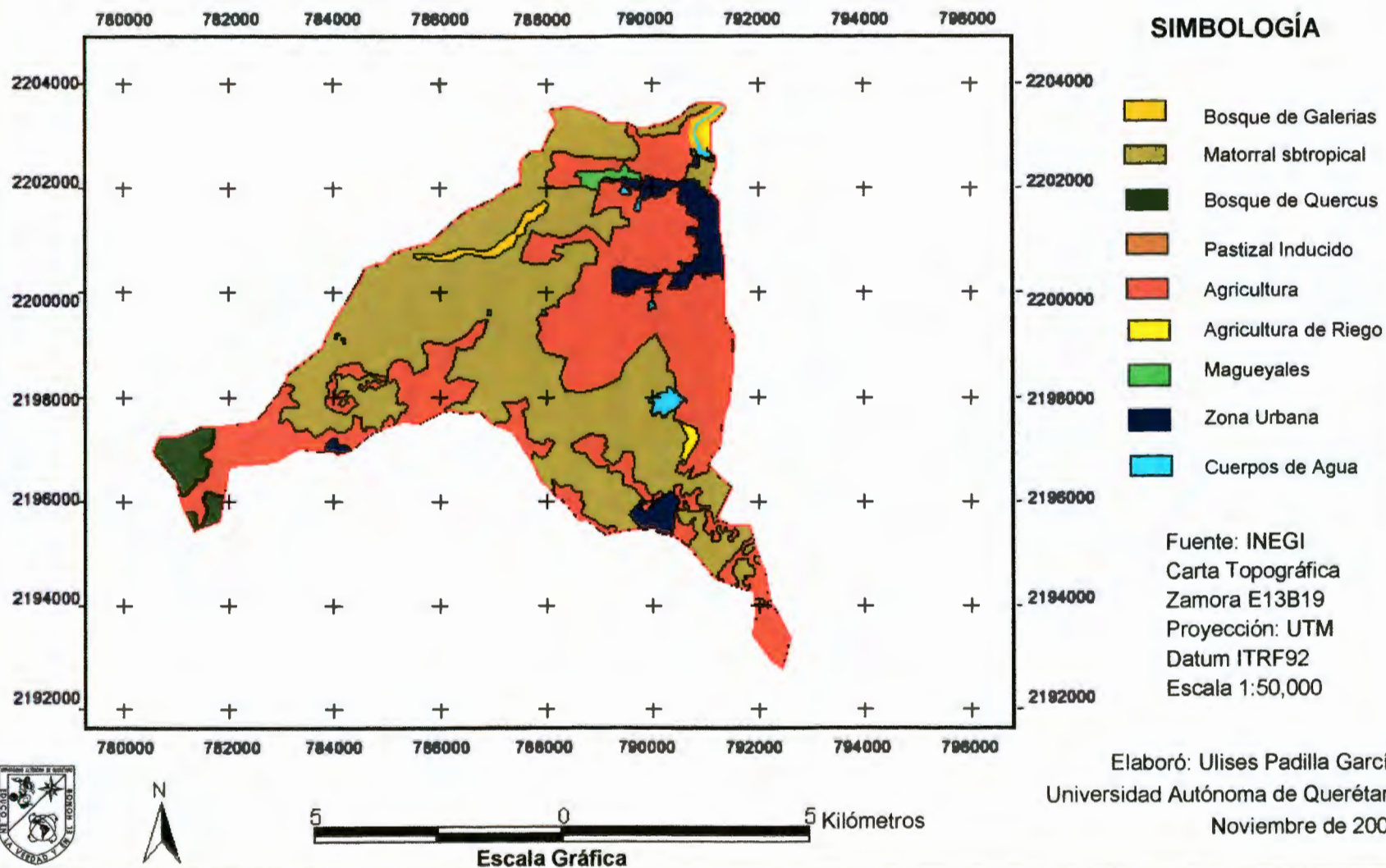


Figura 18. Tipos de Vegetación de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

2.8 SOCIOECONÓMICA

En términos generales la Microcuenca pertenece al municipio de Tangancícuaro el cual tiene una superficie total de 22,263.315 has. (INEGI 1996). Actualmente el municipio cuenta con una población total de 35,000 habitantes de los cuales el 51% son mujeres y el 49% hombres, teniendo una población económicamente activa del 42%. Cerca de 1050 personas son indígenas que hablan su propia lengua (Purépecha).

La actividad económica principal del municipio se centra en el sector agropecuario (agricultura y ganadería) y en los últimos años el sector terciario ha venido incrementando su participación en la economía del municipio, así como también el ingreso económico que envían los migrantes, quienes radican principalmente en el Estado Norteamericano de Kansas (Ciudad de Edwardsville); con esta ciudad norteamericana el Municipio tiene estrechos convenios de apoyo; Edwardsville apoya con materiales y desarrollo de tecnología a la ciudad de Tangancícuaro así como, con un programa de Universidad virtual de Kansas (Ayuntamiento de Tangancícuaro 2004). Por otro lado, el Parque Nacional Lago de Camécuaro, representa un flujo importante de turismo regional según datos del administrador-director técnico del parque, ya que al año lo visitan aproximadamente 250,000 personas, lo que presenta un flujo económico de más de \$2,500,000.00 de pesos para el municipio, así como también de generación de empleos.

El patronato del parque nacional ha dividido las fuentes de ingresos que se obtienen por concepto de turismo en el Parque en dos rubros: ingresos obtenidos por concepto de taquillas (actividad directa del parque) y que sirven para su mantenimiento, cuidado, restauración y conservación; y los ingresos percibidos por los comerciantes y otros prestadores de servicios a turistas (actividad indirecta), estos ingresos no aportan nada o casi nada al mantenimiento del parque. Es importante citar como ejemplo que la administración del parque percibió durante 1997 y 1998, cerca de \$750,000.00 pesos por concepto de entradas al parque (taquilla), lo que lo hace autosuficiente, ya que el parque no recibe ninguna ayuda económica de ningún tipo. Por concepto de estacionamiento han ingresado en el mismo periodo alrededor de \$850,000.00 pesos.

La cabecera municipal, cuenta con todos los servicios tanto de salud como en materia de educación, en este último servicio se tiene hasta el nivel medio superior y próximamente contarán con una extensión de la universidad del estado.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se hizo una revisión bibliográfica exhaustiva, para reunir datos acerca de los diferentes programas de conservación, manejo o protección de flora y fauna silvestre en el país, con el propósito de conocer su metodología y la manera de interpretar los resultados para diseñar un adecuado programa para la región interesada. Esta revisión se llevo acabo en bibliotecas privadas y publicas, tales como los centros documentales de la SEMARNAT, SEDESU y Universidad Autónoma de Querétaro, entre otras.

Con respecto a la herpetofauna de la región y sus zonas de influencia, la búsqueda incluyó su distribución, localidad en que fueron registradas y por quiénes fueron registradas, así como datos que brinden información sobre su hábitat (tipo de vegetación, temperatura, altitud, etc). La búsqueda de información previa no se restringió a la literatura especializada, sino que comprendió también ejemplares de la Colección Herpetológica del Laboratorio de Zoología de la Universidad Autónoma de Querétaro, así como del Instituto de Biología y el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", de la Facultad de Ciencias, ambos pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México. Las cuales son las colecciones científicas mexicanas que poseen un número significativo de colectas para el Estado de Michoacán.

De igual manera se realizó una consulta, vía Internet y correo, en la que se revisaron listados herpetofaunísticos de colecciones pertenecientes a instituciones norteamericanas que han realizado investigaciones sobre la herpetofauna del estado, entre otras:

- University of California at Berkeley. Museum of Vertebrate Zoology
- California Academy of Sciences
- Swedish Museum of Natural History
- Illinois Natural History Survey (INSH Collection Database)

-
- Texas Natural History Collections
 - Field Museum of Natural History Chicago Museum of comparative Zoology
 - Harvard University

3.2 TRABAJO DE CAMPO (COLECTAS)

Siendo uno de los objetivos principales conocer el estado actual de la herpetofauna en la Microcuenca, mediante la elaboración de su inventario, dispersión y abundancia relativa, se realizó trabajo de campo para la colecta de esta información en toda la Microcuenca. Estos muestreos cubrieron un año efectivo de colectas, que abarcaron los periodos de febrero de 2004 a mayo de 2005; sin incluir dos visitas prospectivas en enero de 2004 para determinar las áreas y técnicas de muestreo. Con esto se decidió realizar un muestreo que nos permitiera conocer a las especies que habitan en dicho lugar y áreas de influencia, por consiguiente se eligió un método de muestreo teórico polietápico y estratificado. Polietápico porque el muestreo de las poblaciones se hicieron en varias etapas, es decir en diferentes momentos (colectas cada tres semanas durante un ciclo anual), esto es porque en un solo muestreo no es posible abarcar un número representativo de las poblaciones del universo de trabajo, ya que las formas de vida de los anfibios y reptiles varía de acuerdo a la estación y condiciones ambientales; y estratificado por que el factor principal fue considerar la heterogeneidad del paisaje de la Microcuenca, de tal forma que los muestreos abarcaron todos los tipos de vegetación y uso del suelo.

La colecta, búsqueda y observación de anfibios y reptiles se llevó a cabo durante el día y la noche, para lograr registrar tanto organismos de actividad diurna como nocturna, tratando de recorrer trayectos largos, dentro de un radio no mínimo de 5 km en torno al punto de referencia elegido como localidad general, de esta manera el muestreo cubrió prácticamente toda la Microcuenca.

Para el registro y la colecta de especímenes se utilizaron las técnicas de captura directa propuestas por Casas-Andréu, Valenzuela-López; y Ramírez-Bautista (1991),

utilizando para este fin material especializado como ligas, ganchos y pinzas herpetológicas para su captura, y sacos de manta para su transporte. El sacrificio de los organismos capturados se realizó utilizando las técnicas propuestas por Vanzolini y Papavero (1985), que consisten en inyectar al organismo algún barbitúrico (xilocaína) al cerebro y para su fijación formol al 10%. La preservación de los organismos se realizó en frascos de vidrio o plástico con alcohol al 70%.

Los datos obtenidos durante el trabajo de campo fueron recopilados en una hoja de registro de muestreo, con un formato similar al utilizado en el Laboratorio de Zoología de la UAQ (Ver anexo 2). Esta hoja de registro se utilizó por cada localidad y muestreo, y esta información sirvió para conocer no solamente el dato de localidad, sino también aspectos biológicos y de dispersión para cada especie.

Cabe aclarar que el sacrificio de organismos fue de sólo un ejemplar de cada especie por localidad de muestreo, ya que en el presente trabajo no se pretendió formar una colección científica de referencia, sino de determinar taxonómicamente a los organismos que se encuentran en la Microcuenca. Sin embargo, se tomaron datos del resto de los organismos observados que sirvieron de apoyo para el análisis y diagnóstico de las poblaciones de anfibios y reptiles. Todos los organismos sacrificados se depositaron en la colección herpetológica del Laboratorio de Zoología de la Escuela de Biología (LZEB) de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).

Dada la importancia que tiene el escalamiento de la cuenca para proponer planes de gestión y conservación biológica, así como para hacer observaciones comparativas y estudio de inventarios de especies, se consideró una jerarquización ecosistémica a dos escalas: a nivel de ecotopo (habitats) y a nivel de ecosecciones (Microcuenca) (Bailey, R. G. 1987; Whit, y col. 1992; Klijn, F. 1994; Montes, y col. 1998; Gutiérrez-Yurrita, 2000). Esto con la finalidad de comparar la dispersión y distribución de las especies en la Microcuenca y en el PNLC para tener bases ecofísicas y dar un mejor plan de conservación para la herpetofauna.

Los tipos de dispersión de un grupo de especies en este caso herpetofaunísticas, para el óptimo aprovechamiento de los recursos en una región, puede seguir tres patrones (Figura 19), según los modelos tradicionales propuestos por Odum (1972).

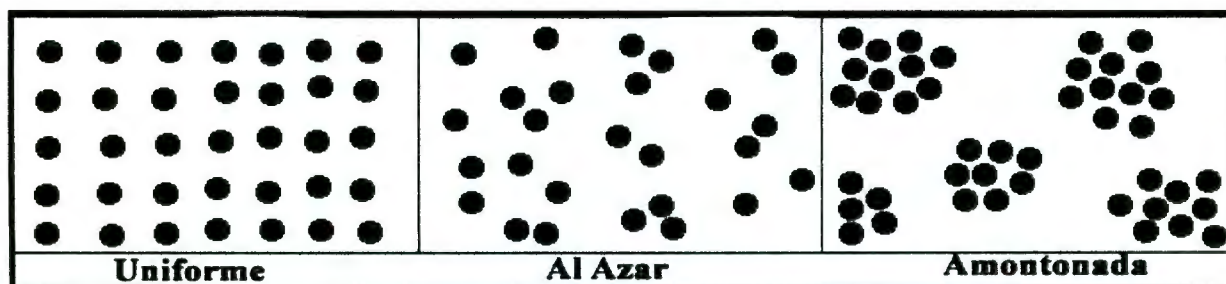


Figura 19. Tipos de dispersión interna de una población (Odum, 1972)

Para conocer el modelo de distribución de los anfibios y reptiles en la Microcuenca, se utilizó el método propuesto por Greig-Smith (1964), que considera la acumulación de especies por cuadrantes medios, que permiten determinar los tipos de distribución por medio de la curva resultante, según lo que se muestra en la siguiente Figura (20). El tipo 1 es al Azar, el 2 contagiosa con agregados al azar, la 3 es contagiosa con agregados regulares y 4 dos escalas de distribución.

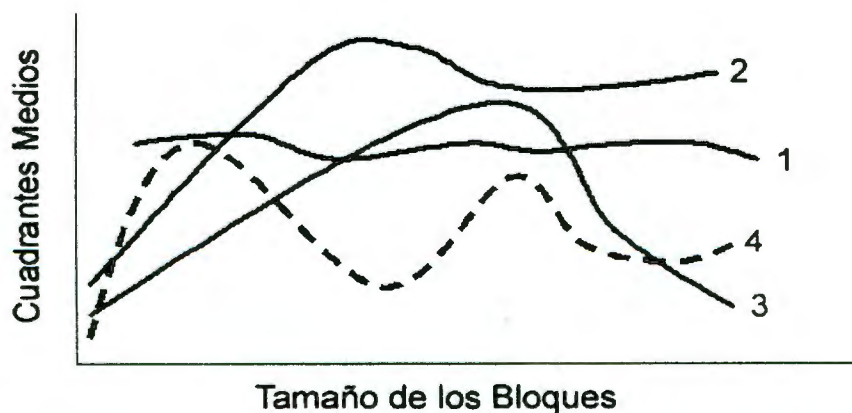


Figura 20. Tipos de distribución según el comportamiento de los cuadrantes medios (Greig-Smith 1964).

Para tener un respaldo estadístico de los resultados del análisis de la presencia de especies en los cuadrantes de la Microcuenca y PNLC, se corrió un análisis de distribución de Poisson, que considera la frecuencia relativa observada con respecto a la frecuencia relativa teórica (esperada), con una prueba de bondad de ajuste de X^2 , que se encargara de aceptar o desechar el grado de dispersión de las especies en un área determinada, con la anterior prueba.

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Frec.Obs.} - \text{Frec.Esp.})^2}{\text{Frec.Esp.}}$$

Para estimar el estatus ecológico a nivel de Microcuenca de cada una de las especies observadas, se utilizo su abundancia relativa, siguiendo los criterio adoptado por Muñoz (1988), Hernández (1989), Cox (1990) y Padilla (1996) que establecen: 1 ó 2 ejemplares como una especie rara, 3 ó 5 ejemplares especie moderadamente abundante y 6 ó más ejemplares, especie abundante.

3.3 TALLER DE CONSERVACIÓN PARA LA HERPETOFAUNA

Para complementar la diagnosis sobre la herpetofauna de la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro, se realizaron tres talleres.

- 1) Enero de 2004, reunión con el Patronato del Parque para dar a conocer el proyecto y buscar su apoyo tanto técnico como económico.
- 2) Mayo de 2004 con los estudiantes de nivel medio superior del municipio (Preparatoria Por Cooperación de Tangancicuaro) con el propósito darles los

conocimientos básicos de cuenca, conservación y diversidad, para obtener como resultado su participación en la documentación de especies herpetológicas que ellos conocen, su distribución en la Microcuenca y las posibles soluciones que ellos veían para su conservación. El material utilizado fueron mapas impresos de la Microcuenca, guías herpetológicas y presentaciones en power point.

- 3) Octubre de 2004 taller especializado para la formación de técnicos en el manejo de anfibios y reptiles en cautiverio (estudiantes interesados y futuros responsables de las acciones de conservación a tomar).

- 4) Enero de 2005 con los trabajadores del parque y representantes de comercio y turismo asociados al parque. El propósito de este taller fue el mismo que el de los estudiantes, dar los conocimientos básicos de cuenca, conservación y diversidad, para obtener como resultado su participación en la documentación de especies herpetológicas que ellos conocen, su distribución en la Microcuenca y las posibles soluciones que ellos veían para su conservación y como se pueden involucrar en esta acción. El material utilizado fueron mapas impresos de la Microcuenca, guías herpetológicas y presentaciones en power point.

- 5) Marzo y Abril de 2005 talleres y platicas a los niños de las escuelas primarias del municipio de Tangancicuaro, para presentarles la herpetofauna de la Microcuenca y la Guía de Anfibios y Reptiles para la misma

Con el propósito de fundamentar aun más la información obtenida con la participación de todos aquellos que asistieron a los talleres, se aplicó una encuesta para obtener datos específicos de la herpetofauna de la región (ver anexo 3).

3.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Para realizar la base cartográfica y el análisis espacial de los datos, se decidió utilizar como plataforma ArcView, por muchas razones, entre ellas porque:

- ArcView es una colección organizada de múltiples ventanas asociadas que nos permiten fácilmente realizar análisis visuales.
- Debido a su fácil manejo y a su disponibilidad en la Institución.
- Por que es un Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Actualiza mapas dinámicamente.
- Es una herramienta de edición.
- Permite realizar búsqueda de datos y representarlas.
- Permite graficar.

Para la entrada de datos cartográficos se utilizó información solicitada a INEGI correspondiente a ZAMORA, Michoacán (E13B19). La imagen cartográfica digital topográfica con clave EB8273 y el conjunto de datos vectoriales con clave EB8550, ambos productos a una escala 1:50,000. Y las cartas topográfica, uso del suelo y edafológica a la misma escala.

El sistema de proyección utilizado es el geográfico y el sistema de coordenadas UTM (universal Transverse Mercator). Las unidades utilizadas son metros para los cálculos correspondientes a superficies como áreas y perímetro, etc.

Para determinar el polígono de la Microcuenca se utilizó el método semiautomatizado con las herramientas provistas por ArcView , tomando como base la información de la zona solicitada y comprada de INEGI. (Cartas digitales y vectoriales de la zona E13B19, correspondiente a ZAMORA, Michoacán).

Para el análisis adecuado de los anfibios y reptiles en la Microcuenca y poder proponer el Mapa de Aptitud para la Conservación Herpetológica, se crearon las capas cartográficas:

- Topográfica
- Escorrentias
- Vegetación
- Edafología
- Áreas protegidas
- Vegetación conservada
- Tenencia de la tierra
- Asentamientos humanos
- Cuerpos de agua
- Zonas de actividad agropecuaria
- Riqueza de especies herpetológicas

La mayor parte de los datos fueron capturados por la digitalización sistemática de fotografía aérea a una escala de 1:10,000 para la Microcuenca en general y de 1:5,000 para el Parque Nacional Lago de Camécuaro, vuelo realizado en 1997 y proporcionado por la dirección administrativa del parque.

Esta información permitió proponer el mapa de aptitud para la conservación herpetológica. La cual se sustentó con la metodología propuesta por Saaty en 1980, para la elaboración de mapas de aptitud, que consiste en el proceso jerárquico y analítico de factores y que considera los siguientes tres puntos:

a) Matriz de comparación de factores

- Si el factor A es más importante que el factor B

Se asigna a cada comparación de factores un número del 1 al 9 evaluando que tanto el factor A es más importante que el factor B en una toma de decisiones.

- Si el factor A es menos importante que el factor B

Se asigna al factor A el valor inverso del punto anterior, por lo tanto un valor de $1/9$ hasta 1.

- Donde los valores de ponderación van de $1/9$ $1/7$ $1/5$ $1/3$ 1 3 5 7 9

1 iguales

- 3 poco más importante
- 5 medianamente más importante
- 7 fuertemente más importante
- 9 extremadamente más importante

b) Cálculo de los pesos de los factores

- Se calcula el peso para cada valor de cada uno de los factores

Factor a = suma de la primera línea

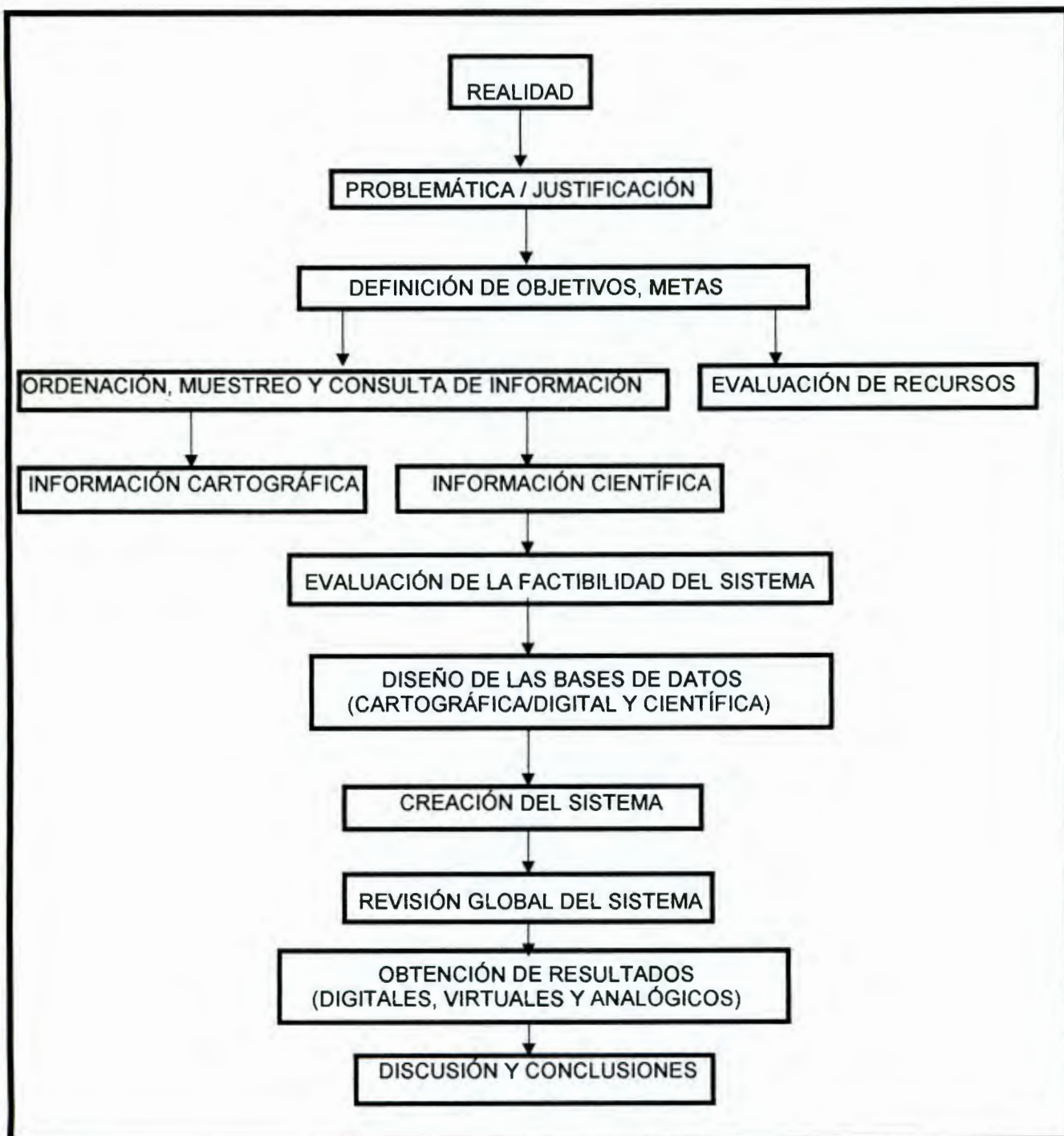
Factor b = suma de la segunda línea

Factor c = suma de la tercer línea

c) Aplicación espacial

- Es la suma de los pesos a las capas de información en formato raster, de tal manera que al finalizar este proceso obtengamos un mapa de aptitud para la conservación.

El buen resultado de todo este proceso depende de la planeación metodológica que hagamos del proyecto, en este sentido en el Cuadro 2 se muestra el marco conceptual que se diseño para este proyecto.



Cuadro 2. Marco conceptual del diseño cartográfico y la obtención del mapa de aptitudes para la herpetofauna de la Microcuenca.

3.5 GUÍA HERPETOLÓGICA DE LA MICROCUENCA DE CAMÉCUARO

Como productos adicionales a esta investigación se elaboró una guía herpetológica para la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro, que tiene como propósito principal divulgar de manera adecuada la importancia de este recurso y generar una conciencia ecológica encaminada hacia la protección no solamente de este recurso, sino de todos en general.

Este producto se elaboró con la información generada y recopilada sobre la Microcuenca y su herpetofauna. La guía por cuestiones económicas se decidió hacerse en plataforma digital, de tal manera que sea un documento interactivo de consulta, en formato PDF. Las partes que componen a esta guía son:

- Introducción (¿qué es un reptil?, ¿qué es un anfibio?, importancia social, biológica y económica de esta fauna).
- Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro (generalidades).
- Listado y generalidades de los anfibios de la Microcuenca.
- Listado y generalidades de los reptiles de la Microcuenca.

3.6 HERPETARIO DE CAMÉCUARO

Para montar el herpetario se recurrió a crear terrarios de exhibición de madera de 80 cm de ancho, por 50 cm de alto y 40 cm de profundidad, con frente de cristal. Cada uno de estos terrarios se decoro y ambiente de acuerdo al paisaje del lugar donde se encuentra de forma natural cada especie. Cabe mencionar que el propósito de este espacio es educar, mostrar e informar a los visitantes del Parque y a los propios pobladores de Tangancícuaro, la importancia de estos organismos en el ecosistema para poder protegerlos y consérvalos de forma natural, para erradicar los falsos mitos a los que están sujetas estas especies, motivo por el cual más de la mitad se encuentra con problemas de conservación.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

“DIAGNÓSTICO HERPETOLÓGICO”

4.1 RIQUEZA DE ANFIBIOS Y REPTILES EN LA MICROCUENCA

Con base a la información obtenida de la bibliografía especializada, del trabajo de campo y de la revisión de las colecciones herpetológicas antes mencionadas, la herpetofauna del Parque Nacional Lago de Camécuaro está constituida por 30 especies (ver Cuadro 3 y anexo 4), las cuales se agrupan en 3 ordenes, 11 familias y 22 géneros.

Clases	Ordenes	Familias	Géneros	Especies
Anfibia	1	3	3	4
Reptilia	2	8	19	26
Total	3	11	22	30

Cuadro 3. Estructura herpetofaunística del Parque Nacional Lago de Camécuaro.

Es importante señalar que todas las especies registradas en este trabajo, incluyendo las citadas bibliográficamente fueron colectadas y corroboradas tanto en campo como en el Laboratorio de Zoología de la UAQ, con ayuda de gente experta a nivel nacional de la UNAM y de la Escuela de Biología de Huejutla Hidalgo (Figura 21a y 21b).



Figura 21a. Equipo de trabajo del Laboratorio de Zoología de la UAQ.



Figura 21b. Equipo de trabajo del Laboratorio de Zoología, UAQ y del PNLC.

El muestreo en campo cubrió un poco más de un año efectivo de colectas, que abarcaron los periodos de febrero de 2004 a mayo de 2005; sin incluir dos visitas prospectivas en enero de 2004 que se utilizaron para determinar las áreas y técnicas de muestreo. Durante este periodo se lograron capturar a las 30 especies ya citadas, con un esfuerzo de trabajo de 8 horas al día, incluyendo la noche con cuatro o cinco colectores para cada uno de los muestreos, de tal manera que creemos que el listado de especies que registramos en este trabajo es lo más cercano a la realidad de la Microcuenca, sin embargo, es de esperar que este listado crezca un poco más, por las costumbres fosoriales que algunas de las especies presentan. De hecho, el número máximo de especies se alcanzo exactamente en el 13avo mes manteniéndose sin cambio hasta el mes 15 de colecta (Figura 22).

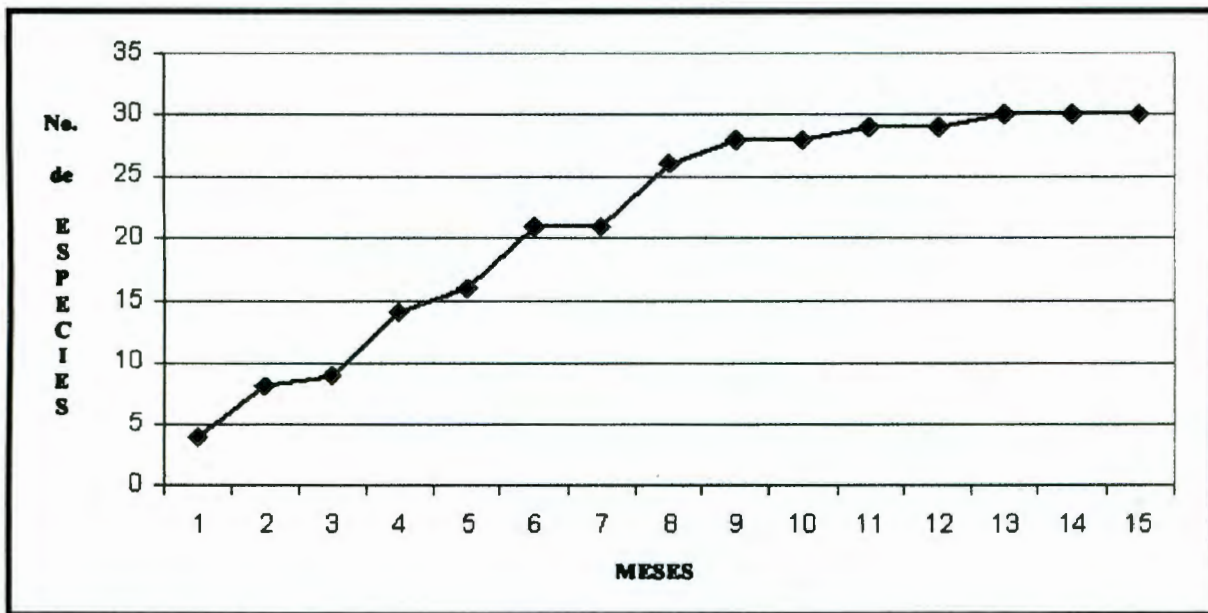


Figura 22. Curva de acumulación de especies durante el periodo de muestreo y colecta en la MPNLC.

De acuerdo a cada uno de los grupos representativos en la Microcuenca, tenemos que las ranas y sapos representan el 14%, las tortugas el 1%, las lagartijas o sabandijas el 27.5% y las serpientes el 57.5%; convirtiéndolas a estas últimas en el grupo más rico en cuanto al número total de especies registradas para la zona (Figura 23).

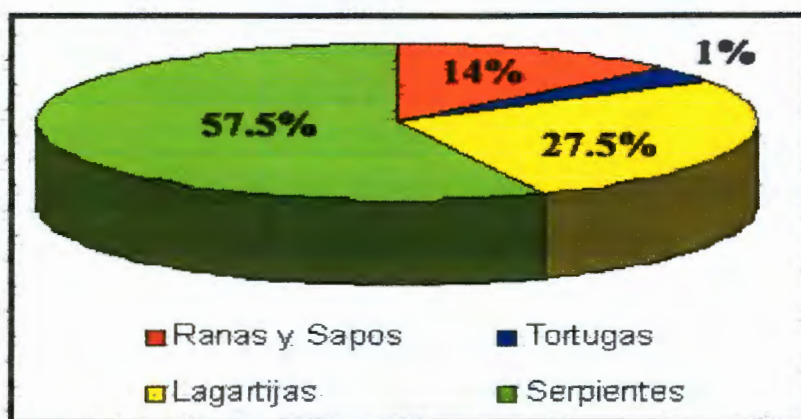


Figura 23. Porcentaje de especies por grupo representativo para la herpetofauna de la Microcuenca.

Es importante mencionar que de las 30 especies que se registran para la Microcuenca, 10 son registros nuevos para la región (ver Cuadro 4) y representan el 33.3% del total de especies registradas. De ellas, la mayoría pertenecen a la familia Colúbrida con seis especies: *Diadophis punctatu*, *Drymarchon corais*, *Lampropeltis mexicana*, *Ninia diademata*, *Thamnophis cyrtopcis* y *Salvadora sp.*

ESPECIES		
<i>Hyla arenicolor</i>	* <i>Urosaurus bicarinatus</i>	<i>Oxibelis aeneus</i>
<i>Hyla eximia</i>	<i>Anolis nebulosus</i>	<i>Pituophis deppei</i>
<i>Rana spectabilis</i>	<i>Cnemidophorus sp.</i>	* <i>Thamnophis cyrtopcis</i>
* <i>Spea multiplicatus</i>	<i>Conopsis biserialis</i>	<i>Thamnophis eques</i>
<i>Kinosternon integrum</i>	* <i>Diadophis punctatus</i>	<i>Thamnophis melanogaster</i>
* <i>Sceloporus dugesi</i>	* <i>Drymarchon corais</i>	<i>Thamnophis scalaris</i>
<i>Sceloporus grammicus</i>	* <i>Lampropeltis mexicana</i>	* <i>Salvadora sp.</i>
* <i>Sceloporus heterolepis</i>	<i>Leptophis diplotropis</i>	<i>Micrurus sp.</i>
<i>Sceloporus scalaris</i>	<i>Masticophis mentovarius</i>	<i>Leptotiphops dulcis</i>
<i>Sceloporus torquatus</i>	* <i>Ninia diademata</i>	<i>Crotalus molossus</i> (Pr)

* Nuevos registros para la región.

Cuadro 4. Especies de anfibios y reptiles para la Microcuenca (* es registro nuevo para la región).

4.2 DISPERSIÓN (DISTRIBUCIÓN) DE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA.

Para los análisis de dispersión de las especies de anfibios y reptiles registradas para la Microcuenca a nivel de población, se utilizaron los modelos tradicionales propuestos por Odum (1972), donde habla de tres patrones de comportamiento: uniforme, azar y amontonada. Con este objetivo se muestreo toda la Microcuenca en diferentes momentos del año y considerando la heterogeneidad del paisaje de la cuenca, de tal forma que los muestreos abarcaron todos los tipos de vegetación y uso del suelo.

Se encontró que la herpetofauna asociada a los bosques de galería eran los más ricos en especies con un total de 21, seguido por el matorral subtropical con 15, el bosque de encino con 10 y las zonas de agricultura y agostadero con 9 especies (Figura 24 y anexo 5).

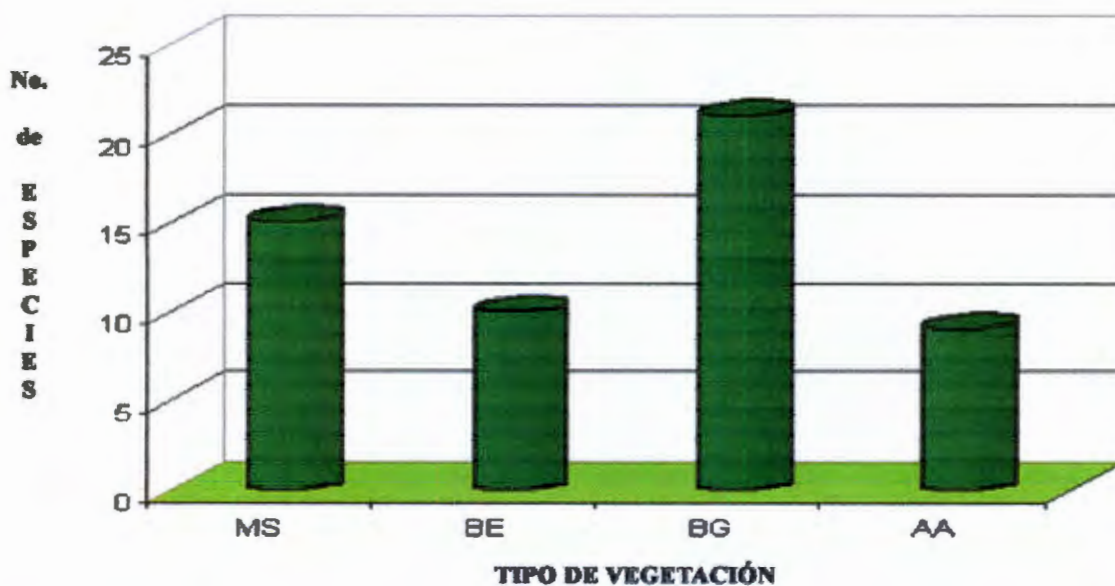


Figura 24. Número de especies por tipo de vegetación representativa en la Microcuenca (MS = Matorral Subtropical; BE = Bosque de Encino; BG = Bosque de Galerías y AA = Agricultura y Agostadero).

Con el propósito de ver los mecanismos de dispersión y distribución de la población de anfibios y reptiles, en la Figura 25 se muestra el comportamiento de la misma a una escala de microcuenca por cuadrantes y en el Cuadro 5 se muestra el comportamiento de la distribución de la Herpetofauna en la MPNLC.

Cuadrante	No De Especies	Frecuencia Relativa (obs)	Frecuencia Relativa (teo)	χ^2	Cuadrados Medios
A5	9	0.06818182	0.010008342	0.33813324	9
A6	2	0.01515152	0.009218742	0.00381807	5.5
B4	1	0.00757576	0.009111146	0.00025874	4
B5	10	0.07575758	0.010126533	0.42536113	5.5
B6	0	0	0.009004806	0.00900481	4.4
C3	2	0.01515152	0.009218742	0.00381807	4
C4	2	0.01515152	0.009218742	0.00381807	3.7
C5	5	0.03787879	0.009549213	0.08404513	3.8
D3	7	0.0530303	0.009776083	0.19137804	4.2
D4	3	0.02272727	0.009327608	0.01924942	4.1
D5	1	0.00757576	0.009111146	0.00025874	3.9
E2	3	0.02272727	0.009327608	0.01924942	3.7
E3	9	0.06818182	0.010008342	0.33813324	4.2
E4	5	0.03787879	0.009549213	0.08404513	4.2
E5	3	0.02272727	0.009327608	0.01924942	4.1
E6	0	0	0.009004806	0.00900481	3.9
F2	10	0.07575758	0.010126533	0.42536113	4.2
F3	9	0.06818182	0.010008342	0.33813324	4.5
F4	5	0.03787879	0.009549213	0.08404513	4.5
F5	10	0.07575758	0.010126533	0.42536113	4.8
F6	2	0.01515152	0.009218742	0.00381807	4.6
G1	2	0.01515152	0.009218742	0.00381807	4.5
G2	21	0.15909091	0.011522478	1.88990967	5.2
G3	2	0.01515152	0.009218742	0.00381807	5.1
G4	1	0.00757576	0.009111146	0.00025874	4.9
G5	2	0.01515152	0.009218742	0.00381807	4.8
G6	4	0.03030303	0.00943776	0.04612954	4.8
G7	2	0.01515152	0.009218742	0.00381807	4.7
	132			4.7771144	

Cuadro 5. Valores de frecuencia, frecuencia relativa observada, frecuencia relativa esperada, valores de χ^2 y valores de cuadrados medios, para la herpetofauna de la MPNLC.

Distribución de la Herpetofauna en la MPNLC

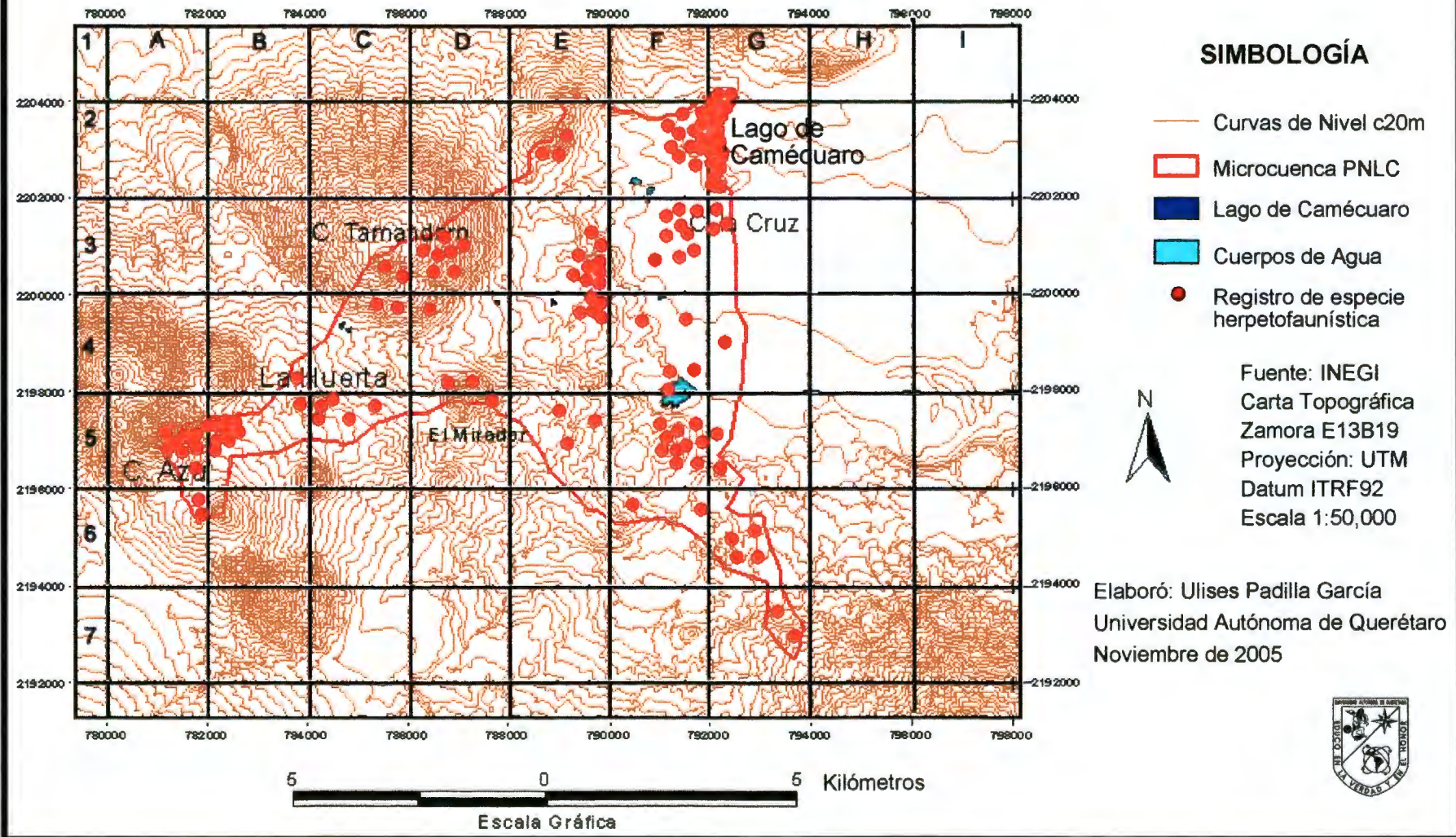


Figura 25. Distribución de la herpetofauna en la MPNLC.

En la Figura 26 y 27 se observa los gráficos del comportamiento de la curva de distribución utilizando los cuadrantes medios propuesta por Greig-Smith (1964), y la grafica entre la comparación de la distribución de las frecuencias relativas con la de Poisson, respectivamente.

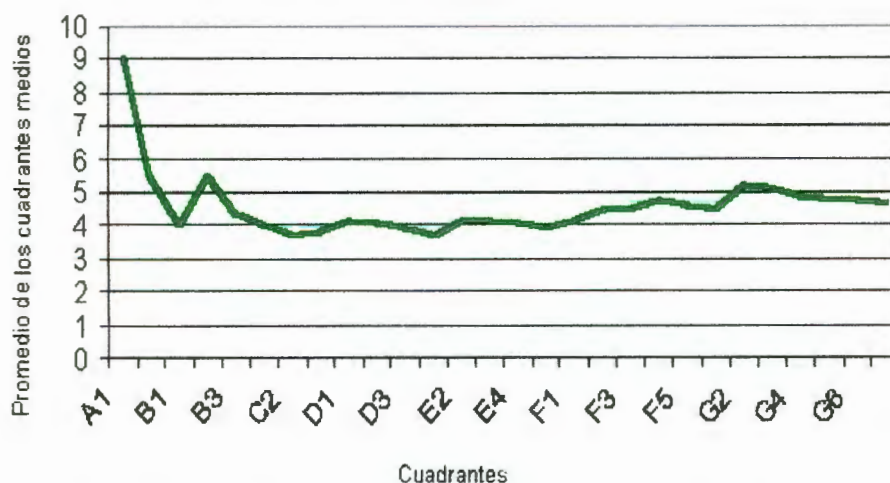


Figura 26. Gráfica de distribución espacial para la Herpetofauna de acuerdo al método de Greig-Smith, para la MPNLC.

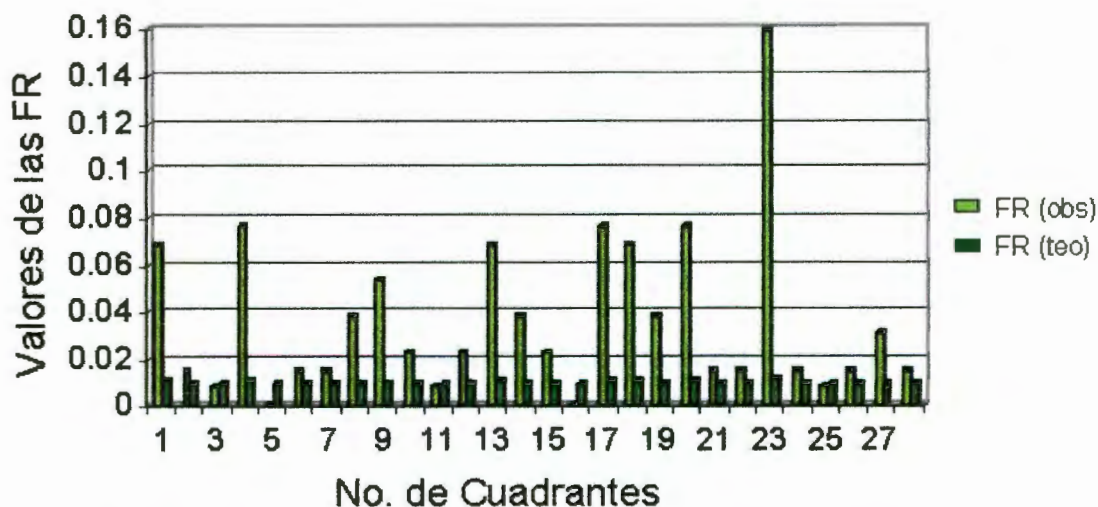


Figura 27. Gráfica de la comparación de la distribución de las frecuencias relativas con la de Poisson, para la herpetofauna de la MPNLC.

Para determinar la distribución a una escala menor, es decir a nivel del PNLC se utilizo el mismo método, en la Figura 28 se muestra el comportamiento de la misma. En el Cuadro 6 se observan los valores de frecuencias y en las Figuras 29 y 30 se observa los gráficos del comportamiento de la curva de distribución utilizando los cuadrantes medios propuesta por Greig-Smith (1964), y la grafica entre la comparación de la distribución de las frecuencias relativas con la de Poisson, respectivamente.

Cuadrante	No. De Especies	Frecuencia Relativa (obs)	Frecuencia Relativa (teo)	x ²	Cuadrados Medios
A2	9	0.15254237	84.2186163	83.91380787	9
B2	2	0.03389831	71.0054692	70.93768876	2.2
B3	1	0.01694915	69.2952967	69.26140254	4
C2	10	0.16949153	86.2970887	85.95843855	5.5
C3	0	0	67.6263138	67.62631385	3.6
C4	2	0.03389831	71.0054692	70.93768876	3.4
D3	2	0.03389831	71.0054692	70.93768876	3.7
D4	5	0.08474576	76.393416	76.22401847	3.8
E3	7	0.11864407	80.2106464	79.97353372	4.2
E4	3	0.05084746	72.7578479	72.65618849	4.1
F3	1	0.01694915	69.2952967	69.26140254	3.8
F4	3	0.05084746	72.7578479	72.65618849	3.7
G3	9	0.15254237	84.2186163	83.91380787	4.1
G4	5	0.08474576	76.393416	76.22401847	4.2
	4.214285714			1050.482187	

Cuadro 6. Valores de frecuencia, frecuencia relativa observada, frecuencia relativa esperada, valores de X² y valores de cuadrados medios, para la herpetofauna del PNLC.

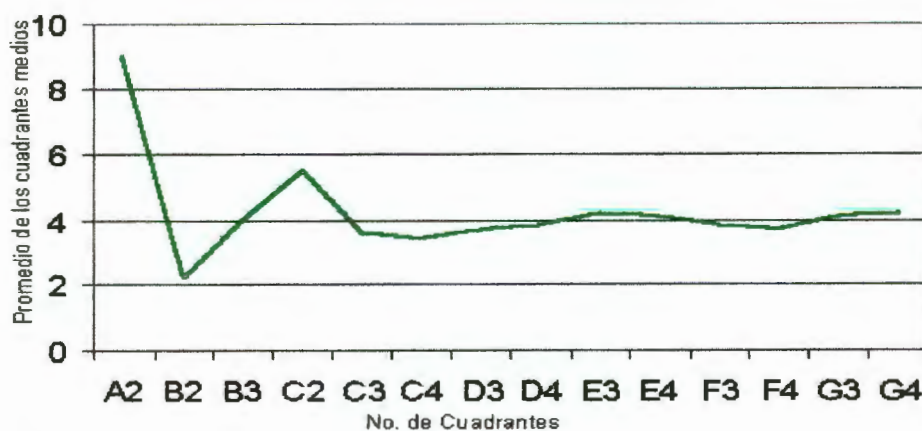
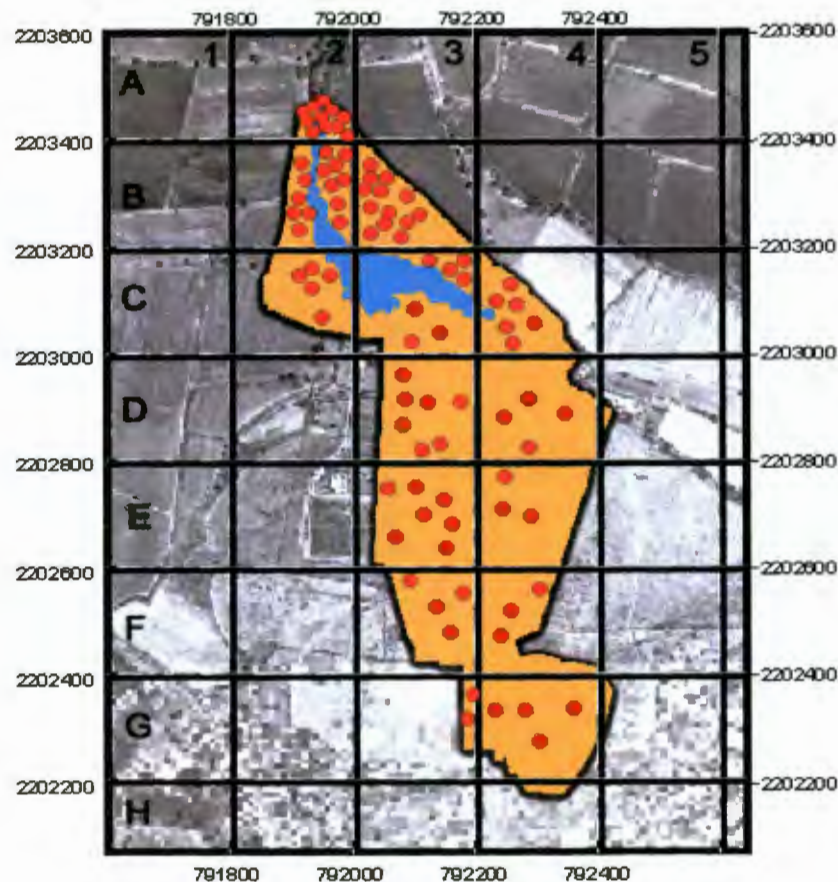





Figura 29. Gráfica de la distribución de la Herpetofauna según el método de Greig-Smith, para la PNLC.

Distribución de la Herpetofauna en el PNLC



SIMBOLOGÍA

-  Especies de Anfibios y Reptiles
-  Parque Nacional Lago de Camécuaro
-  Lago de Camécuaro

Fuente: INEGI
Carta Topográfica
Zamora E13B19
Proyección: UTM
Datum ITRF92
Escala 1:50,000

Elaboró: Ulises Padilla García
Universidad Autónoma de Querétaro
Noviembre de 2005

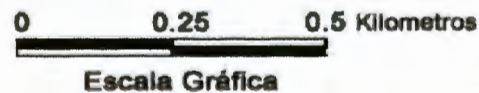


Figura 28. Distribución de la herpetofauna en el PNLC.



Figura 30. Gráfica de la comparación de la distribución de las frecuencias relativas con la de Poisson, para la herpetofauna de la MPNLC.

4.3 ABUNDANCIA RELATIVA DE LA HERPETOFAUNA EN LA MICROCUENCA.

Para determinar la abundancia relativa y estimar el estatus ecológico a nivel de Microcuenca de cada una de las especies, se utilizaron los criterios herpetológicos adoptados por Muñoz (1988), Hernández (1989), Cox (1990) y Padilla (1996) que establecen: 1 o 2 ejemplares como una especie rara, 3 o 5 ejemplares especie moderadamente abundante y 6 o más ejemplares, especie abundante. Estos criterios carecen de algún sustento ecológico más allá de su simple contabilización durante los momentos de muestreo, sin considerar otros aspectos como área, épocas del año, hora, etc., de tal manera que se convirtió en un muestreo cualitativo de abundancia relativa (Cuadro 7 y anexo 6).

ESPECIE	RARA	MODERADAMENTE ABUNDANTE	Abundante
ANFIBIOS	-	1	3
REPTILES	8	8	10
TOTAL	8	9	13

Cuadro 7. Número de especies por grupo y tipo de abundancia relativa.

Trece son las especies consideradas abundantes (Figura 31), donde se observa a la mayoría de los anfibios y de los lacertilidos, ya que estas especies en épocas de lluvia aumentan sus poblaciones considerablemente, favorecidos por las condiciones ambientales, principalmente los organismos del género *Hyla* y *Rana*; mientras que los lacertilidos mantienen su población considerablemente estable durante el resto del año. Las especies abundantes son: *Hyla arenicolor*, *Hyla eximia*, *Rana spectabilis*, *Kinosternon integrum*, *Sceloporus dugesi*, *Sceloporus grammicus*, *Sceloporus heterolepis*, *Sceloporus scalaris*, *Sceloporus torquatus*, *Anolis nebulosus*, *Pituophis deppei*, *Thamnophis eques* y *Thamnophis melanogaster*

Las especies consideradas moderadamente abundantes son nueve, en su mayoría serpientes que por sus hábitos arborícolas o semifosoriales pocas veces se dejan observar. Las especies catalogadas en este rubro son: *Spea multiplicatus*, *Urosaurus bicarinatus*, *Cnemidophorus sp.*, *Conopsis biserialis*, *Leptophis diplotropis*, *Masticophis mentovarius*, *Oxibelis aeneus*, *Leptotiphops dulces* y *Crotalus molossus*.

Finalmente las especies consideradas como raras son 8, todas son reptiles del grupo de las serpientes: *Diadophis punctatus*, *Drymarchon corais*, *Lampropeltis mexicana*, *Ninia diademata*, *Thamnophis cyrtopcis*, *Thamnophis scalaris*, *Salvadora sp.* y *Micrurus sp.*



Figura 31. Porcentaje de especies herpetológicas con Estatus Ecológico al interior de la MPNLC, según su abundancia relativa.

4.4 ESPECIES CON ESTATUS ECOLÓGICO

De acuerdo al listado de especies mexicanas que se encuentran bajo alguna categoría de conservación, publicado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001), en la Microcuenca existen 11 especies herpetológicas con algún estatus de conservación (ver Cuadro 8) que corresponden al 36.7% de las especies registradas para la Microcuenca.

ESPECIE	Estatus	ESPECIE	Estatus
<i>Kinostemon integrum</i>	Pr	<i>Thamnophis eques</i>	A
<i>Sceloporus grammicus</i>	Pr	<i>Thamnophis melanogaster</i>	A*
<i>Conopsis biserialis</i>	A*	<i>Thamnophis scalaris</i>	A*
<i>Lampropeltis mexicana</i>	A*	<i>Leptophis diplotropis</i>	A*
<i>Pituophis deppei</i>	A*	<i>Crotalus molossus</i>	Pr
<i>Thamnophis cyrtopcis</i>	A		

Cuadro 8. Especies con Estatus Ecológico, según la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Estas especies se agrupan solamente en dos de las cuatro categorías que marca esta Norma: ocho de ellas se consideran dentro de la categoría Amenazada (A) y pertenecen a la familia Colubridae; cabe mencionar que de éstas especies en riesgo, seis son endémicas a México. Dentro de la categoría Sujeta a protección especial (Pr) se incluyen tan solo a tres especies; de ellas una pertenece a la familia Kinosternidae, otra a la Prhynomatidae y una más a la Crotalidae.

4.5 LA PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA

Para conocer la importancia y el interés que tienen los pobladores de la Microcuenca y los visitantes al Parque Nacional Lago de Camécuaro, sobre su herpetofauna y su conservación. Se realizaron una serie de juntas y talleres con diferentes propósitos; el primer paso fue una reunión con el Patronato del Parque para dar a conocer el proyecto y buscar su apoyo tanto técnico como económico, el cual se realizó en Enero de 2004, logrando nuestro propósito; pues este proyecto formó parte del proyecto general "Plan de Manejo del Lago de Camécuaro".

Con el apoyo autorizado comenzamos a trabajar con tres talleres en mayo de 2004, con grupos de 35 a 40 jóvenes de nivel secundaria y preparatoria de la escuela Porcooperación de Tangancicuaro. Esto con el propósito de darles los conocimientos básicos de lo que es una cuenca, la conservación y la diversidad biológica (ver Figura 32). De tal manera que nos pudieran retroalimentar y obtener así información de su herpetofauna que nos fuera útil; para este taller se utilizaron mapas impresos a papel de la Microcuenca, cuestionarios, guías herpetológicas y presentaciones en Powerpoint.



Figura 32. Talleres de cuencas, conservación y diversidad (Secundaria y Preparatoria Porcooperación de Tangancicuaro).

En estos talleres se realizaron 110 encuestas con el propósito de conocer la estructura herpetofaunística según los lugareños, donde se logró un listado de 15 especies (50% del total para la Microcuenca) siendo las ranas arborícolas, las tortugas, y las serpientes de cascabel y coralillo las especies más conocidas y comunes de la Microcuenca (ver Cuadro 9).

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MENCIONES
<i>Hyla arenicolor</i>	Sapito	45
<i>Hyla eximia</i>	Ranita arborícola	86
<i>Rana spectabilis</i>	Rana	71
<i>Kinostemon integrum</i>	Tortuga cochalera	100
<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartijo rasposo	53
<i>Anolis nebulosus</i>	Pinolillo	48
<i>Conopsis biserialis</i>	Hocico de puerco	35
<i>Leptophis diplotropis</i>	Ranera	18
<i>Masticophis mentovarius</i>	Chirriónera	46
<i>Oxibelis aeneus</i>	Serpiente palo	12
<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	57
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	42
<i>Micrurus sp.</i>	Coralillo	110
<i>Leptotiphops dulcis</i>	Agujilla	29
<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel	110

Cuadro 9. Especies de anfibios y reptiles mencionadas en las encuestas realizadas en los talleres, como especies que ellos identifican para la Microcuenca.

Todas estas especies las asocian al Parque Nacional, coincidiendo en que las instalaciones del parque y sus alrededores son las zonas más ricas en cuanto a la presencia de este tipo de fauna; y creen que el principal factor que limita su presencia es el agua, pues el resto de la cuenca es mas seca y árida. Así mismo, identifican a las ranas y a los lagartijos como las especies que ven con mayor frecuencia en la Microcuenca (ver Cuadro 10).

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MENCIONES
<i>Hyla eximia</i>	Ranita arborícola	57
<i>Rana spectabilis</i>	Rana	60
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga cochalera	82
<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartijo rasposo	43

Cuadro 10. Especies de anfibios y reptiles identificados como más frecuentes en la Microcuenca.

La mayoría de los encuestados creen que estos grupos faunísticos no dejan beneficio alguno para la comunidad y que al contrario son animales repugnantes, indeseables y dañinos. Muy contados (ocho personas) mencionaron que ayudan ecológicamente a controlar plagas de fauna nociva como roedores, o que simplemente forman parte de las cadenas alimenticias naturales del ecosistema, el resto dijo desconocer beneficio alguno (ver Figura 33).

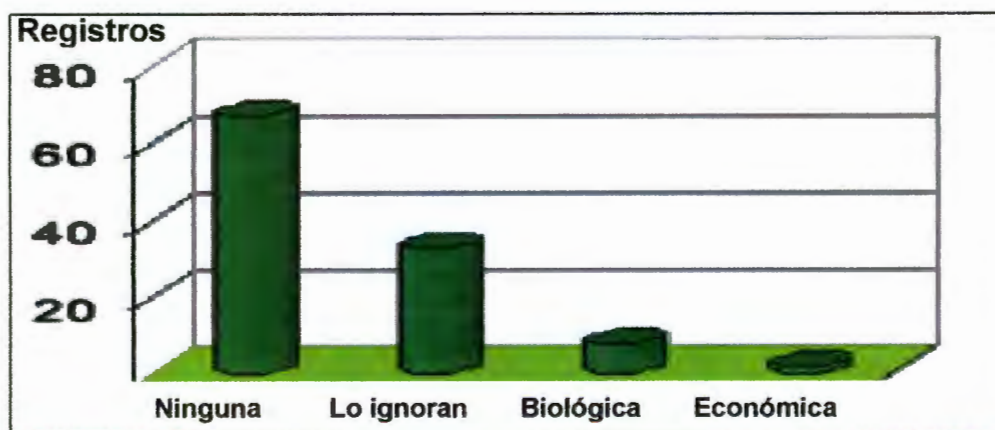


Figura 33. Menciones de la importancia de la herpetofauna en la Microcuenca.

Aunque nadie reconoce abiertamente un daño directo de este tipo de la fauna sobre la población, la mayoría (87 encuestados) les teme, y piensan que este temor ha provocado que muchas de las especies que ellos conocían, ya no sean tan comunes y observables en su medio natural, sobre todo las serpientes, pues este temor los orilla a matarlas.

La totalidad de encuestados opinan que es importante su conservación y creen que la divulgación y la educación ambiental, son el mejor método que ayudará en un futuro a valorar a estas especies. Sin embargo, nadie se atrevió a dar una propuesta de como hacerlo.

4.6 MAPA DE APTITUD PARA LA CONSERVACIÓN DE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA

Dado que uno de los objetivos de esta tesis es realizar el programa de conservación para la herpetofauna de la Microcuenca, con la información cartográfica y herpetológica generada, se creo un mapa de aptitud para proponer áreas con estrategias de conservación específicas para la fauna de anfibios y reptiles de la Microcuenca.

Ya que el sector que nos interesa es el de la conservación, se determinaron los factores más importantes para lograr una propuesta congruente con las necesidades de los locatarios expresadas durante los talleres, de tal manera que se decidieron utilizar los siguientes:

- 1) Áreas Protegidas: Para este factor se utilizaron los polígonos ya considerados dentro de la cartografía catalogada (Fuente: INEGI. Carta topográfica y edafológica escala 1:50 000, ZAMORA E13B19) como áreas naturales protegidas (Figura 34). Las zonas ya asignadas como protegidas son las adecuadas para la conservación (valor de 10) y el resto de las zonas no (valor de 0)

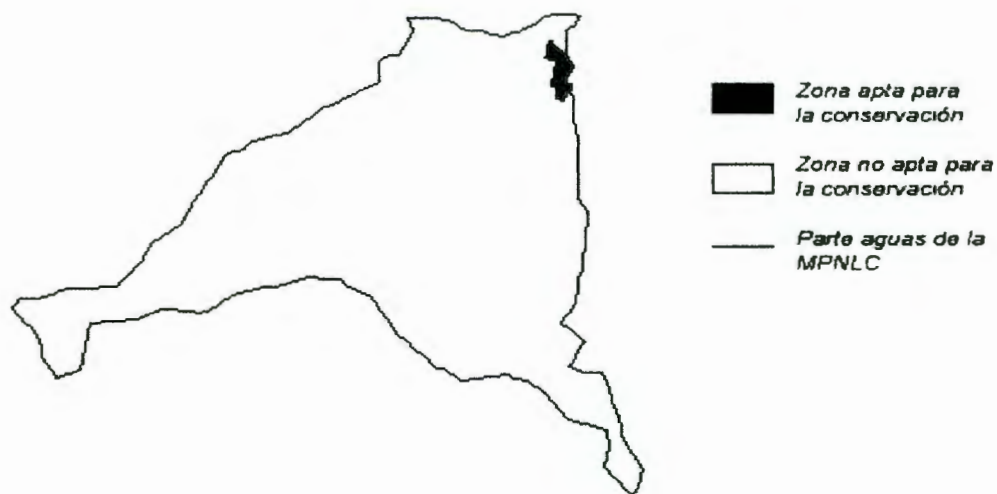


Figura 34. Áreas decretadas como protegidas dentro de la Microcuenca.

2) Vegetación conservada: En esta categoría lo importante es rescatar la zonas con vegetación no alterada o menos alterada (valor de 10) y las alteradas por cualquier tipo de actividad que altera la estructura natural (valor de 0) (Figura 35).

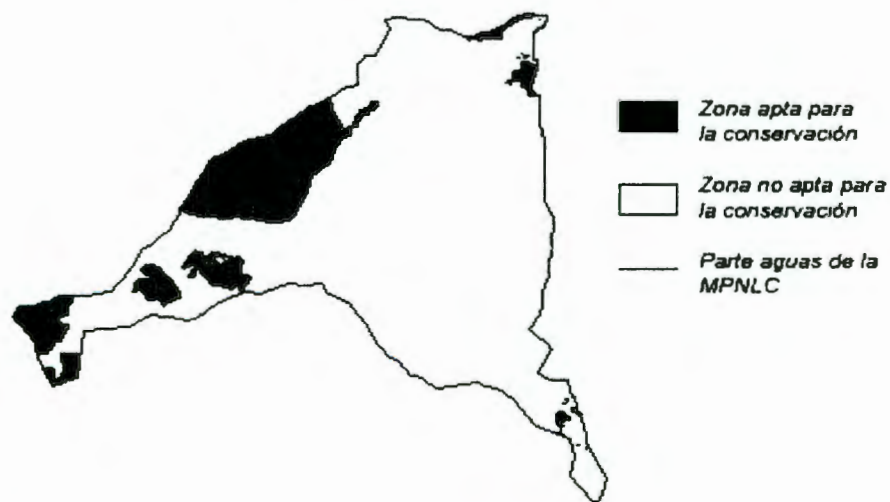


Figura 35. Zonas de vegetación no alterada o poco alterada en la Microcuenca.

3) Tenencia de la Tierra: Las zonas con propiedad ejidal y de pequeña propiedad, se consideran áreas poco aptas (valor de 0) y las zona federales aptas (valor de 10) (Figura 36).

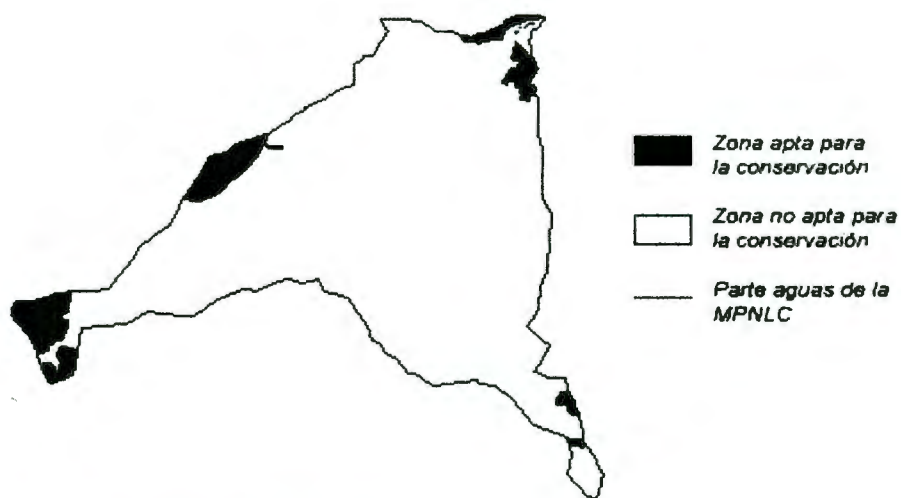


Figura 36. Zonas decretadas como áreas federales en la Microcuenca.

4) Asentamientos humanos: Zonas con asentamientos humanos (valor de 0) y zonas sin asentamientos humanos (valor de 10) (Figura 37).



Figura 37. Zonas sin asentamientos humanos dentro de la Microcuenca.

5) Agropecuario: Zonas con actividad agropecuaria (valor de 0) y zonas con poca o nada de actividad agropecuaria (valor de 10) (Figura 38).

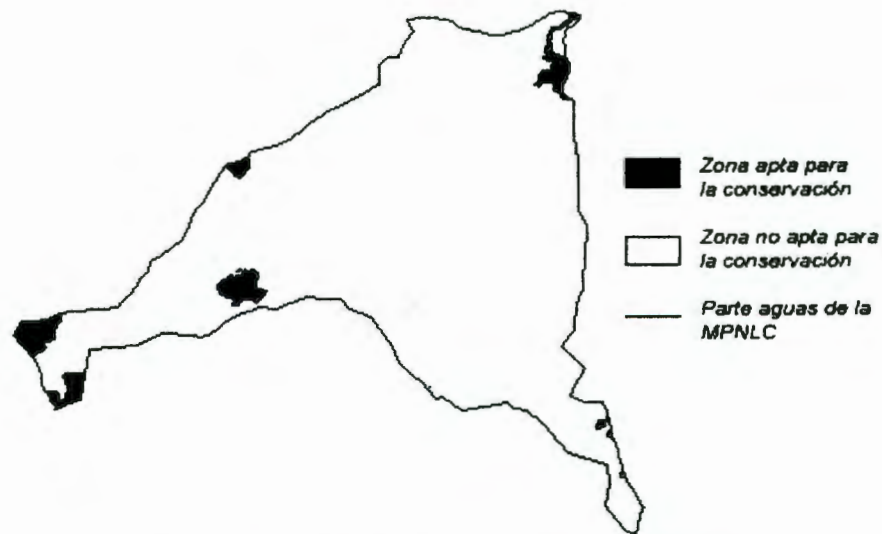


Figura 38. Zonas con poca o nada actividad agropecuaria dentro de la Microcuenca.

6) Riqueza Herpetológica: Zonas con más de 3 especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (valor de 10) zonas con menos de 3 especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (valor de 0) (Figura 39).



Figura 39. Zonas con alta riqueza herpetológica que presentan algún estatus de conservación.

7) Cuerpos de agua perennes: Las zonas perennes con respecto a la disponibilidad de agua son importantes ya que esta fauna depende mucho de ella para sus actividades biológicas (valor de 10) y zonas sin cuerpos de agua cerca (valor de 0) (Figura 40).

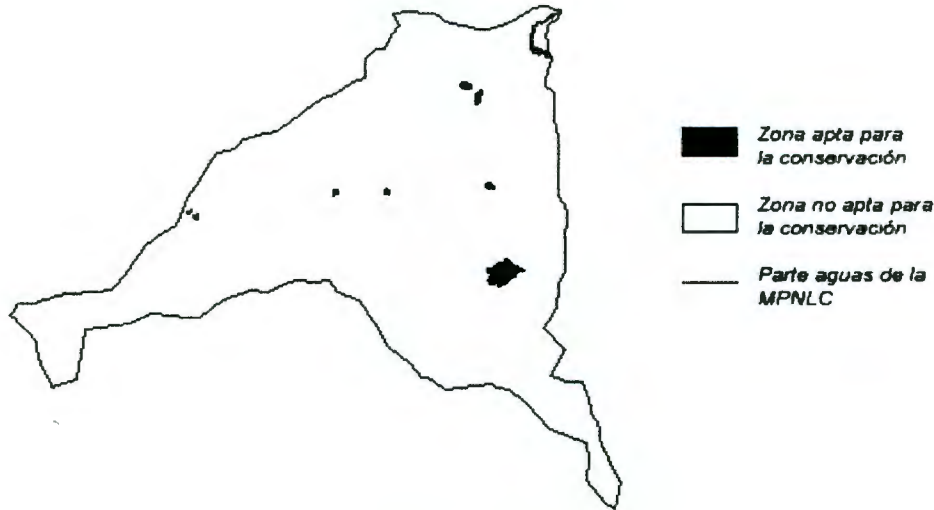


Figura 40. Zonas con cuerpos de agua perennes dentro de la Microcuenca.

Una vez identificados los factores se utilizaron estos para generar la matriz de ponderación de Saaty, para cruzar los datos y obtener nuestra fórmula de ponderación para la conservación de la herpetofauna (Cuadro 11 y 12).

FACTORES	Áreas Protegidas	Vegetación	Tenencia de la Tierra	Asent. Humanos	Agropecuario	Riqueza Herpetológica	Cuerpos Agua
Áreas Protegidas	1	7	9	9	9	1	1
Vegetación	0.14	1	7	9	7	1	1
Tenencia de la Tierra	0.11	0.14	1	1	1	0.20	0.14
Asent. Humanos	0.11	0.11	1	1	0.33	0.33	0.11
Agropecuario	0.11	0.14	1	3	1	0.11	0.11
Riqueza Herpetológica	1	1	5	7	3	1	1
Cuerpos de Agua	1	1	7	9	9	1	1
TOTALES	3.47	10.39	31	39	30.33	4.64	4.36

Cuadro 11. Matriz de ponderación de Saaty

FACTORES	Áreas Pr	Vegetac	Tenenci	Asent. H	Agropec	Riqueza	Cuerpos	Totales	Normaliz
Áreas Protegidas	0.28818	0.6737	0.2903	0.2308	0.2967	0.2155	0.2294	2.2246	0.3178
Vegetación	0.04035	0.0962	0.2258	0.2308	0.2308	0.2155	0.2294	1.2688	0.18126
Tenencia de la Tierra	0.0317	0.0135	0.0323	0.0256	0.033	0.0431	0.0321	0.2113	0.03018
Asent. Humanos	0.0317	0.0106	0.0323	0.0256	0.0109	0.0711	0.0252	0.2074	0.02963
Agropecuario	0.0317	0.0135	0.0323	0.0769	0.033	0.0237	0.0252	0.2363	0.03375
Riqueza Herpetológica	0.28818	0.0962	0.1613	0.1795	0.0989	0.2155	0.2294	1.269	0.18129
Cuerpos de Agua	0.28818	0.0962	0.2258	0.2308	0.2967	0.2155	0.2294	1.5826	0.22609
Totales	1	1	1	1	1	1	1	7	1

Cuadro 12. Tabla de Normalizaciones

Como resultado de esta matriz de Saaty obtuvimos la fórmula de ponderación para este sector de conservación de la herpetofauna de la Microcuenca.


$$CH = 0.317 \text{ áreas protegidas} + 0.226 \text{ cuerpos de agua} + 0.1812 \text{ riqueza herpetológica} + 0.1812 \text{ vegetación} + 0.0337 \text{ agropecuario} + 0.0301 \text{ tenencia de la tierra} + 0.0296 \text{ asentamientos humanos}$$

Finalmente con este resultado y siguiendo el orden de ponderación según nuestra fórmula de obtenida, fuimos sumando nuestras capas en formato raster (valor 10 si aplica para la conservación y valor de 0 no aplica) de tal manera que obtuvimos un mapa de conservación ponderado de acuerdo a los factores que influyen en el poder conservar a la herpetofauna de la Microcuenca (Figura 41), según los datos obtenidos en los talleres. Este mapa incluye tres zonas: Zona 1, de alta prioridad a la conservación, que representa el 10.5% del total de la Microcuenca; Zona 2, considerada como de amortiguamiento, con un 27.7%; y la Zona 3, sin ninguna consideración para la conservación y que representa el 61.7% del total de la superficie.

Mapa de Zonas de Aptitud para la Conservación en la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

SIMBOLOGÍA

Zonas de Aptitud para la Conservación

-  Zona 1
De Alta Prioridad
-  Zona 2
De Amortiguamiento
-  Zona 3
De Poca Importancia



Fuente: INEGI
Carta Topográfica
Zamora E13B19
Proyección: UTM
Datum ITRF92
Escala 1:50,000

Elaboró: Ulises Padilla García
Universidad Autónoma de Querétaro
Noviembre de 2005

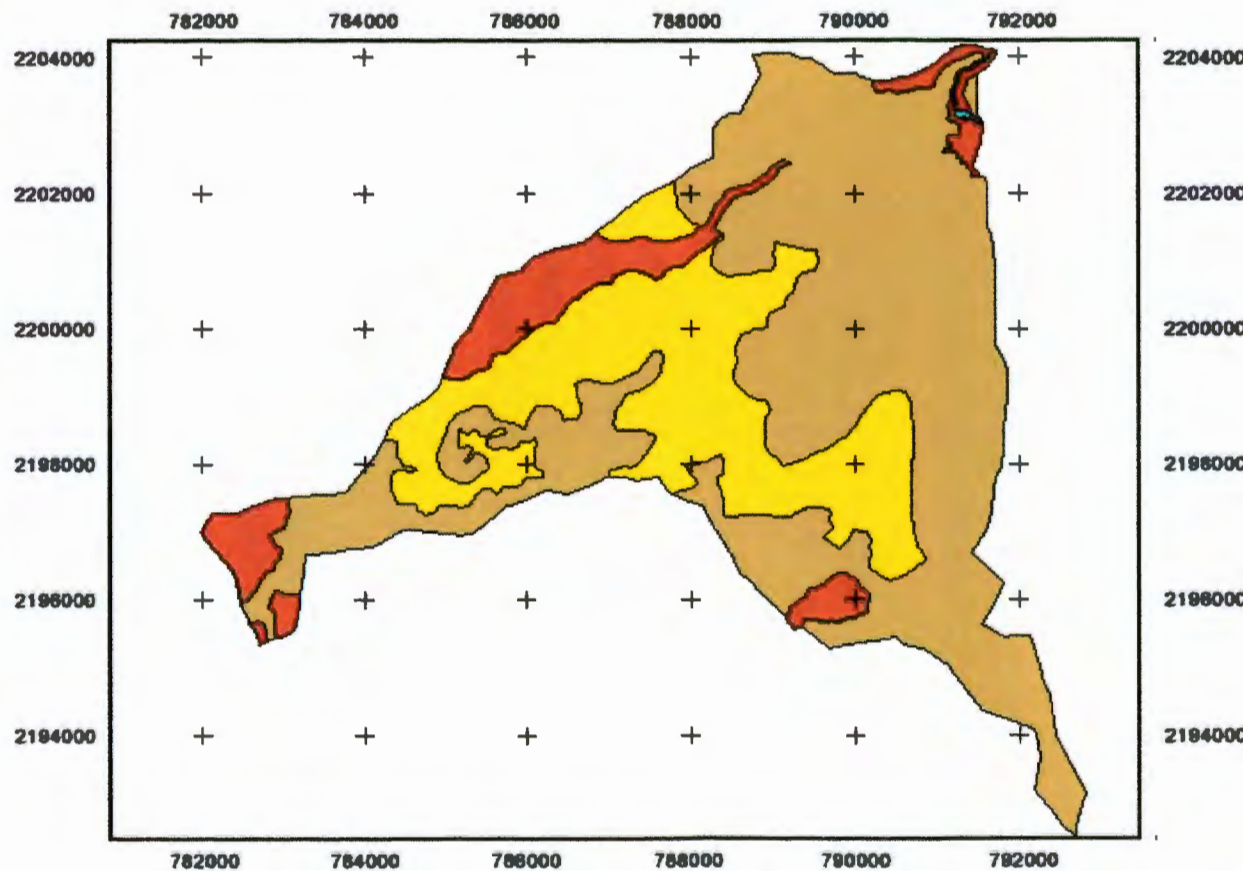


Figura 41. Mapa de Zonas de Aptitud para la Conservación en la Microcuenca del Parque Nacional Lago de Camécuaro

4.6 HERPETARIO DEL PARQUE NACIONAL LAGO DE CAMÉCUARO

Resultado del taller con estudiantes de preparatoria, de gente que se interesó en la conservación y la oportunidad que el patronato dio al contratar a dos estudiantes mediante una beca, se propuso la creación de un herpetario, a inicios de septiembre. El propósito es mostrar la importancia de la herpetofauna a los lugareños y sobre todo a los visitantes del parque (lugar sede del mismo).

Para contar con organismos para la exhibición, se incorporaron al trabajo de campo dos estudiantes y el Director del Parque, con el propósito de coleccionar organismos para dicho fin (Figura 42).



Figura 42. Colecta de organismos para el Herpetario de camécuaro.

Para la construcción de terrarios (Figura 43), técnicas de muestreo y manejo de especies en cautiverio y todo lo que implica el mantenimiento del mismo, se realizaron tres taller especializados en octubre de 2004, con el propósito de formar técnicos especializados y capacitados para tan grande responsabilidad (Figura 44). Con el propósito de involucrar a todo el parque en enero de 2005, se realizó un nuevo taller para dar a conocer los objetivos del herpetario, de tal manera que se les hablo desde los conceptos básicos de una cuenca, conservación y diversidad, para obtener como resultado su participación en la documentación de especies herpetológicas que ellos

conocen, su distribución en la Microcuenca y las posibles soluciones que ellos veían para su conservación y como se pueden involucrar en esta acción.



Figura 43. Construcción de herpetarrarios para la exhibición de anfibios y reptiles de la Microcuenca dentro de las instalaciones del Parque.



Figura 44. Talleres especializados para el manejo de anfibios y reptiles en cautiverio.

Finalmente se monto una pequeña exhibición de prueba a finales de junio de 2005 en la entrada al parque, con un total de siete terrarios y la exhibición de 10 especies de serpientes (Figura 45). Trabajo supervisado por los responsables del Herpetario de la Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.



Figura 45. Terrarios de exhibición.

4.7 TALLERES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y GUÍA DE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA DEL PARQUE NACIONAL LAGO DE CAMÉCUARO

Como parte de la segunda etapa de la propuesta en los talleres de conservación y una vez montado parte del Herpetario, se realizó un taller piloto de educación ambiental dirigido a niños de primaria, donde participaron los becarios del Parque, que en un futuro serán los responsables de llevarlos acabo (Figura 46).



Figura 46. Taller piloto de educación ambiental para niños de primaria.

Finalmente y con el propósito de complementar esta actividad, se creo una guía interactiva da la fauna de anfibios y reptiles para la Microcuenca, en formato PDF que es muy fácil de utilizar, la cual se pondrá a disposición del municipio de Tangancícuaro por medio del patronato del Parque, para que se implemente en todas las escuelas del municipio (Figura 47). Este producto se elaboró recopilando la información sobre la

Microcuenca y su herpetofauna con el propósito divulgar la importancia de este recurso y generar una conciencia ecológica encaminada hacia la protección no solamente de esta fauna, sino de todos los componentes de la Microcuenca.



Figura 47. Entrada de la Guía de Anfibios y Reptiles para la Microcuenca.

En esta guía se describen aspectos generales sobre las especies de anfibios y reptiles para la Microcuenca, la problemática que sufren actualmente y parte de los resultados obtenidos en cuanto a la composición y su distribución (Figura 48).



Figura 48. Pagina de presentación y contenido de la Guía.

En esta presentación se incluye una explicación de las características básicas de un anfibio y un reptil, su origen, hábitos, clasificación y características generales para su identificación (Figura 49).

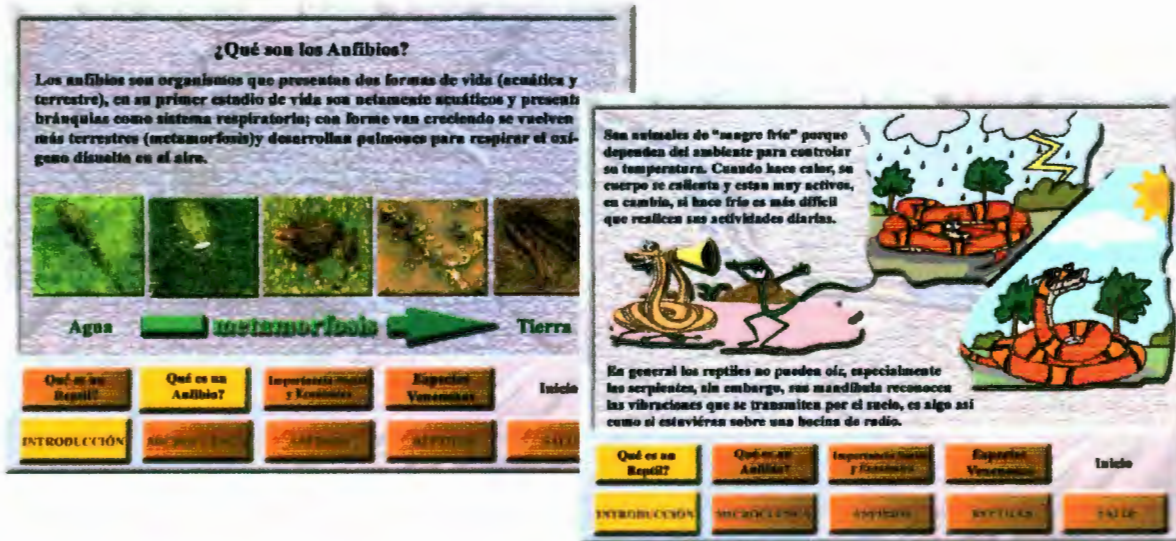


Figura 49. Páginas interiores de la Guía para la consulta de información general para cada grupo.

En la guía se encuentra un apartado que incluye las fotografías de las especies de anfibios y reptiles que existen en la Microcuenca (Figura 50), incluyendo algunos datos sobre la especie: descripción, si es inofensiva o peligrosa, hábitat, distribución en la Microcuenca y estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001.



Figura 50. Páginas interiores de consulta de la Guía para las especies de anfibios y reptiles.

CAPÍTULO 5 DISCUSIÓN

5.1 DIAGNÓSTICO HERPETOLÓGICO PARA LA MPNLC

Michoacán es el quinto estado más diverso en vertebrados en el país y su endemismo es igual de importante. La fauna de anfibios y reptiles ha sido estudiada por varios investigadores (Flores y Gerez, 1994), siendo Duellman (1961) uno de los principales aportadores a la investigación de este grupo en el estado. En la actualidad existen diferentes números en los registros, sin embargo se hablan de 45 especies de anfibios y 122 de reptiles que en conjunto representan el 21.67% del total para México (SEMARNAP/CONABIO, 2000), sin embargo, es probable que este número aumente en un futuro.

En la Microcuenca se logró listar 30 especies de anfibios y reptiles, que representan el 13.82% del número estatal. Es un porcentaje importante si consideramos la superficie tan pequeña de la Microcuenca (5,277.5 hectáreas), aunado al estado crítico en el que se encuentra, pues ecológicamente hablando es una región muy fragmentada y modificada de su estado natural (Escalera, 2001). Es importante señalar que estas 30 especies se colectaron durante el trabajo de campo, e incluyen a las 15 encontradas bibliográficamente, dato importante si consideramos la existencia de listados viejos para otras regiones, donde hablan de especies que no se han vuelto a documentar o registrar en campo en las últimas dos décadas.

Este porcentaje de especies es considerable si lo comparamos con datos publicados para otras regiones del Estado, donde por ejemplo para las costas michoacanas se enlistan 32 especies herpetológicas (Alvarado y Huacuz, 1996), de tal modo que a pesar de su pequeña superficie, la riqueza de especies de anfibios y reptiles presentes en la Microcuenca es importante. Se puede decir que este listado propuesto incluye prácticamente a todas las especies de la región y que probablemente se

incremento muy poco o nada, pues el esfuerzo de colecta rebasó por mucho el promedio de cualquier estudio herpetológico, pues durante todo el año y prácticamente cada dos semanas se visitaba la cuenca en su totalidad, con un promedio de seis colectores por visita y un trabajo efectivo de más de 8 horas al día.

Es trabajo aportó 10 registros nuevos para la región, que representan el 33.3% del total de especies registradas. De ellas, la mayoría pertenecen a la familia Colúbrida con seis especies: *Diadophis punctatu*, *Drymarchon corais*, *Lampropeltis mexicana*, *Ninia diademata*, *Thamnophis cyrtopcis* y *Salvadora sp.* Un anfibio (*Spea multiplicata*) y tres lacertilidos (*Sceloporus dugesi*, *Sceloporus heterolipes* y *Urusaurus bicartinatus*). Esto es normal, ya que después de los talleres que se dieron sobre las técnicas de muestreo herpetológicas, las búsquedas fueron más directas y específicas, ahorrando tiempo y esfuerzo en cada una de las salidas, sobre todo de los horarios de trabajo.

Cuando hablamos de distribución de especies o dispersión de especies en una localidad o ecosistema, hablamos de los mecanismos de respuesta que tienen cada una de ellas sobre su medio, y de las relaciones de competencia que entre unas y otras pueden establecerse, las cuales se pueden explicar por consideraciones de economía ambiental (Margalef, 1992). Para poder llevar a cabo estudios de este tipo, se necesita un estudio ecológico de la población herpetológica para la Microcuenca, trabajo que no se hizo, sin embargo con los simples datos de presencia y ausencia por cuadrante a dos escalas, tanto en la MPNLC y en el PNLC (ecosección y ecotópo), se realizó un estudio de distribución espacial con el método de Greig-Smith (1964), que considera la acumulación de especies por cuadrantes medios, determinando así por el tipo de curva resultante el tipo de distribución.

De acuerdo a los resultados a nivel de MPNLC vemos una curva que explica una distribución al azar con elementos de agregación, sobre todo en las zonas con cuerpos de agua perennes y vegetación silvestre. Esto habla de que un alto porcentaje de la herpetofauna esta ligada a la disponibilidad de estos recursos, promoviendo una alta interacción entre las especies y su medio, en estas zonas. Esto se corrobora en la prueba

de Simpson donde se repite el patrón de distribución y con la prueba de X^2 reafirmamos que no es simplemente una distribución al azar como a simple vista parece, que de acuerdo en los mapas podríamos interpretar. Curiosamente vemos nuevamente el mismo patrón a una escala más pequeña a nivel de PNLC, donde la curva de cuadrados medios y el análisis de Simpson dejan ver una distribución al azar pero con elementos de agregación aun más marcados, donde se reafirma la dependencia de la herpetofauna al recurso agua-vegetación.

Estos resultados son lógicos si consideramos que los anfibios por un lado son especies fuertemente ligadas a los cuerpos de agua por su dependencia sobre el recurso, para poder realizar sus procesos reproductivos. Sin embargo, existen otras zonas con agua permanente donde esperaríamos se repitiera este fenómeno de agregación, pero no sucede, y es que además del agua es importante el tipo de vegetación al que están asociados. La vegetación semiacuática y de galerías por sus características naturales ofrecen refugio, seguridad y alimento a las larvas de anfibios, cosa que no sucede en represas o bordos construidos artificialmente, pues estas zonas generalmente están desprovistas de estas especies de vegetación silvestres. Si a esto agregamos que la mayoría de serpientes de la Microcuenca tienen hábitos alimenticios acuáticos, en estas zonas encuentran un recurso disponible la mayor parte del tiempo, pues no dependen de las épocas de lluvia pues su recurso siempre está disponible. De tal modo que los anfibios y los colubridos son dependientes de estos dos factores ambientales (Gutiérrez y Padilla, 2005).

Esta asociación herpetofauna-vegetación-agua permitió determinar que el tipo de dispersión herpetofaunística en la Microcuenca sea al azar con elementos de agregación, marcando esto la tendencia al eje central del manejo integral de cuencas que es el recurso agua y vegetación. De esta forma, encontramos que al buscar estrategias de conservación para la vegetación y el recurso agua, contribuimos directamente a la preservación de los anfibios y reptiles. De hecho los valores más altos de riqueza de especies los albergan los bosques de galerías y los matorrales subtropicales, que en la cuenca son los tipos de vegetación más asociados a los cuerpos de agua perennes y temporales.

Un problema al que nos enfrentamos al diseñar un plan de manejo sobre un recurso faunístico es encontrar las especies claves para este objetivo (especies bandera), generalmente lo que se hace es recurrir a las especies citadas en la NOM, sin embargo, muchas veces estas categorías no reflejan la realidad del estado actual de las especies en una zona de menor escala que la nacional, por lo que en este estudio se busco recategorizar el estado ecológico de estas especies, a nivel regional para tener un mayor fundamento en nuestros planes y estrategias de conservación. Con este propósito durante los muestreos de campo se realizó un conteo de organismos, y aunque no se colectaron todos, esto sirvió para obtener la abundancia relativa de las especies y determinar de manera general las condiciones en que se encuentran las poblaciones. Los datos obtenidos en campo permitieron catalogar a 13 especies (43.3%) como abundantes (*Hyla arenicolor*, *Hyla eximia*, *Rana spectabilis*, *Kinostemon integrum*, *Sceloporus dugesi*, *Sceloporus grammicus*, *Sceloporus heterolepis*, *Sceloporus scalaris*, *Sceloporus torquatus*, *Anolis nebulosus*, *Pituophis deppei*, *Thamnophis eques* y *Thamnophis melanogaster*), en su mayoría del grupo de los anfibios y de las lagartijas, pues de acuerdo a su papel ecológico son especies presa, de tal manera que sus estrategias reproductivas los llevan a tener descendencias grandes con el propósito de que sobrevivan algunas de ellas y lleguen aun estado adulto y reproductivo. Se les pueden catalogar como especies clave en las cadenas tróficas, pues ayudan a mantener la estabilidad de un ecosistema (Padilla 1996, Padilla y Pineda, 1997).

Las razones de esta aparente abundancia se explica principalmente por que en épocas de lluvia al menos los anfibios del género *Hyla* y *Rana* aumentaban sus poblaciones considerablemente, exhibiendo una mayor abundancia de acuerdo a la localización y extensión de los cuerpos de agua (Macey, 1986; cit. en Hernández, 1989), aunado a su naturaleza reproductiva tan explosiva. Mientras que los lacertilidos aumentaban sus poblaciones considerablemente en otoño y verano por la eclosión de crías, resultado de los eventos reproductivos típicos de estas especies en invierno y primavera. A demás de que la mayoría de estas especies tienen una distribución más amplia, pues se encuentran casi en todas las asociaciones vegetales de la Microcuenca, concordando con el criterio de Sánchez Herrera (1980, citado por Mendoza, 1990), que

considera a estas como especies que no tienen limitantes para vivir en cualquiera de las comunidades vegetales y por eso su distribución es amplia, o bien el recurso que utilizan es extensamente disponible, escasa competencia interespecifica y están en la posibilidad de explotar una mayor cantidad de recursos (Mendoza, 1990), como el caso de algunas especies del género *Sceloporus*, que han visto favorecidas sus poblaciones por la acción del hombre, ya que la alteración de las zonas han producido una mayor cantidad de recursos, por esta razón es que se encuentra distribuida en casi toda la MPNLC (Padilla-García, 1996).

Nueve son las especies consideradas moderadamente abundantes (*Spea multiplicatus*, *Urosaurus bicarinatus*, *Cnemidophorus sp.*, *Conopsis biserialis*, *Leptophis diplotropis*, *Masticophis mentovarius*, *Oxibelis aeneus*, *Leptotiphops dulces* y *Crotalus molossus*.) y representan el 30% del total de especies para la Microcuenca. En el caso del anfibio del género *Spea* se puede explicar por sus hábitos cavadores durante gran parte del año, dejándose ver únicamente para su reproducción en épocas de lluvia. El resto en su mayoría serpientes que tienen hábitos arborícolas o semifosoriales, por lo que pocas veces se dejan observar. Estas especies en general no pueden explotar una cantidad mayor de recursos porque están fuertemente ligadas a la especialización de su hábitat, y ello las hace en muchos casos imperceptibles. Sin embargo, es probable que sus poblaciones sean más densas y lo difícil es encontrarlas, especialmente las lagartijas del género *Urosaurus* y *Cnemidophorus* (Padilla-García, 1996).

Las especies consideradas como raras son 8, y todas son reptiles del grupo de las serpientes(26.6%): *Diadophis punctatus*, *Drymarchon corais*, *Lampropeltis mexicana*, *Ninia diademata*, *Thamnophis cyrtopcis*, *Thamnophis scalaris*, *Salvadora sp.* y *Micrurus sp.* Esto se puede ser explicado en parte por su acentuada "selección" del hábitat, razón por la cuál están fuertemente ligadas a ciertos lugares y que debido a su hallazgo en los muestreos se les enmarca como especies raras, principalmente por su baja frecuencia de aparición. Sin embargo, esto no quiere decir estrictamente que así sea, ya que seguramente su abundancia es mayor; solo que la causa probable de no encontrarlos más en los muestreos es porque explotan un número menor de recursos en mayor espacio

(Mendoza, 1990 y Padilla, 1996).

A pesar de tener una aparente riqueza significativa de especies de anfibios y reptiles en la Microcuenca, casi el 50% de estas son especies poco comunes, y además son las que coincidentemente se registran por vez primera para la región. Esto habla de la necesidad de buscar una estrategia adecuada de conservación, si aunamos a las 11 especies con algún estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2001, que corresponden al 36.7% de las especies registradas

5.2 IMPORTANCIA ECOLÓGICA, SOCIAL Y ECONÓMICA DE LA HERPETOFAUNA

Los anfibios y reptiles forman parte insustituible de las cadenas alimenticias de los ecosistemas en que habitan, tanto por ser presa como por ser depredadores de otros organismos (Figura 51). Son también utilizados como objetos de estudio en investigaciones científicas, principalmente en estudios embriológicos y fisiológicos, debido a su plasticidad de respuesta a los cambios ambientales, sus ciclos de vida relativamente cortos (en muchos casos) y su alta fecundidad, lo cual facilita el estudio sobre la dinámica de sus comunidades (Ceballos y García, 1994).

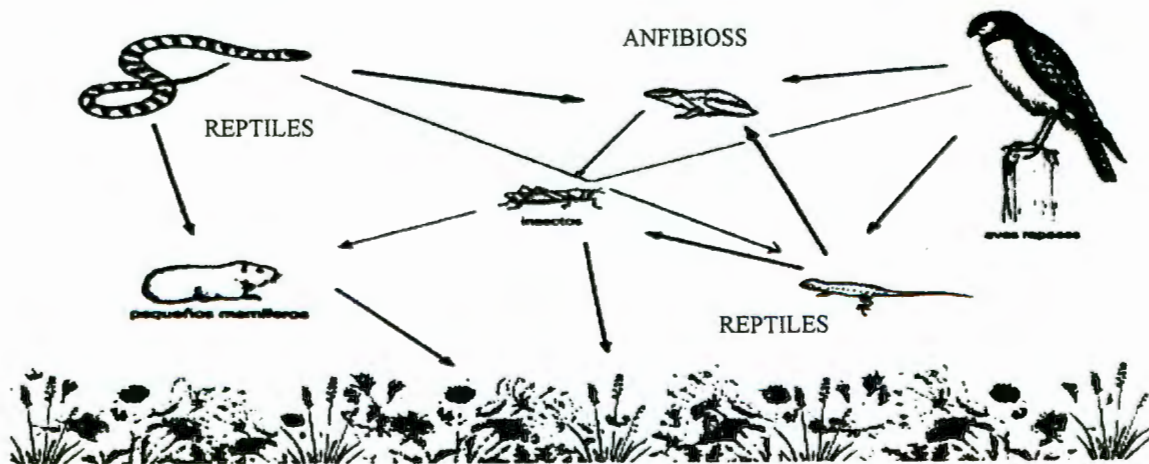


Figura 51. Importancia ecológica de la herpetofauna en las cadenas tróficas.

La mayoría de estas especies son carnívoras, por lo que representan un factor importante de control para las poblaciones de insectos y roedores que les sirven de alimento. De igual forma, ellos son alimento de otros organismos, manteniendo el equilibrio de los ecosistemas, como ya se vio en la Figura 51 (Padilla, 1996).

En muchos otros lugares tienen importancia económica, ya que son utilizados como especies de ornato (sapos y culebras principalmente); específicamente las especies del género *Rana* son comercializadas por el consumo de sus ancas, al igual que las serpientes de cascabel que se les atribuyen propiedades curativas, por lo que su carne es muy apreciada (Padilla y Pineda, 1997). En la Microcuenca se desconoce de esta actividad, sin embargo las ancas de ranas son muy apreciadas como alimento tradicional en la región, pues se les atribuye poderes de recuperación física en caso de fatiga. Este platillo se prepara en caldo acompañado de otro organismo silvestre como los acociles (crustáceo de agua dulce), con una buena guarnición de verduras y grasa de cerdo, todo guisado en chile cascabel.

A pesar de la mala fama que se le ha dado a la herpetofauna debido a que son considerados muy peligrosos, son pocas las especies que de alguna forma pueden afectar al ser humano por su agresividad. Para El Parque Nacional y sus alrededores se conocen tan sólo dos especies venenosas: *Crotalus molossus* (cascabel) y *Micrurus sp.* (coralillo), es decir que de las de las 30 especies registradas solamente dos son venenosas, representando el 6.6% del total de las especies registradas, mientras que 28 de ellas (93.4% del total estatal) son inofensivas para el hombre.

5.3 LA PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA

Sin lugar a duda un factor importante en cualquier programa de conservación es la opinión y percepción que tienen los lugareños sobre sus recursos, pues se podrán elaborar grandes programas mult institucionales, pero si a la gente no le interesa el proyecto, estos terminan fracasando o convirtiéndose en áreas infuncionales y olvidadas,

donde finalmente se transforman en zonas simplemente de recreación o en grandes jardines, olvidando el objetivo con el que fueron creados. Esta parte es la que generalmente olvidamos los académicos y nunca consideramos, pues no estamos acostumbrados a realizarlo o simplemente no sabemos como hacerlo.

En la microcuenca y especialmente en el PNLC, existen conflictos muy fuertes de poder, dejando de lado muchas de las veces la importancia biológica que estos espacios deberían de tener. La falta de comunicación y entendimiento provocan que los aspectos biológicos y de conservación se olviden, pues el manejar el patronato más bien muestra un poder social en el municipio, y por eso es un estandarte en todas las campañas políticas y de elección gubernamental. De esta manera, muchos de los intentos por generar estrategias de conservación y manejo para los recursos naturales de la Microcuenca y del PNLC se quedan inconclusos o inoperables, por tal motivo, es necesario buscar estrategias adecuadas para que estos planes se institucionalicen y mantengan una continuidad en cada periodo gubernamental. Se requiere de un trabajo fuerte de conciliación de intereses sobre todo en la gente mayor que históricamente han acotado el poder (Gutiérrez-Yurrita y col. 2005).

El enfoque integral de gestión de cuencas permite contemplar a todos los factores y sectores involucrados en el equilibrio de la misma, dándole el mismo valor tanto al sector social, como el económico y el ecológico. De tal manera que se puede convertir en una herramienta muy útil en la búsqueda de estrategias de conservación de recursos naturales, pues son la propia gente quienes delimitan el rumbo y el enfoque que tomará cada proyecto, haciéndolo único y funcional. Sobre todo en grupos biológicos como el caso de la herpetofauna, donde el interés es muy pobre por parte de la gente, ya que al contrario, buscan estrategias para poder erradicarlos de su ambiente y vivir tranquilos y sin peligro, ya que esta fauna históricamente ha acarreado un sin fin de mitos y temores.

Por tal motivo antes de arrancar con este proyecto se realizó una reunión con el patronato del parque, con el propósito de presentar el proyecto y conocer el interés y compromiso con el mantenimiento de los recursos bióticos de la región. En esta reunión

hubo una aceptación total que no solo se propuso realizar un programa para la herpetofauna, sino de todos los recursos, de tal manera que se propuso realizar el Plan de Manejo de Camécuaro, coordinado por el Dr. Pedro J. Gutiérrez Yurrita jefe del Laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ, quedando este trabajo como una de las partes integrales del plan general.

El siguiente paso fue idear como involucrar a la comunidad de Tangancicuaro en este proyecto, llegando al acuerdo con el Director del Parque que lo ideal era trabajar con los jóvenes pues son ellos el futuro del municipio y los que pronto se convertirán en la gente que tomará las dediciones importantes de desarrollo y crecimiento en la Microcuenca. De tal forma que se realizaron una serie de tres talleres con jóvenes de nivel secundaria y preparatoria, con el propósito de darles los conocimientos básicos de lo que es una cuenca, la conservación y la diversidad biológica. De estos se logro conocer parte de la estructura herpetofauniística según los lugareños, obteniendo un listado herpetológico que corresponde al 50% del total para la Microcuenca, siendo las ranas arborícolas, tortugas, y las serpientes de cascabel y coralillo las especies más conocidas y comunes para ellos. Todas estas especies vistas en su mayoría al menos una vez en las regiones aledañas al Parque, y concluyendo que el agua es un factor importante para su distribución, pues el resto de la cuenca es muy seca y árida, lugares con poca presencia de anfibios y reptiles. Así mismo, identifican a las ranas y a los lagartijos como las especies que ven con mayor frecuencia en la Microcuenca, obviamente por la asociación que tienen estas especies con el agua, debido a sus necesidades reproductivas.

Por otra parte la mayoría de los encuestados creen que estos grupos faunísticos no dejan beneficio alguno para la comunidad y que al contrario son animales repugnantes, indeseables y dañinos. Muy contados mencionan que ayudan ecológicamente a controlar plagas de fauna nociva como roedores, o que simplemente forman parte de las cadenas alimenticias naturales del ecosistema, mientras que el resto dijo desconocer beneficio alguno. Y aun que nadie reconoce abiertamente un daño directo de este tipo de fauna sobre la población, la mayoría les teme, y piensan que este temor ha provocado que muchas de las especies que ellos conocían, ya no sean tan comunes y observables en su

medio natural, sobretodo las serpientes, pues este temor los orilla a matarlas.

Con esta información obtenida en los talleres y con el interés de muchos estudiantes y gente directiva del parque, se llegó a la conclusión de que una buena forma para iniciar con un programa de conservación era educando a la gente, con el propósito de borrarles la errónea idea de que esta fauna es nociva para la salud humana. De esta manera se sugirió la creación de un herpetario donde la gente de la región y los visitantes al parque, pudieran tener contacto visual e informativa sobre las especies nativas, con el objetivo de generar una conciencia ecológica y un respeto a la vida de estos organismos indefensos.

Esta tarea no fue nada sencilla, pues se tenía que capacitar a gente comprometida y con características físicas adecuadas para el manejo y cuidado de los anfibios y reptiles en cautiverio. Para el cumplimiento de tal objetivo se seleccionaron a dos estudiantes del último año de bachiller para realizar dicho trabajo, comprometiéndose nosotros a instruirlos y capacitarlos, mientras que el patronato del parque se comprometió a becarlos y a apoyarlos económicamente para que continuaran sus estudios de preparatoria y posteriormente los universitarios. Se realizaron los talleres y prácticas necesarias hasta que ellos lograron la máxima capacitación y seguridad para el manejo de especies potencialmente peligrosas como el caso de las serpientes de cascabel.

El interés y las ganas fueron tantas que ellos se encargaron de construir cada uno de los alberges de las especies, respetando al máximo la recreación de sus habitats naturales y sus fichas técnicas; el segundo paso es crear un banco genético de las especies y un programa de reproducción en cautiverio de especies para su repoblación en la zona, proyecto aun en proceso.

Para reforzar aun más este proyecto de educación herpetofaunística en la Microcuenca se creó una guía interactiva para conocer a la Microcuenca y su fauna de anfibios y reptiles, este material se repartirá en las escuelas principalmente para que los maestros lo utilicen como una herramienta educativa regional para educar a sus alumnos;

y por otra parte se venidera en el Parque a la gente en general como una guía de visita, cuyos fondos se destinaran a la continuidad del proyecto herpetario.

Finalmente para concluir con esta propuesta se relazaron pruebas piloto sobre talleres de educación ambiental y de conservación utilizando como información principal el trabajo y la experiencia obtenida en la Microcuenca con el grupo de anfibios y reptiles. Estos talleres piloto se realizaron con niños de primaria, donde participaron los becarios del Parque como moderadores, pues ellos serán los que en un futuro dirijan el desarrollo de esta región como gente profesionalista y económicamente activa.

5.4 MAPA DE APTITUD PARA LA CONSERVACIÓN DE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA

Para darle un aspecto académico y una base científica a esta propuesta de conservación en la Microcuenca, y con el propósito de realizar diferentes estrategias y esfuerzos de trabajo en pro de la herpetofauna regional, se creo un mapa de aptitud para proponer las estrategias específicas de conservación para la fauna de anfibios y reptiles en la Microcuenca.

Este objetivo se logró partiendo de la información cartográfica, social y biológica generada en este trabajo, el cual se utilizo para alimentar una matriz de analisis de datos espaciales y biológicos conocida como matriz de ponderación de Saaty. Se utilizaron los sectores y factores que en los talleres se consideraron como los más importantes para lograr la conservación de la herpetofauna y que fueron: 1) Áreas Protegidas, 2) Vegetación conservada, 3) Tenencia de la tierra, 4) Asentamientos humanos, 5) Agropecuario, 6) Riqueza Herpetológica y 7) Cuerpos de agua perennes. Como resultado de esta matriz de Saaty obtuvimos la formula de ponderación para este sector de conservación de la herpetofauna de la Microcuenca:

$$CH = 0.31 (AP) + 0.22 (CA) + 0.18 (RH) + 0.18 (Veg) + 0.03(Ag) + 0.03 (TT) + 0.02 (AH)$$

Finalmente con este resultado y en ese orden de ponderación se fueron sumando las capas en formato raster, de tal manera que se obtuvo un mapa de conservación ponderado de acuerdo a los factores que influyen en el poder conservar la herpetofauna dentro de la Microcuenca, donde se encontró una zonificación con 3 áreas de diferentes vocaciones para la conservación.

Los criterios utilizados para la zonificación en la Microcuenca se basaron principalmente en su uso actual, en las características físicas, bióticas y las actividades antropogénicas que giran dentro y entorno de ella; sin embargo, se concluye la necesidad de diferenciar el área en zonas que permitan la realización de actividades específicas, que no comprometan la capacidad de autorregulación de los ecosistemas. Esta propuesta de zonificación refleja factores de orden social y económico, ya que la importancia que reviste la Microcuenca por la presencia del Parque en el aspecto turístico y recreativo es mucha, considerando que el uso de los recursos naturales por la población, hasta el momento, ha sido ilimitado y sin restricciones. Esto nos llevo a identificar tres zonas para la conservación herpetológica en la Microcuenca.

- **Zona 1 ó de alta prioridad para la conservación.** Principalmente localizada en la región noreste y sureste de la Microcuenca con una superficie de 583.6 has., que se caracteriza por ser de las zonas más húmedas y conservadas de la Microcuenca, donde se conserva de mejor forma la vegetación natural. Para la herpetofauna es una de áreas de mayor importancia por alojar a la mayoría de especies de reptiles y a todas las de anfibios, muchas de estas con algún estatus ecológico como *Conopsis biserialis*, *Leptophis diplotropis*, *Thamnophis eques*, *Thamnophis melanogaster*, *Thamnophis scalaris* y *Kinosternon integrum*.
- **Zona 2 ó de amortiguamiento.** Distribuida en la parte central de la Microcuenca, con un total de 1,535.4 has. de superficie. Esta zona a pesar de no tener una riqueza tan grande como el zona 1, reviste de gran importancia pues se encuentran especies con hábitos más terrestres y asociados a zonas de matorrales, pastizales

inducidos y cultivos, lo que las convierte en especies ecológicamente controladoras de plagas, pues son depredadoras de roedores, dándole así un equilibrio a esta zona y evitando se conviertan estos en una plaga. Especies como *Lampropeltis triangulum*, *Masticophis mentovarius*, *Pituophis deppei* y *Crotalus molossus* entre otras que son comunes de esta área. Es una zona que se puede utilizar como amortiguador por que aun se pueden recuperar zonas con propuestas de revegetación que amplíen los rangos de distribución de los anfibios y reptiles.

- **Zona 3 ó de poca importancia para la conservación.** Ubicada en la mayor parte de la Microcuenca, con una superficie de 3415.95 has. Se caracteriza por ser un área muy alterada y con poca riqueza herpetofaunística, dejándose ver solamente especies asociadas a la actividad humana en su mayoría lagartijas como *Sceloporus dugesi*, *Sceloporus scalaris*, *Sceloporus torquatus* y *Anolis nebulosus*, que son especies favorecidas por la fragmentación del hábitat ya que estas les brindan más nichos que utilizar y que por su rápido movimiento las hacen especies difíciles de dañar. Es una zona de gran actividad económica difícil de implementar programas de conservación.

5.5 ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN PARA LA HERPETOFAUNA DE LA MPNLC

Las propuestas planteadas en este capítulo no pretenden ser las únicas que generen programas estratégicos y toma de decisiones para paliar la degradación ambiental de la herpetofauna en la Microcuenca; son simplemente reflexiones generadas por el trabajo en campo y con la gente la región durante este año de trabajo. Por tal motivo, para hacer frente a los problemas ecológicos de este territorio, bajo las propuestas que se plantean, se requiere de participación conjunta de todos los sectores de la sociedad, privados o públicos, cooperación institucional y coordinación con la sociedad-administración pública, que resulte en una distribución equitativa de esfuerzos y compromisos (Gutiérrez y Padilla, 2005).

Las propuestas de conservación que a continuación se hacen, están relacionadas directamente con la distribución de las especies de anfibios y reptiles de la Microcuenca, encontrados en este estudio, considerando los dos factores más importantes para ello que son: el recurso agua y la vegetación, de tal manera que para proteger la herpetofauna primero hay que proteger estos dos recursos.

En primer término hay que decir que para hacer más funcional esta propuesta es necesario completar el estudio de todos los grupos faunísticos y considerar en conjunto a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001, que ayuden a dar un mejor sustento a esta propuesta, así como detener el deterioro ambiental, la fragmentación de hábitats, la canalización y el represamiento de los ríos y manantiales, así como la contaminación química del agua.

En este sentido es importante señalar que hay un incremento constante de fauna nociva: ratas, ratones, ardillas. Muchas especies de estos grupos son portadoras de enfermedades transmisibles al hombre o a otros animales. La introducción de especies acuáticas como lobinas, truchas, mojarra, carpas y guppis, es una de las mayores amenazas que enfrenta actualmente la ictiofauna nativa y los anfibios en su etapa larvaria del Lago Camécuaro, ya que puede causar graves daños a los ecosistemas terrestres y acuáticos, y provocar desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres, cambios en la composición de especies y en la estructura trófica, desplazamiento de especies nativas, pérdida de biodiversidad, reducción de la diversidad genética y transmisión de una gran variedad de enfermedades (Gutérrez, *et al*, 2005).

La sobre-explotación de los acuíferos que alimentan directa e indirectamente los manantiales que dan origen al lago; así como la canalización de cauces naturales con fines de riego y consumo humano; así como el represamiento de los ríos, son las causas principales del deterioro del régimen hídrico del sistema acuático de la Microcuenca, impactando directamente en la composición biológica de la zona y en sus expectativas de supervivencia.

Propuestas

- Complementar el estudio faunístico de la Microcuenca, de los grupos representativos de invertebrados y vertebrados (peces, aves y mamíferos), que permitan tener un universo completo para tener una mejor regionalización de acciones en el plan de manejo.
- Promover el uso adecuado del recurso agua y promover la reforestación con vegetación nativa para recuperar la capacidad de recarga hídrica natural de la Microcuenca, ya que la deforestación promueve la tasa de erosión del suelo (perdida de suelo fértil), arrastrando los sedimentos al ya muy alterado aluvión del Lago de Camécuaro, y al mismo Lago produciendo una tasa de azolvamiento del sistema superior a la natural.
- Recuperar el suelo y la vegetación, especialmente las ligadas a cuerpos de agua pues contraen grandes beneficios a la herpetofauna, pues les provee de alimento y refugio, además de que ayuda a recuperar la capacidad de recarga acuífera y evita que se continúe erosionando la región.
- Conseguir la donación de las áreas de río que están al sur del PNLC e incorporarlos al mismo, pues son importantes para la dispersión de la herpetofauna y otros grupos biológicos
- Debido a que los alcances y costos de las invasiones biológicas por especies exóticas son enormes, tanto en términos ecológicos como económicos. Es importante buscar la estrategia adecuada para controlar sus poblaciones en el sistema, ya que representan una amenaza para la salud pública y una pérdida de los usos culturales tradicionales de los recursos naturales. Por lo tanto, evitar nuevas invasiones biológicas, establecer un control y vigilancia eficientes de tales especies, evaluar los riesgos ecológicos y genéticos y establecer una mejor integración y cooperación entre sectores e instituciones para asegurar una mejor planificación estratégica, una mayor participación

y compromiso de las partes interesadas y un mejor uso de los recursos, instrumentos y procedimientos generales de gestión ambiental existentes.

Estrategias de manejo

Dado lo anterior, se hace evidente que la Microcuenca se encuentra en un estado de franco deterioro (Gutiérrez, *et a.* 2005), haciéndose necesario y urgente acciones de protección y recuperación para la zona 1 y 2, entre las que incluyen:

- Realizar estudios biológico con enfoque multiespecífico a fin de establecer las bases científicas para el manejo de la fauna.

- Establecer y apoyar áreas de reserva en *situ* y *exitu*, como el herpetario para la reproducción y crianza de las especies nativas y amenazadas, para una futura reintroducción sobretodo para la zona 2.

- Revisar la legislación actual en materia de protección de especies con algún estatus de conservación y vigilar estrictamente su cumplimiento.

- Consolidar y aplicar los programas de educación ambiental enfocado al conocimiento y respeto de las áreas asignadas a la conservación de las especies nativas, apoyado de la guía herpetológica para resaltar su importancia ecológica y su valor escénico.

- Llevar a cabo acciones de control de las especies introducidas, no permitiendo la entrada de plantas o animales exóticos, principalmente para la zona 1.

- Procura no encender fogatas, ya que se pueden provocar incendios forestales por los grandes periodos de esquía en la Microcuenca, especialmente para las zonas 1 y 2.

- Disminuir el impacto ambiental a través de la aplicación de medidas tales como:

-
- ❖ No contaminar con basura doméstica e industrial (fertilizantes).
 - ❖ Elaborar programas de regularización para el pastoreo extensivo.
 - ❖ Realizar programas de letrinas y evitar la defecación al aire libre.
 - ❖ Implementar señalización, nomenclatura y publicidad, acordes a las características naturales del lugar.
 - ❖ Elaboración del Plan de desarrollo urbano del centro de población, que contemple la protección del entorno inmediato a la Microcuenca, controlando ordenadamente el crecimiento urbano, a partir de la definición de usos del suelo compatibles a su conservación.

Zona 1 ó de alta prioridad para la conservación

- Identificar espacios que permitan el monitoreo de las actividades y manejo que pudieran alertar cambios a la estabilidad del sistema.
- Conservar el bosque de galería, matorral subtropical y cuerpos de agua perennes y temporales.
- Facilitar la investigación y educación científica.
- Conservar la diversidad genética con fines de proporcionar germoplasma para actividades de reintroducción de especies en otras áreas.

Descripción: Área medianamente alterada donde se podrá desarrollar investigación y estudios que apoyen los subprogramas de monitoreo del área protegida El uso de esta

área deberá ser restringido a la actividad intensiva, sólo se permitirá la investigación científica y actividades que garanticen la conservación del sistema, quedando excluida toda actividad que transforme o modifique los recursos, tales como extracción, introducción de especies exóticas, uso del fuego u otra actividad que impacte las condiciones naturales del sitio.

Zona 2 ó de amortiguamiento

- Promover servicios de educación ambiental e interpretación de la naturaleza de los ecosistemas terrestre y acuático.
- Recuperar áreas degradadas por actividades antropogénicas a su condición natural e incorporarlas a la zona de conservación.
- Brindar espacios ambientalmente equipados para apoyar actividades de recreación

Descripción: son áreas moderadamente alteradas, de vocación agrícola y ganadera, sin embargo, capaces de recuperar o evitar el crecimiento de su. Por sus características, este sitio ofrece un espacio para el desarrollo de actividades de educación e interpretación de la naturaleza, así como para el de la revegetación. Es una zona importante de recuperar pues es un área de recarga de los manantiales y cuerpos de agua subterráneos.

Zona 3 ó de poca importancia para la conservación.

- Disminuir el impacto ambiental ya ocasionado.

Descripción: son áreas muy alteradas, difíciles de recuperar sobretodo porque mantienen un alto grado de uso antropogénico. Son áreas que sustentan gran parte de la actividad económica del municipio de Tangancícuaro.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES

- La herpetofauna del Parque Nacional Lago de Camécuaro está constituida por 30 especies, las cuales se agrupan en 3 ordenes, 11 familias y 22 géneros.
- 10 son registros nuevos para la región y representan el 33.3% del total de especies.
- La herpetofauna presenta una dispersión al azar con elementos de conglomeración en la Microcuenca, y dependen directamente de la disponibilidad del agua y tipo de vegetación.
- La recategorización ecológica de las especies herpetofaunísticas a nivel regional enlisto a 13 especies como abundantes, 9 las moderadamente abundantes y 8 las consideradas como raras.
- De acuerdo al listado de especies mexicanas que se encuentran bajo alguna categoría de conservación, en la Microcuenca existen 11 especies con algún estatus de conservación, que corresponden al 36.7% de las especies registradas para la Microcuenca.
- El uso de talleres permitió involucrar a la gente en el proyecto de conservación, y fueron los encargados de buscar las estrategias adecuadas para este fin y llevarlas acabo, construyendo un herpetario y un programa de educación ambiental.
- La mayoría de la gente piensa que estos grupos faunísticos no dejan beneficio alguno para la comunidad y que al contrario son animales repugnantes, indeseables y dañinos.

-
- Se generó un mapa de aptitud para la conservación de la herpetofauna, generando tres zonas de acción específica.
 - Los factores más importantes para la distribución espacial de la herpetofauna en la MPNLC son el recurso agua y la vegetación, por lo tanto, que para proteger a esta fauna primero hay que proteger a estos dos recursos.
 - Se creó un Plan de Manejo y Conservación en base a la vocación de las tres zonas generadas con el SIG:
 - Zona 1 ó de alta prioridad para la conservación
 - Zona 2 ó de amortiguamiento
 - Zona 3 ó de poca importancia para la conservación.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Díaz Javier y Dolores del Carmen Huacuz Elías. 1996. Guía Ilustrada de los Anfibios y Reptiles más Comunes de la reserva Colola-Maruata en las Costas de Michoacán México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 90 pp.
- Bailey, R. G. 1981. Integrated approaches to classifying land as ecosystems. In: P. Laband (Ed.) Proceedings of the workshop on land evaluation for forestry: International Institute for Land Reclamation and Improvement Wageningen: 95-109
- Bailey, R. G. 1987. Suggested hierarchy of criteria for multi-scale ecosystem mapping. *Land Landscape and Urban Planning*, 14: 313-319.
- Barbour, C. D. 1973. A biogeographical history of *Chirotoma* (PISCES: ATHERINIDAE): a species flock from the Mexican Plateau. *Copeia*, 3: 533-556.
- Casas-Andreu G., Valenzuela-López, G. y A. Ramirez-Bautista. 1991. Como hacer una colección de anfibios y reptiles. Instituto Nacional de Biología, cuaderno No 10. UNAM. México: 68 pp.
- Ceballos, G. 1993. Especies en peligro de extinción. *Ciencias* (núm. Especial) 7: 5-10.
- Claver, I. 1991 (Ed.). "Guía para la elaboración de estudios del medio físico". 3ª Ed. CEOTMA, Madrid, España. 572 pp.
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México estudio del país. México. 341 pp.
- CONABIO 2004. Animales en peligro de extinción. México Desconocido (Edición especial). Pág. 85.
- Cox W. 1990. Laboratory manual of general ecology. WCB Editions. 251 pp.
- Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía. 1995. Plan de Medio Ambiente de Andalucía (1995-2000). CMJA, España: 340 pp.
- Duellman, W. E. 1961. The amphibians and reptiles of Michoacán, México. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 15(1): 1-148.
- Ehrlich, P. R. y A. H. Ehrlich. 1981. Extinction: The causes and consequences of the disappearance of species. Random House, New York.

-
- Escalera, C. 2001. "Plan de Rescate Ecológico del Parque Nacional Lago de Camécuaro, Michoacán". CIIDIR IPN Michoacán, México: 78 pp.
 - Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Consejo Nacional para la Biodiversidad / Universidad Autónoma de México, México: 439 pp.
 - Garduño, V.H., et. al., 1999, Carta Geológica del Estado de Michoacán, Esc:1: 1000 000.
 - Guerrero, K. 2001. Los vertebrados Terrestres de la Microcuenca de Santa Catarina. Universidad Autónoma de Querétaro, México: 78 pp.
 - Gutiérrez- Yurrita, P. J. 2000. Reflexiones sobre la gestión de los cuerpos de agua epicontinentales y su papel en la cultura. *Zoología Informa*. Diciembre (43): 27–52.
 - Gutiérrez- Yurrita, P. J., Morales-Ortíz, A., Oviedo, A. y C. Ramírez-Pérez. 2002. Distribution, spread, habitat characterisation and conservation of freshwater crayfish species (Cambaridae) in Querétaro, Central México. *Freshwater Crayfish* 13: 349-358.
 - Gutiérrez- Yurrita, P. J. y Ulises Padilla-García. 2005. Análisis Sintético de la fauna Queretana y estrategias para su Gestión y Preservación. Gobierno del estado de Querétaro. 93pp
 - Gutiérrez- Yurrita, P. J., Hernández Elfego., Morales-Ortíz A., García Trejo F., Pedraza Lara Carlos., Cid Montoya B., Ruiz J. y L. Félix. 2005. Plan de Manejo del Parque Nacional Lago de Camécuaro, Tgancícuaro Michoacán. Universidad Autónoma de Querétaro, México: 138 pp.
 - Gutiérrez- Yurrita, P. J., P. Alonso-Eguía Lis, S. Hurtado, A. Morales-Ortíz, A. López-Romer. 2004. Estudios ecosistémicos en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. En: Noria, J. L. y R. Pedraza (Eds.): Primer encuentro de investigadores de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP). México.
 - Heine, K. 1993. Las variaciones climáticas más importantes durante los últimos 40,000 años en México. *Comunicaciones proyecto Puebla-Tlaxcala*, 7:51-57.
 - Hernández, G. E. 1989. Herpetofauna de la Sierra de Taxco, Gro. Tesis de Licenciatura. UNAM. México, DF. 93 pp.

- I. N. E. G. I. 1992. "Anuario estadístico del Estado de Michoacán". Inst. Nal. de Estadística Geografía e Informática; Gob. Edo. de Michoacán. México. 308 pp.
- INEGI. Carta topográfica escala 1:50 000, ZAMORA E13B19.
- INEGI. Carta edafológica escala 1:50 000, ZAMORA E13B19.
- Klijn, F. (Ed). 1994. Ecosystem classification for environmental management. Kluwer Academic Press. Dordrecht.
- Macey, J. R. 1986. The biogeography of the herpetofaunal transition between the great basin and mojave desert. In C. A. Hall Jr. & D. J. Young (eds). Natural history of the White-Inyo range, eastern California and western Nevada and high altitude physiology: Univ. of Calif. White Mountain Research Station Symposium. August 23-25. 1985. Bishop. California. EUA.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Omega. Barcelona, España: 1010 pp.
- Margalef, R. 1992. Ecología. Editorial Planeta. Barcelona, España. 255 pp.
- Mendoza, Q. F. 1990. Estudio herpetofaunístico en el transecto Zacualtipán-Zoquizocapan-San Juan Meztlán, Hidalgo. En Tesis.
- Mittermeier, R. A. y M. C. Mittermeier. 1992. La importancia de la diversidad biológica en México. En: Sarukhán J. y R. Dirzo (Comps.). México ante los retos de la biodiversidad. CONABIO. Conservación Internacional: 63-74 pp.
- Muñoz A. L. A. 1988. Estudio herpetofaunístico del parque ecológico estatal de Omiltelmi, Mpio. de Chilpancingo, Guerrero. Facultad de Ciencias de la UNAM. México. DF. 111pp.
- Montes, C., Borja F., Bravo, M. A., Moreira, J. M. 1998. Reconocimiento biofísico de espacios naturales protegidos. Doñana: una aproximación ecosistémica. Junta de Andalucía, España.
- Odum Eugene P. 1972. Ecología. Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. México, D:F: 639 pp.
- Olvera-Pedraza, J. M., Padilla-García, U., Morales-Ortíz, A. y P.J. Gutiérrez-Yurrita. 2002. Bases Ecológicas para el Manejo de la Herpetofauna de la Subcuenca del Río la Laja. Laboratorio de Zoología, Universidad Autónoma de Querétaro: 32 pp.
- Padilla-García, Ulises. 1996. distribución Herpetofaunística del Noreste del Estado de Querétaro, en un Gradiente Altitudinal y de Vegetación.

-
- Pedraza Lara Carlos S. 2004. Análisis Poblacional de *Procambarus digueti* Bouveier (Decapoda: Cambaridae) en las Subcuencas de los ríos Camécuaro y Bajo Duero, Michoacán. Universidad Autónoma de Querétaro. 66pp
 - Pineda-López R. y L. Hernández. 2000. La Microcuenca Santa catarina: estudios para su conservación y manejo. Serie Químico-Biológicas. SEMARNP/UAQ, México: 147 pp.
 - Platts, W. S., W. F. Megahan y G. W. Minshall. 1983. "Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions". U. S. Dep. Agriculture. U.S.A. 71 pp.
 - Pasquare, G. et.al. 1985. Cenozoic Volcanism and Tectonics in Western- Central México. Rend. Accad. Naz. Lincei, 95 pp 1-9.
 - Rzendowski Jerzy. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. pp431.
 - SARH, 1993. Diagnóstico del Parque Nacional Lago de Camécuaro, Mich. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. PAUSA. 38 páginas más anexos.
 - SARH. 1993. Diagnóstico del Parque Nacional Lago de Camécuaro, Mich. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. PAUSA. 38 páginas, más anexos.
 - Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 2000. Michoacán, Logros y Retos Hacia el Desarrollo Sustentable 1995-2000. SEMARNAP, México: 92 pp.
 - SEMARNAP y CONABIO. 2002. Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad de México. CONABIO, México: 103 pp.
 - Sládecèk, V. y G. Vilaclara. 1993. A water bloom in lake Pátzcuaro (Michoacán, México). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 431-434.
 - Smith, R. L. 1990. "Ecology and field biology". Harper Collins, 4ª Ed. U.S.A. 900 pp.
 - Wetzel, R. G. 1975 "Limnology". Saunders College Pub. U. S. A. 743 pp.
 - Wilson, E. O. 1988. The current state of biological diversity. En: E. O. Wilson (Ed.) Biodiversity. Nacional Academy Press, Washington: 3-18.
 - Vanzolini, J. y Papavero, A. 1985. Técnicas de captura de vertebrados. Traducción de Portugal a Español. México.

Anexo 1

Normales Climatológicas 1961-1990

Estado De: Michoacan

Estacion: 00016014 Camecuaro, Tangancicuaro Latitud: 19° 56' N Longitud: 102° 14' W Elevacion: 1630.0 Msnm

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL PROVISIONAL	24.6	26.2	28.8	30.7	31.2	28.0	25.3	25.4	25.6	26.0	25.7	24.6	26.8
MAXIMA MENSUAL	26.4	28.1	30.3	32.5	32.6	31.5	27.1	26.0	27.6	28.0	27.6	26.0	32.6
AÑO DE MAXIMA	1982	1982	1985	1986	1985	1969	1979	1983	1982	1979	1965	1983	1985
MINIMA MENSUAL	22.2	24.1	25.6	28.7	28.1	26.3	24.3	24.2	24.5	24.5	22.6	23.2	22.2
AÑO DE MINIMA	1964	1968	1968	1962	1963	1971	1961	1971	1979	1978	1976	1964	1964
AÑOS CON DATOS	25	24	25	24	26	25	25	26	26	24	24	23	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL PROVISIONAL	3.7	4.3	6.7	9.7	12.7	14.8	14.3	13.8	13.3	10.4	6.4	4.7	9.6
MINIMA MENSUAL	2.0	1.2	1.4	6.4	10.1	11.4	11.4	12.1	11.3	7.3	4.0	2.4	1.2
AÑO DE MINIMA	1986	1986	1986	1983	1986	1986	1986	1986	1979	1979	1985	1966	1986
MAXIMA MENSUAL	5.4	6.8	9.5	11.1	14.8	16.2	15.7	15.4	14.8	12.3	10.4	7.2	16.2
AÑO DE MAXIMA	1964	1979	1969	1975	1963	1969	1979	1969	1969	1978	1972	1979	1969
AÑOS CON DATOS	25	24	25	24	26	25	25	26	26	24	24	23	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL PROVISIONAL	14.2	15.3	17.7	20.2	21.9	21.4	19.8	19.6	19.5	18.2	16.1	14.6	18.2
PER/QUINTIL 1	13.3	13.9	15.9	19.0	21.3	20.6	19.2	19.1	18.7	17.3	15.1	13.2	
PER/QUINTIL 2	13.7	14.6	17.3	19.7	21.5	20.8	19.6	19.3	19.3	17.7	15.6	14.2	
PER/QUINTIL 3	14.2	15.5	18.0	20.3	22.1	21.3	19.8	19.6	19.5	18.3	16.0	14.7	
PER/QUINTIL 4	14.7	15.8	18.4	20.9	22.3	22.0	20.1	19.9	19.7	18.5	16.3	15.4	
PER/QUINTIL 5	15.0	16.4	18.9	21.4	22.5	22.5	20.5	20.0	20.1	18.9	17.1	15.7	
AÑOS CON DATOS	25	24	25	24	26	25	25	26	26	24	24	23	

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION TOTAL													
NORMAL PROVISIONAL	15.8	6.1	4.5	12.3	40.2	168.7	223.0	201.7	154.1	66.3	11.5	13.9	918.2
MAXIMA MENSUAL	102.0	25.4	37.7	43.8	92.3	318.8	345.8	337.0	254.4	180.7	41.1	64.9	345.8
AÑO DE MAXIMA	1980	1982	1968	1965	1972	1985	1983	1963	1962	1973	1983	1979	1983
PER/QUINTIL 1	.0	.0	.0	.0	22.2	118.1	173.3	150.2	111.8	23.5	.0	1.7	
PER/QUINTIL 2	.5	.8	.0	6.0	32.0	142.3	187.9	167.1	137.8	56.3	.8	5.7	
PER/QUINTIL 3	7.4	6.1	2.5	11.5	49.2	176.7	235.8	203.3	159.5	65.5	16.7	9.1	
PER/QUINTIL 4	37.3	12.6	6.9	29.5	56.3	226.0	285.2	266.5	201.4	108.4	21.9	25.5	
PER/QUINTIL 5	102.0	25.4	37.7	43.8	92.3	318.8	345.8	337.0	254.4	180.7	41.1	64.9	
AÑOS CON DATOS	24	24	25	24	25	25	25	26	26	24	24	23	
DIAS PRECIPITACION APRECIABLE													
NORMAL PROVISIONAL	1.8	1.1	8	1.7	4.6	15.3	20.9	19.7	15.2	7.2	1.5	1.8	91.7
AÑOS CON DATOS	24	24	25	24	25	25	25	26	26	24	24	23	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL PROVISIONAL	3.8	4.9	6.2	6.9	6.9	5.4	4.1	4.0	3.9	4.0	3.8	3.3	4.8
AÑOS CON DATOS	24	23	24	24	26	25	25	26	26	24	24	23	
DIAS CON TORMENTA ELECTRICA													
NORMAL PROVISIONAL	.08	.08	.04	.29	1.04	3.04	4.72	4.54	3.62	.92	.13	.04	18.53
AÑOS CON DATOS	25	24	25	24	25	25	25	26	26	24	24	23	
DIAS CON GRANIZO													
NORMAL PROVISIONAL	.16	.00	.12	.08	.16	.28	.36	.58	.31	.00	.00	.09	2.13
AÑOS CON DATOS	25	24	25	24	25	25	25	26	26	24	24	23	
DIAS CON NIEBLA													
NORMAL PROVISIONAL	.84	.04	.08	.08	.56	1.32	2.00	2.77	3.04	1.17	.25	.17	12.32
AÑOS CON DATOS	25	24	25	24	25	25	25	26	26	24	24	23	

ANEXO 2

Hoja de registro de colecta en campo para especies de anfibios y reptiles.

HOJA DE REGISTRO							
Localidad:				Fecha:		Hora:	Hoja No.
Descripción Física de la Localidad:							
NR	Especie	UG	Sexo	LT	LHC	Micro hábitat	Observaciones

- NR= Número de Registro
- UG= Ubicación Geográfica (UTM)
- LT= Longitud Total (cm)
- LHC= Longitud Hocico-Cloaca (cm)

ANEXO 3

FORMATO DE ENCUESTA UTILIZADA DURANTE LOS TALLERES PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS HERPETOLÓGICOS

CUESTIONARIO SOBRE LA HERPETOFAUNA DE LA MICROCUENCA DEL PARQUE NACIONAL LAGO DE CAMÉCUARO

Nombre: _____ Edad: _____

¿Qué ranas, sapos, tortugas, lagartijas o serpientes conoces y has visto en tu comunidad?

¿Cuáles de estos animales vez con mayor frecuencia?

¿Qué beneficios crees que tengan estos animales para tu comunidad?

¿Qué daños crees que han causado estos animales a tu comunidad?

¿Cuáles de estos animales han desaparecido de tu comunidad?

¿Piensas que es importante que conservemos este grupo de animales, si o no y porqué?

¿Qué harías para proteger a este grupo de animales?

ANEXO 4

LISTADO DE ESPECIES PRESENTES EN EL PARQUE NACIONAL DE CAMÉCUARO

Clase Anfibia

Orden Anura

Familia Hylidae

Hyla arenicolor Cope, 1886

Hyla eximia Baird, 1854

Familia Ranidae

Rana spectabilis Hillis & Frost, 1985

Familia Pelobatidae

Spea multiplicatus (Cope, 1863)

Clase Reptilia

Orden Testudines

Familia Kinosternidae

Kinosternon integrum (Pr) Leconte, 1824

Orden Squamata

Suborden Sauria

Familia Phrynosomatidae

Sceloporus dugesi Bocourt, 1873

Sceloporus grammicus (Pr) Wiegmann, 1828

Sceloporus heterolepis Boulenger, 1894

Sceloporus scalaris Wiegmann, 1828

Sceloporus torquatus Wiegmann, 1828

Urosaurus bicarinatus (Duméril, 1856)

Familia Polychridae

Anolis nebulosus (Wiegmann, 1834)

Familia Teiidae

Cnemidophorus sp.

Suborden Serpentes

Familia Colubridae

Conopsis biserialis (A*) Taylor & Smith, 1942

***Diadophis punctatus* (Linnaeus, 1766)**

Drymarchon corais (Boei, 1827)

Lampropeltis mexicana (A*) (Garman, 1884)

Leptophis diplotropis (A*) (Gunther, 1872)

Masticophis mentovarius (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)

Ninia diademata Baird & Girard, 1853

Oxibelis aeneus (Wagler, 1824)

Pituophis deppei (A*) (Duméril, 1853)

Thamnophis cyrtopcis (A) (Kennicott, 1860)

Thamnophis eques (A) (Reuss, 1834)

Thamnophis melanogaster(A*) (Peters, 1864)

Thamnophis scalaris (A*) Cope, 1861

Salvadora sp.

Familia Elapidea

Micrurus sp.

Familia Leptotyphlopidae

Leptotiphops dulcis (Baird & Girard, 1853)

Familia Viperidae

Crotalus molossus (Pr) Baird y Girad, 1853

Nota: Pr (sujeta a protección especial), A (amenazada), * (endémica a México)

ANEXO 5

Especies de anfibios y reptiles por tipo de vegetación representativa en la Microcuenca

ESPECIE	Matorral Subtropical	Bosque de Encino	Bosque de Galerías	Agricultura Agostadero
<i>Hyla arenicolor</i>	*		*	
<i>Hyla eximia</i>		*	*	
<i>Rana spectabilis</i>	*		*	
<i>Spea multiplicatus</i>	*			
<i>Kinostemon integrum</i>	*		*	
<i>Sceloporus dugesi</i>		*		
<i>Sceloporus grammicus</i>		*	*	
<i>Sceloporus heterolepis</i>			*	
<i>Sceloporus scalaris</i>		*		
<i>Sceloporus torquatus</i>	*	*	*	*
<i>Urosaurus bicarinatus</i>			*	
<i>Anolis nebulosus</i>	*		*	*
<i>Cnemidophorus sp.</i>	*			*
<i>Conopsis biserialis</i>	*	*		*
<i>Diadophis punctatus</i>			*	
<i>Drymarchon corais</i>			*	
<i>Lampropeltis mexicana</i>	*		*	
<i>Leptophis diplotropis</i>			*	
<i>Masticophis mentovarius</i>	*	*	*	*
<i>Ninia diademata</i>			*	
<i>Oxibelis aeneus</i>	*		*	
<i>Pituophis deppei</i>	*	*	*	*
<i>Thamnophis cyrtopcis</i>		*		
<i>Thamnophis eques</i>			*	*
<i>Thamnophis melanogaster</i>		*	*	*
<i>Thamnophis scalaris</i>				
<i>Salvadora sp.</i>			*	
<i>Micrurus sp.</i>	*		*	
<i>Leptotiphops dulcis</i>	*			
<i>Crotalus molossus</i>	*			*
TOTAL	16	10	21	9

ANEXO 6

Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la Microcuenca.

ESPECIE	RARA	MODERADAMENTE ABUNDANTE	ABUNDANTE
<i>Hyla arenicolor</i>			■
<i>Hyla eximia</i>			■
<i>Rana spectabilis</i>			■
<i>Spea multiplicatus</i>		■	
<i>Kinosternon integrum</i>			■
<i>Sceloporus dugesi</i>			■
<i>Sceloporus grammicus</i>			■
<i>Sceloporus heterolepis</i>			■
<i>Sceloporus scalaris</i>			■
<i>Sceloporus torquatus</i>			■
<i>Urosaurus bicarinatus</i>		■	
<i>Anolis nebulosus</i>			■
<i>Cnemidophorus sp.</i>		■	
<i>Conopsis biserialis</i>		■	
<i>Diadophis punctatus</i>	■		
<i>Drymarchon corais</i>	■		
<i>Lampropeltis mexicana</i>	■		
<i>Leptophis diplotropis</i>		■	
<i>Masticophis mentovarius</i>		■	
<i>Ninia diademata</i>	■		
<i>Oxibelis aeneus</i>		■	
<i>Pituophis deppei</i>			■
<i>Thamnophis cyrtopcis</i>	■		
<i>Thamnophis eques</i>			■
<i>Thamnophis melanogaster</i>			■
<i>Thamnophis scalaris</i>	■		
<i>Salvadora sp.</i>	■		
<i>Micrurus sp.</i>	■		
<i>Leptotiphops dulcis</i>		■	
<i>Crotalus molossus</i>		■	
TOTAL	8	9	13