

00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

FACULTAD DE CIENCIAS

**CARACTERIZACIÓN ALTITUDINAL DE LA HERPETOFAUNA EN LA
REGIÓN DE CERRO GRANDE, RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA
DE MANANTLÁN, JALISCO-COLIMA.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA ANIMAL)**

P R E S E N T A

ALICIA LOEZA CORICHI

DIRECTOR DE TESIS: DR. ÓSCAR ALBERTO FLORES VILLELA

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE, 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS
COORDINACIÓN

OFICIO FCIE/PCB/458/02

ASUNTO: RATIFICACIÓN de Sinodales

DR. OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA

Presente.

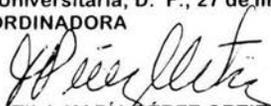
Por este conducto me permito comunicarle que ha sido ratificado como Director(a) de Tesis del(a) BIOL. ALICIA LOEZA CORICHI, quien desarrolló el Trabajo de Tesis titulado: "Caracterización altitudinal de la herpetofauna en la región de Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima"

Así mismo, les comunico a los siguientes miembros que el Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas en su sesión celebrada el día 27 de mayo del año en curso, acordó autorizar la RATIFICACIÓN como sinodales para dictaminar si el trabajo que ha desarrollado como tesis el(a) alumno(a) antes mencionado tiene los méritos para obtener el grado de MAESTRO(A) EN CIENCIAS (BIOLOGÍA ANIMAL):

PRESIDENTE	DR.	OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA
PRIMER VOCAL	DR.	ZENÓN CANO SANTANA
SEGUNDO VOCAL	M. EN C.	LIVIA SOCORRO LEÓN PANIAGUA
TERCER VOCAL	DR.	AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA
SECRETARIO	DR.	VÍCTOR HUGO REYNOSO ROSALES
SUPLENTE	DRA.	IRENE GOYENECHEA MAYER-GOYENECHEA
SUPLENTE	M. EN C.	GUADALUPE GUTIÉRREZ MAYÉN

Sin más por el momento y en espera de su respuesta, quedo de ustedes.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D. F., 27 de mayo del 2002
COORDINADORA


DRA. TILA MARÍA PÉREZ ORTIZ

TMPOIASRlgrf*



Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme brindado el apoyo de una beca (Número de Registro 81721) para cursar los estudios de la Maestría en Ciencias (Biología Animal) en esta Máxima Casa de Estudios (UNAM).

A la Universidad de Guadalajara por otorgarme una beca para cursar estudios de Maestría en Ciencias (Biología Animal) en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como por la beca FOMES para cursar dichos estudios,

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme un Complemento de Beca a través de la Dirección General de Estudios de Posgrado, para cursar estudios de Maestría en Ciencias (Biología Animal) en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Dr. Óscar Alberto Flores Villela, por sus conocimientos y opiniones vertidos en este trabajo que ayudaron a mejorar notablemente este trabajo; así como por su enorme paciencia para verlo terminado y su valiosa amistad.

Al H. Jurado de esta tesis: Dr. Zenón Cano Santana, M. en C. Livia Socorro León Paniagua, Dr. Aurelio Ramírez Bautista, Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales, Dra. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea y M. en C. Guadalupe Gutiérrez Mayén por sus valiosas sugerencias y opiniones que mejoraron notoriamente ya que sin ellos y sin su enorme paciencia este trabajo no hubiera llegado a buen término.

A la Dra. Mónica Rojas López por su valioso apoyo para el análisis de la diversidad.

A la familia Barrera Loeza, a quienes debo sin duda alguna su apoyo, paciencia, comprensión y mucho más para este trabajo desde sus inicios hasta su término, así como por su incondicional y amoroso apoyo en mi empeño por obtener este posgrado.

A la familia Loeza Corichi por su invaluable apoyo en este camino y muchos otros que he decidido tomar en la vida.

A la familia Benítez Villalón, amigos de siempre que me han apoyado invariablemente desde el comienzo de esta tesis y que hasta ahora lo siguen haciendo de forma incondicional.

A la familia Sánchez de El Terrero, Jalisco, pero en especial a Óscar por el invaluable apoyo en el trabajo de campo así como por las agradables pláticas que amenizaron el arduo trabajo durante el periodo de de campo.

A Doña Lola, ejemplo de perseverancia y que además me brindó gustosa siempre su hospitalidad en Cerro Grande.

A la memoria de Don Cándido y Don Faustino, quienes me brindaron también su hospitalidad durante el trabajo de campo pero que la muerte los sorprendió antes de terminarlo.

Al Instituto Manantlán de Ecología y Biodiversidad (antes Laboratorio Natural Las Joyas de la Sierra de Manantlán) por su cooperación en el préstamo de la cabaña ubicada en El Terrero, Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán.

A la Universidad de Guadalajara, por darme la oportunidad de cursar un posgrado nacional de excelencia que me ha dejado un cúmulo de conocimientos y experiencias que he podido aplicar en mi vida profesional y en el terreno personal.

A todas aquellas personas e instituciones que de manera directa o indirecta ayudaron a la realización de este trabajo; en particular al M. en C. Fernando Mendoza Quijano por la revisión inicial de esta tesis y su apoyo en la determinación de los ejemplares recolectados y en algunas salidas de campo; y también a Ubaldo Guzmán Villa por facilitarme la impresión final de este trabajo; a los compañeros anteriores y actuales del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM por su amistad y diversos apoyos que me brindaron durante la realización de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	5
2.1 Distribución de los anfibios y reptiles	5
2.2 Estudios herpetológicos cercanos al área de estudio	11
3. OBJETIVOS	13
4. HIPÓTESIS GENERAL	13
5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
5.1 Ubicación	14
5.2 Morfología y Fisiografía	16
5.3 Suelos	18
5.4 Hidrografía	19
5.5 Clima	19
5.6 Vegetación	21
5.6.1 Sitios de muestreo	21
6. MÉTODOS	27
6.1 Listado preliminar de especies de herpetofauna	27
6.2 Trabajo de campo	27
6.3 Vegetación	29
6.4 Estacionalidad	31
6.5 Análisis de similitud	31
6.6 Análisis de diversidad	33
7. RESULTADOS	34
7.1 Herpetofauna del área de Cerro Grande	34
7.2 Composición herpetofaunística	35
7.3 Riqueza específica de Cerro Grande	44
7.4 Abundancia de especies por tipo de vegetación	48
7.5 Distribución de los grupos	51
7.6 Fenología	53
7.7 Análisis de la diversidad	54
7.8 Análisis de la similitud	55

8. DISCUSIÓN	60
8.1 Composición y riqueza herpetofaunística de Cerro Grande	60
8.2 Distribución de la herpetofauna	63
8.3 Abundancia de las especies	68
8.4 Fenología de las especies	70
8.5 Similitud herpetofaunística	71
9. CONCLUSIONES	74
10. LITERATURA CITADA	77

ÍNDICE DE TABLAS, CUADROS Y FIGURAS

Tablas	Página
Tabla 1. Descripción de los sitios de muestreo establecidos en Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México	25
Tabla 2. Composición herpetofaunística por tipo de vegetación y gradiente altitudinal de la región de Cerro Grande	37
Tabla 3. Abundancia de especies herpetofaunísticas por tipo de vegetación y gradiente altitudinal en la región de Cerro Grande	50
 Cuadros	
Cuadro 1. Composición herpetofaunística de especies así como de individuos por grupo en el área de Cerro Grande.	35
Cuadro 2. Especies de anfibios y reptiles que se registraron por primera vez tanto para la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán en general, como para el área de Cerro Grande	39
Cuadro 3. Primeros registros exclusivos para el área de Cerro Grande. Los asteriscos indican los primeros registros para la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán	40
Cuadro 4. Lista de especies de anfibios y reptiles endémicas de México presentes en el área de Cerro Grande	42
Cuadro 5. Especies y subespecies de anfibios y reptiles presentes en el área de Cerro Grande, enlistados en la NOM-059-ECOL-2001	43
Cuadro 6. Riqueza de especies de anfibios y reptiles en los siete tipos de vegetación muestreados. Los números entre paréntesis denotan el porcentaje dentro de un tipo de vegetación	46
Cuadro 7. Riqueza de especies de anfibios y reptiles presentes en el gradiente altitudinal muestreado en el área de Cerro Grande. Los números entre paréntesis denotan porcentajes dentro de un piso altitudinal	47
Cuadro 8. Tabla de contingencia para la prueba de X^2 , elaborada para las especies de anfibios y reptiles en los siete tipos de vegetación muestreados. Los números fuera del paréntesis son el número de especies observado. Los números entre paréntesis son los valores esperados	52

Cuadro 9. Tabla de contingencia para la prueba de X^2 , elaborada para los tres pisos altitudinales muestreados en Cerro Grande. Los números fuera del paréntesis son el número de especies observadas. Los números dentro del paréntesis son los valores esperados	52
Cuadro 10. Proporción de edades, sexos y hembras grávidas en época de lluvias y de sequía en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima	54
Cuadro 11. Valores de diversidad ($e^{H'}$) por tipo de vegetación para Cerro Grande	54
Cuadro 12. Matriz de valores de similitud de Simpson de la herpetofauna presente en los siete tipos de vegetación muestreados en el área de Cerro Grande. Los valores seguidos por asteriscos indican el número de especies compartidas	56
Cuadro 13. Matriz de valores de similitud de Jaccard para la herpetofauna presente en los siete tipos de vegetación muestreados en el área de Cerro Grande	57
Cuadro 14. Matriz de valores de similitud de Simpson que compara la herpetofauna de Cerro Grande, Costa de Jalisco, Colima, Colima (Costa y Planicie) y Tierras Altas del oeste de México. Los valores seguidos por un asterisco indican el número de especies compartidas	58

Figuras

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio, Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán	15
Figura 2. Climograma del área de Cerro Grande, datos de 30 años (Fuente: Martínez et al., 1991)	20
Figura 3. Mapa de Vegetación del área de estudio en Cerro Grande, Jalisco-Colima	26
Figura 4. Perfil de vegetación y gradiente altitudinal del área de muestreo en Cerro Grande, Jalisco-Colima	30
Figura 5. Curva acumulada de especies en el área de Cerro Grande para el periodo de estudio (junio 1993 a mayo 1994)	41
Figura 6. Estacionalidad de las especies presentes en el área de Cerro Grande durante el periodo de estudio (junio 1993-mayo 1994)	53
Figura 7. Fenograma obtenido a partir del Índice de Simpson a través del método UPGMA, por tipo de vegetación	56

Figura 8. Fenograma obtenido a partir del Índice de Jaccard a través del método UPGMA, por tipo de Vegetación	58
Figura 9. Fenograma obtenido a partir del Índice de Simpson a través del método UPGMA, para Cerro Grande y regiones cercanas	59

RESUMEN

Se registró la herpetofauna presente en el área de Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (RBSM), a través de un gradiente altitudinal que va de los 385 a los 2,265 msnm durante el periodo de un año. Se realizaron muestreos mensuales en siete tipos de vegetación y tres pisos altitudinales, obteniéndose un total de 1,543 ejemplares pertenecientes a 63 especies de anfibios y reptiles con un total de 40 géneros y 16 familias. Se obtuvo el primer registro para la RBSM de 25 especies; y de 44 especies para el área de Cerro Grande. Además, se registró una extensión del área de distribución así como el primer registro para el estado de Colima de *Elgaria kingi ferruginea*.

Se observaron tres grupos de distribución ecológica claramente definidos. El primero agrupó a las especies registradas entre los 2,025-2,265 msnm (bosque de encino-pino y Bosque mesófilo de montaña) con una similitud del 70%. El segundo agrupó a las especies registradas entre los 935-1,730 msnm (Bosque de encino caducifolio y Bosques tropicales caducifolios) con una similitud del 73.3%. El tercero reunió a las especies que se registraron entre los 365-840 msnm (Bosque de galería y Bosque tropical subcaducifolio) con una similitud del 85.7%. Estos grupos de distribución encontrados pueden deberse a un efecto de vecindad espacial entre los tipos de vegetación.

Se observó diferencia significativa entre el número de especies presentes tanto en época de lluvias como en sequía (X^2 $P > 0.05$); también que el tipo de vegetación, el gradiente altitudinal y la topografía kárstica determinan la distribución de anfibios y reptiles en el área de estudio debido a que estos factores no son independientes en la distribución de la fauna. Al comparar la herpetofauna registrada para Cerro Grande con la registrada en otras áreas cercanas, se observó una mayor similitud entre la registrada en el área de estudio con la de la Costa de Jalisco y la de Colima (costa y planicie), aún cuando los Índices de Similitud de Simpson para ambos casos no llegaron al 66.6%

1. INTRODUCCIÓN

Existe una gran diversidad de especies en el planeta las cuales viven en diferentes condiciones ambientales, en donde la variación temporal y espacial de las condiciones físicas para la vida posibilitan la variedad entre los organismos así como también las interacciones entre los organismos. En consecuencia, los diferentes factores físicos y biológicos del ambiente no actúan en forma aislada, pues a menudo unos tienen influencia directa o indirecta sobre la actividad de otros. Los sucesos ecológicos y sus consecuencias a menudo están regulados por la disponibilidad de uno o unos pocos factores o requerimientos poco abundantes, mientras que otros recursos y materias primas presentes en exceso pueden dejarse de usar en parte; así mismo, las poblaciones pueden estar limitadas por ciertos factores, tales como el clima, el alimento, los depredadores o sus competidores. Con frecuencia, entre los factores limitantes más importantes se encuentran varios nutrientes, el agua y la temperatura; sin embargo, los factores limitantes no son siempre tan definidos, sino que tienen interacciones por lo que un proceso puede verse limitado de modo simultáneo por varios factores, y el cambio de uno de ellos resulta en el establecimiento de un nuevo equilibrio (Pianka, 1982).

En general, se considera que el clima es el principal factor del ambiente físico, y que a su vez determina la disponibilidad de agua y las características térmicas del ambiente; dado que el clima es un determinante principal de los suelos y la vegetación, existe una estrecha correspondencia entre los climas y los tipos de comunidades que existen en estas condiciones climáticas (Pianka, 1982). El clima no solamente actúa en forma directa sobre las plantas, sino que también lo hace en la modelación de la topografía, afectando la distribución de microorganismos y de animales e interfiere en los mecanismos de competencia (Rzedowski, 1988). A su vez, las plantas ejercen cierto grado de influencia sobre el clima siendo el principal efecto de la vegetación la atenuación de la mayor parte de los cambios climáticos diarios de temperatura, humedad y viento (Pianka, 1982).

En general, las montañas son más frías y ventosas que los valles adyacentes y modifican marcadamente la disponibilidad de agua así como los modelos de precipitación, por lo que el agua que cae en una pendiente lo hace más rápidamente y permanece por menos tiempo en el suelo; las pendientes expuestas al viento son relativamente más húmedas que aquellas que no lo están, conociendo a este efecto como eliminación de la lluvia (Pianka, 1982). En particular, los ecosistemas tropicales de montaña presentan cambios paulatinos en los tipos de vegetación a través de gradientes altitudinales, produciendo así patrones de zonación de acuerdo a las características orográficas y edafológicas de cada macizo montañoso; debido a la característica de amplitud en el intervalo altitudinal de las zonas montañosas se produce una estratificación en el clima, creando gradientes de temperatura, humedad relativa, radiación solar y presión atmosférica, que afectan directamente a la biota. Estos cambios altitudinales en clima y vegetación a veces en reducidas distancias horizontales (verticalidad) ocasionan una alta diversidad de hábitats y especies, lo que aunado a las características de insularidad de los hábitats de montaña éstos tienden a ser zonas de especiación con altos porcentajes de endemismo en su flora y fauna, y en consecuencia son de gran importancia en la conservación de la diversidad biótica (Van Der Hammen *et al.*, 1989).

Los factores determinantes del clima y su diversidad en nuestro país más significativos son su gran amplitud altitudinal, su ubicación a ambos lados del Trópico de Cáncer y la influencia oceánica debida a la estrechez de la masa continental; como factores de segundo orden y particularmente a nivel regional, se encuentran la forma del territorio, su complicada y variada topografía, la situación de sus principales cordilleras así como la ubicación de una gran parte del territorio nacional en el occidente de Norteamérica (Rzedowski, 1988). Tanto el clima como las demás características particulares de nuestro país le confieren una gran riqueza de especies; sin embargo, la posición geográfica intermedia de México entre Norteamérica y Sudamérica le brinda un carácter único, pues en nuestro territorio nacional confluyen especies pertenecientes a las dos grandes regiones biogeográficas americanas: Neártico y Neotrópico, además de numerosas especies de origen y evolución mesoamericana, considerando a Mesoamérica como la región

comprendida entre México y Centroamérica (Flores y Gerez, 1988). La compleja historia geológica de nuestro país también es de suma importancia en cuanto a la cantidad de especies que se presentan en el territorio nacional particularmente en el sureste del país, pues se encuentra dentro de una zona biogeográficamente compuesta conocida como Núcleo Centroamericano (Flores y Gerez, 1994). Como consecuencia de todas estas características nuestro país se encuentra entre aquellos considerados como megadiversos, es decir, con una gran diversidad biológica. Para el caso concreto de la herpetofauna, antes de diciembre del 2003 se tenían registradas para México 1,138 especies de reptiles y anfibios (el 9.8% de la herpetofauna mundial), de las cuales 672 son endémicas a México (Flores-Villela y Goyenechea, 2003); para diciembre del 2003 esta cifra se elevó a 1,165 especies (Flores y Canseco, 2004) ubicando a nuestro país como el de mayor número de reptiles en el mundo.

En México existe un alto grado de endemismo en la mayor parte de los grupos de reptiles y anfibios (59% de la herpetofauna mexicana), siendo las tierras altas tropicales del sur y centro del país en donde se presenta el mayor número de especies endémicas seguido por las que presentan las tierras bajas tropicales de la costa del Pacífico. El elevado número de endemismos, especialmente en las tierras altas del país, se debe probablemente a eventos de vicarianza y pueden haber estado asociados con los cambios climáticos durante el Pleistoceno (Flores-Villela, 1993a). Los bosques de encino y los bosques mesófilos de montaña son los que albergan el mayor número total de especies y el mayor número de especies endémicas de vertebrados en el país (Flores-Villela y Gerez, 1988). Desafortunadamente son estos ecosistemas montañosos los que también sufren en nuestro país fuertes presiones de degradación ambiental, debido principalmente a los aprovechamientos forestales ilegales. A pesar de su riqueza biótica, los ecosistemas tropicales de montaña han sido poco estudiados por lo que se dificulta la conservación de sus recursos naturales ya que estos ambientes pueden ser altamente sensibles a perturbaciones ambientales (Jardel, 1990).

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La República Mexicana se caracteriza por su gran riqueza florística y faunística, siendo particularmente conspicuos los vertebrados (Lazcano Barrero *et al.*, 1988). En general, hasta 1982 la herpetofauna mexicana había sido poco estudiada, a pesar de la gran diversidad de especies en el país (Casas, 1982). Esta situación ha cambiado en los últimos 20 años ya que se han realizado numerosos trabajos respecto a la herpetofauna mexicana (Smith y Smith, 1993), la mayoría de los cuales involucran aspectos ecológicos, zoogeográficos y etnobiológicos principalmente en zonas de baja altitud (zonas costeras). Por otra parte, los trabajos sobre herpetofauna de zonas montañosas en nuestro país se han incrementado en los últimos 25 años (Smith y Smith, 1993).

2.1 Distribución de anfibios y reptiles

La distribución de los organismos ha sido un tema de gran interés así como objeto de debate, por lo que han surgido diversas explicaciones para la distribución tanto de la flora como de la fauna considerando la amplitud de factores que intervienen en dicha distribución. En términos generales, las especies no están distribuidas azarosa ni homogéneamente en el espacio (tanto horizontal como verticalmente), pues al analizar los patrones de distribución de varios grupos de vertebrados tales como mamíferos, aves, anfibios y reptiles, se ha estudiado la influencia de la altitud, latitud, tipos de vegetación, factores climáticos, fisiografía así como de microhábitats en la distribución de la fauna. Así, la abundancia y diversidad de las especies dependen en gran medida de los cambios en las características fisiográficas, climáticas y geológicas las cuales dan origen a diferentes tipos de vegetación, los que a su vez proporcionan diversos hábitats y microhábitats que son usados o explotados por las diferentes especies que habitan un área (Ramírez-Bautista, 1994). Por ejemplo, para la herpetofauna Heyer y Berven (1973) observaron que la diversidad de especies se relaciona con el número y complejidad de microhábitats presentes, así como con la historia evolutiva y la capacidad de adaptación de las especies a las condiciones de los microhábitats disponibles.

Es por ello que muchos trabajos se han realizado tomando en cuenta la interacción entre diversos factores para explicar la distribución de cualquier grupo animal. Por ejemplo, para Goin y Goin (1971) la distribución de las especies es el resultado de la interacción entre factores extrínsecos e intrínsecos. Dentro de los extrínsecos incluyen: 1) la distribución de ambientes favorables disponibles para el grupo en particular; 2) los cambios en el ambiente a través del tiempo geológico (factores climáticos y bióticos); y 3) la formación de corredores o de barreras para la distribución de la fauna. Dentro de los factores intrínsecos engloban: 1) los requerimientos fisiológicos del grupo; 2) el tiempo y el lugar de origen; 3) la tasa potencial de dispersión (potencial biótico y vagilidad); 4) así como la plasticidad genética del grupo.

Para el caso de las aves, Navarro (1986) observó que aún cuando los tipos de vegetación son un factor que afecta la distribución de las especies, existen otros como la altitud que van acompañados por cambios en las condiciones ambientales principalmente de temperatura y precipitación pluvial, los cuales en conjunto con la topografía y exposición de la zona, determinan los tipos de vegetación así como la distribución altitudinal de las especies. En la distribución de las especies de anfibios y reptiles, también se ha observado que la relación entre diversos factores es lo que da como resultado la distribución de las especies. Por ejemplo, Ramírez-Bautista (1994) afirma que la distribución de la herpetofauna en los distintos tipos de clima se presenta con cambios en la fisiología, morfología y ecología de cada especie en relación con los diferentes ambientes.

Evolutivamente las especies han desarrollado diferentes mecanismos que les han facilitado su adaptación a diferentes condiciones ambientales, ya que éstas últimas han cambiado a través del tiempo. Como respuesta específica los anfibios y reptiles desarrollaron diversos mecanismos fisiológicos de tolerancia a condiciones ambientales extremas modificando sus patrones de reproducción y alimentación así como la tolerancia a la temperatura, los que son de gran importancia en la adaptación y ocupación de ciertos ambientes extremos como el andino (Péfaur y Duellman, 1980). Por su parte Fitch (1970) encontró que para el caso de los reptiles tropicales, la distribución de la precipitación a lo largo del año es uno de principales

factores que determinan los ciclos reproductivos de las especies, así como el área geográfica y el clima. Sobre estos aspectos Blair (1972) realizó un trabajo relativo al género *Bufo* en donde menciona que *Bufo marmoratus* es una especie que deposita huevos adhesivos sencillos, lo que probablemente responde a una adaptación para el apareamiento en corrientes temporales o permanentes en donde los huevos son depositados, aunque en ocasiones éstos son depositados sobre las rocas; también menciona que *Bufo mazatlanensis* es una especie oportunista en cuanto a su reproducción ya que aprovecha la temporada de lluvias para ello, por lo que también puede ocupar ambientes secos; en tanto que *Bufo occidentalis* es una especie de tierras altas que puede ocupar ambientes xéricos. Es por ello que estas tres especies mencionadas son capaces de invadir nuevos ambientes con éxito. Sin embargo, este mismo autor afirma que en Norteamérica el número de especies de *Bufo* decrece con la latitud, así como de oeste a este. En contraste, Scott (1976) menciona la hipótesis de que las especies más abundantes se han especializado en los recursos más abundantes en un área forzando a las otras hacia especializaciones marginales, y cuando las especies menos abundantes no están presentes las especies más abundantes toman su lugar al incrementarse.

La distribución de las especies de anfibios y reptiles está relacionada de manera particular con la vegetación, aunque en términos generales la conjunción e interacción de varios factores determinan (aunque sea de forma indirecta) la distribución de las especies. En este sentido, Stuart (1950, 1954) observó en Guatemala que las agrupaciones herpetofaunísticas se correlacionaban con los tipos de vegetación presentes en sus áreas de estudio, sugiriendo que es difícil demostrar que un simple factor ambiental sea un agente controlador de la distribución debido a los variados requerimientos de la diversificada herpetofauna. De manera general se observó que la distribución de anfibios y reptiles depende las formaciones vegetacionales y se correlaciona con los tipos de vegetación asociados con la altitud, clima y topografía (Martin, 1955). En algunos estudios se detectó que las especies de herpetofauna se corresponden con los tipos de vegetación, como en el de Webb (1984) que encontró cinco grupos herpetofaunísticos relacionados con los cinco tipos de vegetación localizados en la región de Mazatlán-Durango; en este estudio

concluyó que la diversidad disminuye conforme aumenta la altitud. Para Camarillo *et al.* (1985) la distribución de la herpetofauna en el Estado México se relaciona con la vegetación y proponen dos patrones definidos: uno en áreas con vegetación templada y otro en regiones con vegetación tropical. Es posible entonces que el gradiente vegetacional que se da a diferentes altitudes determine las especies de anfibios y reptiles presentes, tal como lo observó Muñoz (1988) en el Parque Omiltemi, Guerrero. En el otro extremo, es posible encontrar que la vegetación no es un factor muy determinante en la distribución de la mayoría de las especies de herpetofauna, ya que de acuerdo a lo observado por Hernández (1989) en la Sierra de Taxco, Guerrero, los anfibios ven afectada su distribución de acuerdo a la localización y extensión de los cuerpos de agua, en tanto que la distribución los reptiles se ve afectada por la heterogeneidad del hábitat y las condiciones topográficas locales.

La distribución de la herpetofauna también está determinada por la altitud, ya que se observado que a mayor altitud decrece el número de especies (Gadow, 1910). Esta afirmación es particularmente cierta para la herpetofauna de Guatemala y Belice, pues Campbell y Vannini (1989) encontraron que el número de especies de reptiles decrece más rápido al incrementarse la altitud que lo que lo hacen las especies de anfibios, pero mencionan que también es posible relacionar el número de especies con la diversidad del hábitat, el intercambio de faunas de tierras altas y bajas así como con la presencia de especies endémicas. Al estudiar la abundancia y diversidad herpetofaunística en los bosques tropicales de tierras altas y bajas en Costa Rica, Borneo, Panamá y Filipinas, Scott (1976) observó que el incremento de la elevación y la disminución de la precipitación está correlacionado con faunas menos diversificadas, además de que existe una habilidad diferencial de las especies de tierras bajas para invadir tierras altas al presentar el desarrollo directo; también observó en su estudio que la riqueza de especies está inversamente correlacionada con la densidad animal. También es posible referirse a la distribución de las especies en función de la altitud así como de la localización y extensión de los cuerpos de agua, lo cual fue comprobado por Macey (1986) en California y Nevada; o también en función a los efectos climáticos y topográficos locales, de acuerdo a lo encontrado

por Papenfuss (1986) también en California y Nevada. La riqueza específica puede ser mayor en zonas altas con vegetación de afinidad templada con respecto a zonas bajas con matorral xerófilo de acuerdo a lo que Mendoza (1990) encontró para la herpetofauna del estado de Hidalgo, en donde se reconocieron tres patrones de distribución de acuerdo a la vegetación; este mismo autor observó que la disponibilidad de cuerpos de agua afecta la distribución de los anfibios en tanto que la de los reptiles se ve afectada por la heterogeneidad del hábitat y los factores físicos. También se ha observado que tanto el número de individuos como el de especies en muchos sitios son mayores en las elevaciones intermedias que en las altas o bajas, de acuerdo a los trabajos realizados por Scott (1976), Heatwole (1982), Muñoz (1988) así como por el de Campbell y Vannini (1989).

Los microhábitats específicos asociados con zonas particulares de vegetación o con ciertos factores climáticos constituyen otro factor determinante en la distribución de la herpetofauna, ya que la distribución de muchas especies muestra ser más dependiente de la diversidad de microhábitats específicos asociados con diferentes tipos de vegetación en tanto que algunas otras pueden estar limitadas por factores climáticos (humedad del aire, horas de radiación solar) los cuales pueden ser modificados por la vegetación, tal y como Heyer (1967) observó en Costa Rica. Existen otros factores que influyen en la distribución de la herpetofauna de acuerdo a lo documentado por Jones (1988a) para el oeste de Arizona, como lo son las limitaciones geográficas de las especies tales como barreras físicas y el clima, así como la competencia interespecífica; los microhábitats presentes y sus características particulares; y la condición del hábitat (natural o perturbado). Debido a que los hábitats sufren alteraciones ocasionadas por las actividades humanas (antropogénicas) se han realizado diversos estudios que han demostrado que para la herpetofauna la alteración antropogénica en el hábitat es un factor que influye en el empobrecimiento de las formaciones vegetales boscosas, con la consiguiente modificación en la distribución de la herpetofauna que para el caso del trabajo de Zunino y Riveros (1984) realizado en Chile, favorece la presencia de ciertas especies. Para el caso particular de *Sceloporus grammicus*, Mendoza (1990) encontró que la perturbación antropogénica de la vegetación en Hidalgo, favorece a

esta especie al incrementar el número de microhábitats disponibles aumentando así su densidad. Por su parte Ramírez-Bautista *et al.* (1991) en el Estado de México observaron que las alteraciones antropogénicas en el ambiente favorecen el incremento en el número de especies e individuos. Contrariamente a estos autores, Henderson y Fitch (1975) encontraron que en el sureste de México, la alteración al ambiente ocasionada por el hombre influye la distribución de lagartijas de manera negativa al reducir su microdistribución. En cuanto a la alteración de ecosistemas riparios, Jones (1988b) encontró en el oeste de Arizona que se reduce la abundancia y diversidad de microhábitats correlacionándose negativamente con la diversidad y abundancia específica. Por otra parte, las salamandras pletodóntidas muestran marcada preferencia por ciertos microhábitats presentes en determinadas altitudes en su distribución, por lo que la variación en el número de especies en diferentes áreas geográficas parece deberse en parte a factores climáticos y topográficos, pero la abundancia de especies no está influenciada por la altitud (Wake y Lynch, 1976). Las salamandras que habitan a grandes altitudes presentan gran diversidad de especies, alto grado de limitación altitudinal, gran restricción geográfica y una marcada especialización en requerimiento de microhábitats. Por ejemplo, *Pseudoeurycea belli* es una especie de hábitos terrestres que se encuentra ampliamente dispersa en las tierras altas de México, pero que presenta marcadas preferencias por hábitat y microhábitat (Wake *et al.*, 1992).

También se han discutido otros aspectos que determinan la distribución de grupos herpetofaunísticos, además de los que se han mencionado en párrafos anteriores: se ha sugerido que los reptiles están restringidos latitudinal y altitudinalmente principalmente por el frío, en tanto que los anfibios están restringidos por condiciones de sequía (Porter, 1972) edáfica (Heatwole, 1982) ó estacional (Mendoza, 1990); también se piensa que la distribución de los anfibios está determinada por la humedad y la salinidad (Flores-Villela, 1993a). Sin embargo, los taxa individuales (es decir, los diferentes órdenes) no necesariamente siguen estas generalizaciones pudiendo mostrar tendencias inversas (Porter, 1972) ya que más bien responden diferencialmente a características ambientales determinadas (Scott, 1976).

2.2 Estudios herpetológicos en las inmediaciones del área de estudio

La herpetofauna de la zona montañosa del sur de Jalisco y norte de Colima no ha sido estudiada hasta la actualidad aún siendo de gran interés biológico por la combinación única de hábitats que presentan, donde coinciden bosques tropicales y templados lo que permite la interacción de especies con diferente distribución geográfica y distintos requerimientos y restricciones ecológicas. Es por esta circunstancia que el presente trabajo constituye la primera contribución al conocimiento de la herpetofauna de esta zona y en particular para el área de Cerro Grande, pues representa el listado preliminar de la herpetofauna de esta área además de ofrecer información útil para interpretar la distribución de la herpetofauna y definir sus causas.

En 1985 el Laboratorio Natural Las Joyas de la Universidad de Guadalajara y que posteriormente cambió su nombre por el de Instituto Manantlán de Ecología y Biodiversidad (IMECBIO), inició el proyecto para la creación de una Colección Zoológica incluyendo los grupos de vertebrados terrestres, en donde el 21% de los ejemplares de reptiles y anfibios aquí depositados corresponde a la región de Cerro Grande y el 79% restante a otras regiones de la Reserva, principalmente de la Estación Científica Las Joyas y su zona de influencia. Hasta 1990 la lista preliminar de las especies de posible ocurrencia en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán comprendía 91 especies (Loeza, 1990), por lo que es de esperar que dicho listado haya sido incrementado con las especies registradas en este trabajo.

En contraste, la zona costera de Jalisco y Colima es mejor conocida ya que se han realizado diversos trabajos tales como notas cortas y artículos relacionados con la ecología, así como con la distribución geográfica, listas de especies principalmente y análisis preliminares de la distribución de la herpetofauna. Para la costa de Jalisco, encontramos la nota de Smith y Grant (1958) para Puerto Vallarta; el listado de la herpetofauna para las Islas Mariás, de Zweifel (1960); la nota de Hensley y Lannom (1966) que menciona siete especies recolectadas para las regiones costera y sur de Nayarit y sur de Jalisco y Colima; el estudio de Casas (1982) sobre ecología y biogeografía de 85 especies de anfibios y reptiles de la costa suroeste de Jalisco, en

donde considera la distribución de las especies en relación con los tipos de vegetación; así como el trabajo de García y Ceballos (1994), en donde registran 85 especies de anfibios y reptiles en una guía ilustrada para la herpetofauna de la costa de Jalisco. La región de Chamela, Jalisco, ha sido mejor estudiada a partir de trabajos más actuales que presentan listas anotadas de la herpetofauna de esta región, tales como los de Ramírez-Bautista *et al.* (1982) así como el del propio Ramírez-Bautista (1994) en su manual y claves ilustradas (fotografías) de las 85 especies de anfibios y reptiles de esa región.

Para el estado de Colima se encontraron algunos trabajos, destacando el de Oliver (1937) que presenta un listado preliminar con 62 especies de reptiles y anfibios de las regiones costa y planicie con bosques caducifolios, pastizales y matorral xerófilo. Y el de Duellman (1958), con un análisis preliminar de la distribución de 85 especies herpetofaunísticas de la planicie costera, meseta y escarpadura con presencia de manglares, palmares, matorral caducifolio espinoso, bosque tropical subcaducifolio, bosque caducifolio y vegetación xerófila; reconoce tres agrupamientos herpetofaunísticos: tierras bajas costeras y Cuenca del Balsas, tierras bajas costeras y las tierras bajas que se extienden hacia la parte oeste de la Altiplanicie Mexicana.

Existen otros trabajos realizados en las tierras altas y zonas de montaña de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit, que de alguna forma pueden considerarse como trabajos de interés para el área de estudio. Por ejemplo, McDiarmid (1963) estudió la herpetofauna de las tierras altas del oeste de México (Norte de Nayarit y Jalisco), registrando 21 especies en bosque de roble y bosque tropical deciduo (caducifolio); menciona que la presencia de algunos tipos de vegetación depende de la elevación y la inclinación de la accidentada topografía del sitio, y discute que la fauna de tierras altas de esta región está compuesta por elementos de tres grupos mayores de herpetofauna: tierras bajas, faldas de la Sierra Madre Occidental y el borde Oeste de la Altiplanicie Mexicana así como de la Altiplanicie Mexicana. Sin embargo no aporta una relación directa con la altitud y la vegetación.

3. OBJETIVOS

Dado que hasta la fecha no existen trabajos específicos para la herpetofauna de las zonas montañosas tanto de la zona norte del estado de Colima como del sur de Jalisco, nació un particular interés por conocer qué especies de anfibios y reptiles se encuentran presentes en el área de Cerro Grande así como sus grupos de distribución ecológica y su similitud para los tipos de vegetación y el gradiente altitudinal. Para ello se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la composición de especies de anfibios y reptiles en siete tipos de vegetación (Bosque de Encino-Pino, Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Encino Caducifolio, Bosque Tropical Caducifolio con Vegetación Secundaria, Bosque Tropical Caducifolio con Otatera, Bosque de Galería o Vegetación Riparia y Bosque Tropical Subcaducifolio) presentes en el área de Cerro Grande, Reserva de La Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima.
- Caracterizar de acuerdo a tres pisos altitudinales (2265-2025 msnm; 1730-935 msnm; 740-385 msnm) la herpetofauna de la región de Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima.
- Determinar los grupos de distribución ecológica de los anfibios y los reptiles, así como sus agrupamientos y grado de similitud para los diferentes tipos de vegetación y pisos altitudinales en Cerro Grande para conocer la influencia de tales factores en su distribución local.

4.- HIPÓTESIS GENERAL

Los tipos de vegetación y el gradiente altitudinal determinan de manera conjunta la distribución de las especies de anfibios y reptiles del área de Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima.

5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1 Ubicación

La Sierra de Manantlán es un macizo montañoso localizado en el sureste del estado de Jalisco y comprende una sección de la Sierra Madre del Sur, misma que corre desde Puerto Vallarta en la costa de Jalisco (hacia el sur), donde confluye con el Eje Neovolcánico Transversal (Jardel, 1989). Se encuentra delimitada por los estados de Jalisco y Colima, y a unos 50 Km de la costa del Océano Pacífico. Comprende los municipios de Autlán, Casimiro Castillo, Cuautitlán, Tolimán y Tuxcacuesco, en Jalisco; y Minatitlán y Comala, en Colima. Abarca una extensión de aproximadamente 140 mil hectáreas (Laboratorio Natural Las Joyas, 1989).

El macizo de Cerro Grande forma la porción oriental de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, en los estados de Colima y Jalisco (Figura 1); colinda al este con el Eje Neovolcánico Transversal y forma parte de la Sierra Madre del Sur. Cuenta con una superficie aproximada de 450 Km², y según el INEGI (1988) está delimitado por los paralelos 19° 24' 32" y 19° 36' 02" N y los meridianos 103° 57' 04" y 104° 01' 09" W. Políticamente esta área tiene su mitad norte en el estado de Jalisco, dentro del municipio de Tolimán; y su porción sur en el estado de Colima, formando parte de los municipios de Minatitlán, Comala y Villa de Álvarez (Lazcano, 1988). El área de Cerro Grande posee 4, 728 ha (26% sobre la superficie total de la meseta) que corresponden a Zona Núcleo, en su mayoría de propiedad ejidal (Área de Silvicultura, 1989).

El acceso a la zona de estudio es a partir de una carretera estatal que se origina en la población de Villa de Álvarez (conurbada con la ciudad de Colima) con dirección a Minatitlán, de la que 45 km después se origina un camino de terracería de 25 km que llega hasta el ejido El Terrero.

5.2 Morfología y fisiografía

Quintero *et al.* (1987) observaron que esta área conforma un alineamiento montañoso calcáreo kárstico, resultado de elevaciones de antiguos pisos marinos, los cuales forman una estructura alargada correspondiente a un sinclinal con una orientación NW-SE, una longitud de 36 Km y una amplitud promedio de 10 Km, localizándose a 55 Km de la línea de costa. Lazcano (1988) estudió la fisiografía del lugar, encontrando que Cerro Grande se localiza en la Provincia de la Sierra Madre del Sur en su extremo NW, en la Subprovincia Sierra de Cumbres Tendidas; en la zona de estudio la Sierra Madre del Sur colinda con el Eje Neovolcánico al E y con el Océano Pacífico al W y SW. Este mismo autor observó que la zona está constituida básicamente por los macizos calizos de Cerro Grande y del Cerro de Enmedio, conteniendo ambos amplias mesetas karstificadas. La SARH (1988) registra que existen elevaciones en donde las pendientes varían de un 10 a un 60%, con altitudes de hasta 2,560 msnm y partes bajas de 430 msnm.

El área de Cerro Grande presenta una característica que la distingue del resto de la Reserva: su relieve kárstico, el cual se formó debido a que las rocas calizas forman gruesas capas en las cuales la acción del agua disuelve el carbonato de calcio que las conforma originando paisajes muy característicos con dolinas, sumideros a veces con puentes naturales y cavernas derrumbadas, lo que puede llegar a dificultar mucho la marcha a través de estos terrenos. Según Rzedowski, (1988), en estos sitios el drenaje superficial es reducido, pero al pie de los cerros puede haber grandes manantiales de agua. Para explicar un poco el origen kárstico del sitio de estudio, se expondrá a continuación la historia geológica del área, a fin de conocer sus posibles consecuencias respecto a la distribución de la herpetofauna. Lazcano (1988) realiza una detallada descripción del sitio de estudio en donde menciona que existen tres megaestructuras de marcada influencia para la región: el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Trinchera Mesoamericana; originalmente los macizos de Cerro Grande y de Enmedio formaban una sola unidad constituida por las calizas de la Formación Morelos, pero un cuerpo intrusivo levantó las calizas durante el Terciario, originando un anticlinal alargado que da forma al macizo, lo que ocasiona fracturas y fallamientos en el flanco oriental.

El mismo Lazcano (1988) continúa con la descripción del sitio: registra que la Formación Morelos es la más importante ya que la gran mayoría de las formaciones kársticas del área se han desarrollado en ella, y que esta formación descansa en aparente concordancia sobre la Formación Madrid encontrándose cubierta en el área de estudio, en discordancia ocasional, con los conglomerados continentales del Plioceno. Menciona que en la parte alta del macizo de Cerro Grande se encuentra una meseta que constituye su parte central y que está altamente karstificada debido a que su superficie plana ayudó a que el agua de lluvia no escurriera rápidamente, estando mayor tiempo en contacto con la caliza para disolverla; con el tiempo se incrementó poco a poco la disolución y se generaron las depresiones kársticas del área, karstificándose también las laderas de las mesetas aunque en mucho menor grado. Observa que la topografía kárstica de la meseta de Cerro Grande ha conformado sistemas de fracturas o fallas dando origen a una serie de formas superficiales y subterráneas. Este mismo autor menciona que el área se distingue por la escasa circulación de las aguas superficiales ya que el agua es captada en la meseta dentro de las superficies de parteaguas mediante numerosas depresiones kársticas, y posteriormente es conducida al interior del macizo para surgir al pie de los macizos mediante numerosos manantiales y cavernas, a poca distancia de los principales ríos de la región: los ríos Armería y Marabasco.

Savage (1982) resume de la siguiente forma los cambios sufridos por Mesoamérica a través de los periodos geológicos, en relación con la distribución de la fauna: La formación de montañas y los cambios climáticos durante el Eoceno-Plioceno aislaron a ciertos grupos mesoamericanos de los elementos del norte, principalmente en el sureste de los Estados Unidos. Estos grupos incluyendo salamandras pletodóntidas, ranas, ánguinos y varios colúbridos, evolucionaron juntos por el resto del Cenozoico. Las formaciones orográficas del Oligoceno en México y América Central permitieron la especiación vicariante. La formación de estos sistemas montañosos fragmentaron la más o menos homogénea herpetofauna mesoamericana en tres grupos: El de las tierras bajas del este, el de las tierras bajas del oeste y el de las tierras altas. Cuando las conexiones de tierra se reestablecieron entre norte y sudamérica, los dos continentes posteriormente intercambiaron

elementos faunísticos. Sin embargo, Flores-Villela (1993a) considera que la biogeografía de las Tierras Bajas del Pacífico es más difícil de interpretar, dado que la herpetofauna de ésta área y la de la Planicie Costera del Golfo presentan distribuciones que son más o menos continuas.

De acuerdo con Flores-Villela (1993b), el área de estudio se encuentra en la región que él denomina Tierras Bajas Tropicales, en la Región de las Tierras Bajas de la Costa de Jalisco, Cuenca del Balsas y la Depresión Central y Sur de Chiapas. Abarca el centro y sur de Sinaloa, oeste de Nayarit, oeste y extremo sur de Jalisco, Colima, centro y Oeste de Michoacán (incluyendo la Sierra de Coalcomán), norte y sur de Guerrero, centro y sur de Morelos, suroeste de Puebla, sur de Oaxaca y sur de Chiapas. Tiene regímenes de precipitación pluvial de 1,000-2,000 mm en general, con una larga y bien marcada estación seca con una duración de 5-6 meses. El clima predominante es el cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW). La vegetación se caracteriza por presentar bosques tropicales deciduos y semideciduos, siendo muy abundantes plantas con altas concentraciones de resinas y taninos, posiblemente como una respuesta al largo periodo de sequía. Flores-Villela (1993a) menciona que las Tierras Bajas Tropicales de la Costa del Pacífico se encuentran en segundo lugar en cuanto a número de especies endémicas, registrando un total de 153 especies (29 anfibios endémicos y 124 reptiles endémicos).

5.3 Suelos

Las características del suelo fueron estudiadas por la SARH (1967) describiéndolo como un suelo café con textura arcillo-arenosa, y que en general se presentan tres tipos de suelo. El primero de ellos corresponde al orden de los Andosoles que son suelos formados por materiales ricos en vidrio volcánico. El segundo correspondiente a los Cambisoles, que son suelos de desarrollo incipiente indicando los cambios que resultan de la intemperización en el color, estructura y consistencia. Finalmente los Luvisoles, que son suelos de contenido mediano a alto de bases con horizontes arcillosos desarrollados. Se menciona también que el material orgánico abunda en las áreas cubiertas de vegetación arbórea y arbustiva.

5.4 Hidrografía

La hidrografía de esta área fue estudiada por Lazcano (1988), sobre todo la subterránea debido a la naturaleza kárstica del sitio, por lo que siguiendo a este autor se describe este aspecto. En el área de Cerro Grande existe un conjunto de corrientes recogidas por el río Armería perteneciente a la cuenca del mismo nombre y que desemboca en el Pacífico. Sólo una pequeña porción el extremo noroeste del área, la cara sur y oeste del Cerro del Epazote desagua al río Minatitlán, perteneciente a la cuenca del río Marabasco o Chacala que también desemboca en el Pacífico. El río Armería rodea el norte y oriente del área teniendo como único tributario de importancia al río Juluapan, que a su vez bordea la porción suroccidental y sur de Cerro Grande. El área de Cerro Grande se distingue por la escasa circulación de aguas superficiales, observándose básicamente un drenaje subterráneo que desagua sobre las cuencas de los ríos Armería y Marabasco. El agua captada en la meseta después de un corto escurrimiento mediante numerosas depresiones kársticas, es conducida al interior del macizo circulando en éste a través de las numerosas cavidades presentes en la zona y resurge al pie de los macizos por medio de numerosos manantiales u ojos de agua y cavernas a poca distancia de los principales ríos de la región; estas resurgencias (manantiales y ojos de agua) aportan a través del drenaje subterráneo considerables volúmenes a los ríos de la región.

5.5 Clima

Este factor fue estudiado por Lazcano (1988), quien diferenció seis tipos de clima para el área de Cerro Grande todos con lluvias durante el verano, de los cuales tres tipos se presentan en el área de estudio. Por su parte Martínez *et al.* (1990) analizaron los datos de precipitación y temperatura para la Reserva de La Biosfera Sierra de Manantlán (Figura 2). Para los sitios que se encuentran por arriba de los 2,000 msnm el clima es templado subhúmedo del tipo C(W2) (W) con temperatura media anual entre los 18° y los 20° C y una precipitación media anual entre los 1,200 y los 1,500 mm (Lazcano, 1988). En esta parte se presenta una humedad relativa del 70% y las lluvias ocurren de junio a octubre (SARH, 1967).

Al descender al intervalo situado entre los 2,000 y los 1,000 m se encuentra el clima semicálido subhúmedo del tipo (A) C(W2) (w) con temperaturas promedio de 22° C y precipitaciones que llegan a ser muy variables entre los 1,200 y los 1,500 mm de la porción occidental de Cerro Grande que es donde está más extendido este clima (Lazcano, 1988). Este mismo autor indica que entre la cota entre los 1,000 y los 400 msnm se encuentra el clima tipo A (W1) (W) con humedad media, registrando una temperatura entre 22 y 24° C y una precipitación entre los 1,000 y 1,200 mm (Lazcano, 1988). La porción oriental de Cerro Grande es más seca, debido a que éste mismo actúa como una barrera, reteniendo buena parte de la humedad que traen los vientos de la costa produciendo un efecto de sombra orográfica de lluvia (Jardel, 1990).

En todo el sur de Jalisco y en el estado de Colima los vientos predominantes vienen del noreste, oeste-sureste, sur-suroeste y sur-sureste, los cuales tienen gran influencia de la costa. Por ello es frecuente que ocurran disturbios atmosféricos en la región tales como ciclones que alteran los regímenes climáticos y que pueden causar gran destrucción (Lazcano, 1988).

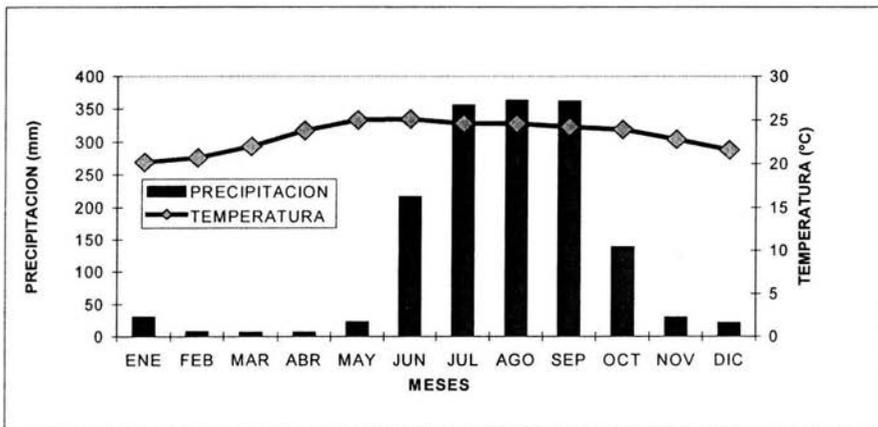


Figura 2. Climograma del área de Cerro Grande, datos de 30 años (Fuente: Martínez *et al.*, 1991).

5.6 Vegetación

La cobertura vegetal en Cerro Grande ha sido estudiada por el Laboratorio Natural Las Joyas (1989), Sánchez-Velásquez *et al.* (1989), Vázquez *et al.* (1990), Barrera y Jardel (1991) y Barrera (1992), encontrando los siguientes tipos de vegetación: Bosque de Encino-Mesófilo de Montaña, Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de *Quercus crassipes*, Bosque de Encino Caducifolio, Bosque Mixto Encino-Pino, Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Tropical Caducifolio, Bosque de Galería (Vegetación Riparia), Vegetación Secundaria y Pastizal. En el trabajo de Vázquez *et al.* (1990) se describen los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, encontrando que el primero se conforma por siete especies de encino, de las cuales cinco se presentan con mayor abundancia: *Quercus candicans*, *Q. crassipes*, *Q. laurina*, *Q. castanea* y *Q. rugosa*; también se menciona la existencia de *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. leiophylla* y *P. michoacana* var. *cornuta*; así como la presencia de pequeños rodales de *Cupressus bentharii* var. *lindleyi*, *Abies religiosa* y *A. religiosa* var. *emarginata*. La vegetación arbustiva es de existencia regular y la cubierta herbácea es abundante en lo general, constituida principalmente por las familias Graminae, Compositae y Labiatae.

5.6.1 Sitios de muestreo.

A continuación se detalla la descripción de cada sitio de muestreo de la zona de estudio (Tabla 1), los cuales se localizaron en el municipio de Minatitlán, Colima.

El Tapeixtle, localizado en las coordenadas 19° 26' 48" N y 103° 57' 02" W y a una altitud que va de los 2,080-2,265 msnm. El tipo de vegetación dominante es el Bosque de Encino-Pino, con altura del dosel de 20 a 25 m. Existe perturbación por pastoreo y ramoneo de ganado vacuno, porcino y caprino, así como por la extracción de tierra "negra" (humus) y áreas abiertas para cultivo. En el estrato arbóreo se presentan *Quercus castanea*, *Q. candicans*, *Q. crassipes*, *Q. laurina*, *Q. magnoliafolia*, *Pinus pseudostrobus*, *Arbutus xalapensis* y *Ternstroemia lineata*. En este tipo de

bosque es frecuente encontrar especies arbóreas con bromelias y líquenes en abundancia. El estrato arbustivo es casi nulo, por lo que existe mayor predominancia de especies arbóreas y gramíneas.

Los Cipreses, se localiza en el ejido El Terrero, en las coordenadas 19° 26' 48" N y 103° 57' 03" W y a una altitud que va de los 2,025 a los 2,055 msnm. La vegetación dominante es el Bosque Mesófilo de Montaña, con una altura del dosel entre los 20 y 35 m. Las especies más comunes del estrato arbóreo son *Quercus laurina*, *Q. candicans*, *Orepanax xalapensis* e *Ilex brandegeana*, entre otras; sobre las especies arbóreas se encuentran gran cantidad de líquenes, bromelias, musgo y hongos. El estrato arbustivo es escaso y el herbáceo presenta especies de gramíneas. El sitio se encuentra perturbado por tala, ramoneo y pastoreo de ganado vacuno, porcino y caprino; así como por la extracción de tierra "negra" (humus). Este bosque es el de menor extensión dentro del área de estudio ya que ha estado sujeto, por una parte, a la explotación forestal dada la existencia de una cooperativa ejidal que administra y opera un aserradero perteneciente al ejido El Terrero, que cuenta los permisos de aprovechamiento correspondientes; además, a la tala clandestina que también se presenta en este sitio, y la expansión de las tierras de cultivo una vez desmontada un área de bosque.

Km. 9.5 del camino a El Terrero, ubicado en las coordenadas 19° 26' 48" N y 103° 58' 01" W y a una altitud que va entre los 1,470-1,730 msnm. El tipo de vegetación dominante es el Bosque de Encino Caducifolio con una altura del estrato arbóreo de 5 a 12 m, encontrando principalmente especies de encino tales como *Quercus castanea*, *Q. magnolifolia* y *Q. obtustata* que pierden sus hojas hacia el fin de la temporada de sequía; en este estrato es común encontrar orquídeas, helechos, bromelias y líquenes. En las cañadas se encuentran *Ficus* sp. y *Xylosoma* sp., en el límite inferior de este tipo de vegetación donde se presenta la transición con el Bosque Tropical Caducifolio. El estrato arbustivo es abundante y el herbáceo está formado principalmente por gramíneas. Es importante señalar que a la mitad del estudio, se presentaron perturbaciones en el sitio por ramoneo y pastoreo de ganado así como por la apertura de tierras para cultivo.

Km. 5 del camino a El Terrero, localizado en las coordenadas 19° 25' 53" N y 103° 56' 49" W, a una altitud entre los 1,245 y los 1,435 msnm. La vegetación dominante es el Bosque Tropical Caducifolio con Vegetación Secundaria, cuya altura no sobrepasa los 10 m. Este bosque constituye un tipo de vegetación con gran diversidad de especies vegetales y la composición de los rodales es bastante variable. En el estrato arbóreo se observan *Cordia alliodora*, *Cochlospermum vitifolium*, *Acacia farnesiana*, *Lysiloma microphylla*, *Pseudobombyx palmeri* y *Bursera bipinata*, entre otras especies; sobre los árboles se pueden encontrar orquídeas, líquenes y bromelias. Los estratos arbustivo y herbáceo son abundantes, encontrando gran cantidad de helechos, gramíneas y leguminosas. Existe perturbación por la presencia de pastoreo de ganado vacuno y zonas cultivadas.

Km. 2 del camino a El Terrero, localizado en las coordenadas 19° 25' 45" N y 103° 56' 28" W, con una altitud que va de los 935 a los 1,110 msnm. El tipo de vegetación dominante es el Bosque Tropical Caducifolio con Otatera, con un dosel que no va más allá de los 10 m. Aquí se presentan *Lysiloma microphylla*, *Bursera bipinata*, *Cochlospermum vitifolium* y *Cordia alliodora*. El estrato arbustivo no es muy abundante pero el herbáceo sí, pudiendo observar la presencia de helechos, leguminosas y gramíneas en la época de lluvias. También se presentan comunidades de *Otatea acuminata* (otate, otatera: gramínea que alcanza los 2 m de altura y que es utilizada para elaborar cestas), al parecer inducidas por el fuego que escapa del control cuando se queman coamiles (sistema de agricultura tradicional en donde se emplea la coa, herramienta utilizada para sembrar maíz) en las partes bajas. El sitio se encuentra perturbado por pastoreo de ganado vacuno, cultivos agrícolas e incendios superficiales, como el que se presentó en mayo de 1993 que disminuyó la cantidad de herbáceas presentes y renuevos de otate.

Ranchitos, se ubica en las coordenadas 19° 24' 03" N y 103° 57' 42" W a una altitud que va entre los 640 y los 740 msnm. El tipo de vegetación dominante es el Bosque de Galería (Vegetación Riparia) con una altura del dosel entre los 30 y 35m. Este tipo de vegetación se encuentra en los márgenes del río Juluapan y otros cuerpos de agua (arroyos intermitentes). Las especies dominantes del estrato arbóreo son *Brosimum allicastrum*, *Hura polyandra*, *Lonchocarpus salvadorensis*, *Bursera simaruba*, *Trichilia americana*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus glabrata* e *Inga eriocarpa*. En el estrato arbóreo es muy frecuente encontrar orquídeas, bromelias y líquenes. Las especies del sotobosque dominantes son: *Trichilia triflora*, *Piper aduncum*, *Cordia spirescens*, *Verbesina oligantha* y *Caesaria coymbosa*. El estrato herbáceo está compuesto principalmente por gramíneas y helechos. Existe perturbación por la tala, el pastoreo y el ramoneo de ganado vacuno y caprino, así como por agricultura de riego.

La Hacienda-El Mameyito, localizado en la comunidad de Pueblo Nuevo, en las coordenadas 19° 24' 03" N y 103° 57' 42" W, a una altitud entre los 385 y 510 msnm. El tipo de vegetación dominante es el Bosque Tropical Subcaducifolio, con una altura del dosel que va de los 25 a 30 m. El estrato arbóreo está compuesto, entre otras especies por *Brosimum allicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cecropia obtusiflora*, *Ficus glabrata*, *Hura polyandra*, *Trichilia americana* y *Enterolobium cyclocarpum*. Los estratos arbustivo y herbáceo no son muy abundantes. Este sitio se encuentra relativamente conservado aunque presenta alteraciones ocasionadas por un fuerte huracán hace 65 años, por lo que es común observar la presencia de rocas y piedras de considerables dimensiones, áreas con grandes acumulaciones de piedras. También existen perturbaciones por pastoreo y ramoneo de ganado vacuno y presencia de cultivos agrícolas. Existe un lecho de arroyo que solo lleva caudal de consideración en la época de lluvias, así como varios arroyos intermitentes.

Tabla 1. Descripción de los sitios de muestreo establecidos en Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México.

Nombre del sitio	Coordenadas	Altitud (mnm)	Tipo de vegetación	Dosel (altura)	Perturbación	Estrato arbóreo	Estrato arbustivo	Estrato herbáceo
El Tapeixtle	19° 26' 48" N y 103° 57' 02" W	2080-2265	Bosque de encino-pino Bosque tropical subcaducifolio	20-25 m	Pastoreo, ramoneo, extracción de tierra negra (humus), áreas abiertas para cultivo	<i>Quercus castanea</i> , <i>Q. candicans</i> , <i>Q. crassipes</i> , <i>Q. laurina</i> , <i>Q. magnifolia</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Arbutus xalapensis</i> , <i>Temstroemia lineata</i> con abundantes bromelias y líquenes	Casi nulo	Gramíneas
Los Cipreses	19° 26' 48" N y 103° 57' 03" W	2025-2055	Bosque mesófilo de montaña	20-35m	Tala (permitida y clandestina), ramoneo, pastoreo, extracción de tierra negra (humus), apertura de tierras para cultivo	<i>Quercus laurina</i> , <i>Q. candicans</i> , <i>Oreopenax xalapensis</i> e <i>Ilex brandegeana</i> con abundancia de líquenes, bromelias, musgo y hongos	Escaso	Gramíneas, musgo
Km. 9.5 del camino a El Terrero	19° 26' 48" N y 103° 58' 01" W	1470-1730	Bosque de encino caducifolio	5-12m	Ramoneo, pastoreo, apertura de tierras para cultivo	<i>Quercus castanea</i> , <i>Q. magnifolia</i> , <i>Q. obtusata</i> con orquídeas, helechos, bromelias y líquenes; en las cañadas se encuentran <i>Ficus</i> sp. y <i>Xylosoma</i> sp.	Abundante	Gramíneas
Km 5 del camino a El Terrero	19° 25' 53" N y 103° 56' 49" W	1245-1435	Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria	Menor a 10m	Pastoreo, cultivos	<i>Cordia alliodora</i> , <i>Cochlospermum vitifolium</i> , <i>Acacia farnesiana</i> , <i>Lysiloma microphylla</i> , <i>Pseudobombax palmeri</i> , <i>Bursera bipinata</i> con orquídeas, líquenes y bromelias	Abundante: helechos y leguminosas	Abundante: gramíneas
Km 2 del camino a El Terrero	19° 25' 45" N y 103° 56' 28" W	935-1110	Bosque tropical caducifolio con otatera	Menor a 10m	Incendios, cultivo, pastoreo	<i>Lysiloma microphylla</i> , <i>Bursera bipinata</i> , <i>Cochlospermum vitifolium</i> y <i>Cordia alliodora</i>	Poco abundante con presencia de comunidades de <i>Otatea acuminata</i>	Helechos, leguminosas y gramíneas
Ranchitos	19° 24' 03" N y 103° 57' 42" W	640-740	Bosque de galería (vegetación riparia)	30-35m	Pastoreo, ramoneo, agricultura	<i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Hura polyandra</i> , <i>Lonchocarpus salvadorensis</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Trichilia americana</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Ficus glabrata</i> e <i>Inga eriocarpa</i> con orquídeas, bromelias, líquenes, musgo y hongos	Muy abundante: <i>Trichilia triflora</i> , <i>Piper aduncum</i> , <i>Cordia spirescens</i> , <i>Verbesina oligantha</i> y <i>Caesaria coymbosa</i>	Gramíneas y helechos
La Hacienda-El Mameyito	19° 24' 03" N y 103° 57' 42" W	385-510	Bosque tropical subcaducifolio	25-30m	Pastoreo, ramoneo, cultivos, huracán (65 años)	<i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Cecropia obtusiflora</i> , <i>Ficus glabrata</i> , <i>Hura polyandra</i> , <i>Trichilia americana</i> y <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Poco abundante	Poco abundante: gramíneas

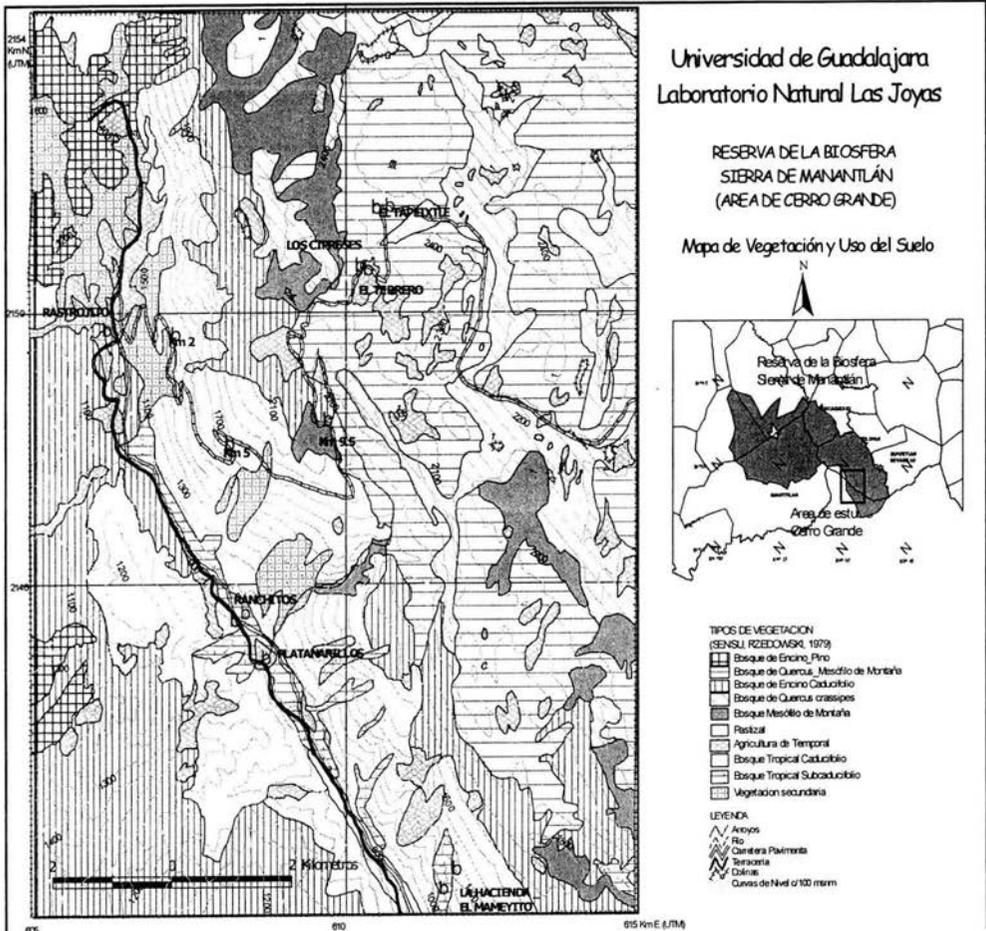


Figura 3. Mapa de Vegetación del área de estudio en Cerro Grande, Jalisco-Colima.

6. MÉTODOS

6.1 Listado preliminar de especies de herpetofauna

Para la elaboración del listado preliminar de la herpetofauna de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, se consultaron los catálogos de las colecciones herpetológicas de las instituciones que a continuación se mencionan: el Museo de Historia Natural de la Universidad de Kansas (UK); el Departamento de Herpetología del Museo Americano de Historia Natural (AMNH); el Museo de Zoología, División de Anfibios y Reptiles, de la Universidad de Michigan (UM); la Universidad de California-Berkeley (UCB); la División de Anfibios y Reptiles del Museo Field de Chicago (FM); y la Universidad Nacional Autónoma de México (Museo de Zoología). Muchos de los especímenes de las citadas colecciones fueron recolectados en áreas cercanas a la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán tanto en Jalisco como en Colima, por lo cual se tomaron como referencia. También se consultaron los trabajos de Oliver (1937), Smith y Grant (1958), Duellman (1958), Zweifel (1960), Casas (1982), García y Ceballos (1994) así como el de Ramírez-Bautista (1994). A su vez, el listado de anfibios y reptiles obtenido como resultado del presente trabajo, se basó tanto en el listado preliminar antes mencionado como en los registros de las especies encontradas en este estudio; de esta forma se obtuvo la lista final para estos grupos.

6.2 Trabajo de campo

Para conocer la herpetofauna del área de Cerro Grande, se realizaron 12 recolectas mensuales con duración de 14 días cada una cubriendo las cuatro estaciones del año, de junio de 1993 a mayo de 1994. Para ello se estableció un transecto en línea (de aproximadamente 17 km de longitud) siguiendo el método propuesto por Jones (1986). Se abarcaron siete tipos de vegetación y tres intervalos de altitud, partiendo de los 385 msnm hasta llegar a los 2265 msnm; estos intervalos o pisos (alto: 2265-2025; medio: 1730-935; bajo: 740-385) se tomaron de acuerdo a la altitud a la que se registraron los tipos de vegetación presentes en el área dividiéndoles arbitrariamente en función a la cercanía geográfica entre ellos y a los

tipos de clima reconocidos en el área. El transecto se dividió en siete sitios ó estaciones de recolecta (La Hacienda-El Mameyito, Ranchitos, Km. 2, Km. 5, Km. 9.5, Los Cipreses y El Tapeixtle) de acuerdo a la presencia de siete tipos de vegetación, ubicando una estación de recolecta para cada uno de los tipos de vegetación. Cada estación se revisó dos días al mes durante el periodo de trabajo de campo, realizando las recolectas entre las 07:00 y las 19:00 h. entre dos personas para todo el periodo de recolecta. No se efectuaron recolectas nocturnas debido a la inseguridad de la zona derivada de problemas con cultivos ilegales, así como problemas sociales entre los mismos ejidatarios de la zona.

Para la localización y captura de ejemplares se realizaron búsquedas, explorando el suelo y la vegetación herbácea (a 40 cm de altura) y arbustiva (a 160 cm de altura), así como algunos elementos arbóreos a una altura aproximada entre cinco y ocho metros. También se voltearon troncos, ramas caídas y piedras, aunque en algunos casos se hicieron excavaciones de aproximadamente 10 cm de profundidad al pie de algunos árboles y en tocones además de explorar en la hojarasca. En los lugares en donde se presentaron arroyos el muestreo se realizó a ambos lados de los cuerpos de agua, para el caso de los especímenes de hábitos acuáticos o riparios tales como algunas especies de tortugas, culebras y ranas. Los muestreos se realizaron por el método de captura directa al azar propuesto por Knudsen (1966) con ligas y resortera así como manualmente. Se abarcó un área de búsqueda de ejemplares de aproximadamente 2 km X 2 km para cada uno de los recorridos en los sitios de recolecta, tratando de realizar recorridos que abarcaran los tres estratos vegetacionales revisados (arbóreo, arbustivo y herbáceo) y de acuerdo a la facilidad del terreno para marchar sobre él debido a la presencia de pendientes con cierta pedregosidad, fracturas en las rocas que no soportan el peso de una persona, así como la distribución de sumideros y cavernas en el suelo.

Para cada individuo capturado se tomaron los siguientes registros: especie, fecha, hora, vegetación, altitud, localidad y si se encontraba activo o inactivo; se realizaron anotaciones del hábitat o microhábitat en donde fueron encontrados los organismos así como datos del estado de reproducción (cópula, gravidez). También se registraron las especies observadas pero no capturadas (debido a la dificultad

para atraparlas). Los ejemplares recolectados se transportaron individualmente en sacos de manta para su posterior sacrificio por el método de sobredosis de Anestesaal. Inmediatamente después de ser sacrificado a cada ejemplar se le tomaron las siguientes medidas. Para reptiles: 1) longitud total = LT (punta de la cabeza-punta de la cola); 2) longitud estándar = LHC (hocico-cloaca); 3) ancho de la cabeza (AC); y 4) peso (P). En la mayoría de los reptiles se realizó la eversión de los hemipenes para la determinación del sexo. Para el caso de los anuros, se tomó el largo de tibia (Lt), en lugar de la longitud estándar (Pisani y Villa, 1974); posteriormente a la toma de los datos anteriores, los ejemplares se preservaron con formol al 10% y se etiquetaron según las técnicas de Knudsen (1966) y Pisani y Villa (1974). Los ejemplares recolectados fueron depositados en la Colección Herpetológica del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la Colección Zoológica del Laboratorio Natural Las Joyas de la Universidad de Guadalajara así como en la Colección de Vertebrados del Departamento de Botánica y Zoología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

6.3 Vegetación

Con base a la información obtenida por Vázquez *et al.* (1990), Barrera y Jardel (1991) y Barrera (1992) para el área de Cerro Grande, se elaboró un mapa de la vegetación del transecto muestreado siguiendo una línea recta que cubría aproximadamente 17 Km entre el sitio de recolecta que se encontraba a menor altitud (La Hacienda-El Mameyito) y el de mayor altitud (El Tapeixtle), con base en el mapa topográfico a Escala 1:50 000 elaborado por el Laboratorio Natural Las Joyas y el mapa de vegetación elaborado a partir de una imagen de satélite a Escala 1:150 000 (INEGI, 1988). Después se elaboró un perfil que abarca todos los sitios de muestreo (Figura 4), los cuales se localizaron a lo largo del camino de terracería que va hacia El Terrero y la carretera estatal que va de Colima a Minatitlán; en este perfil se representan gráficamente los tipos de vegetación y el gradiente altitudinal. En este perfil se observa la secuencia de una vegetación de zona cálida a una templada.

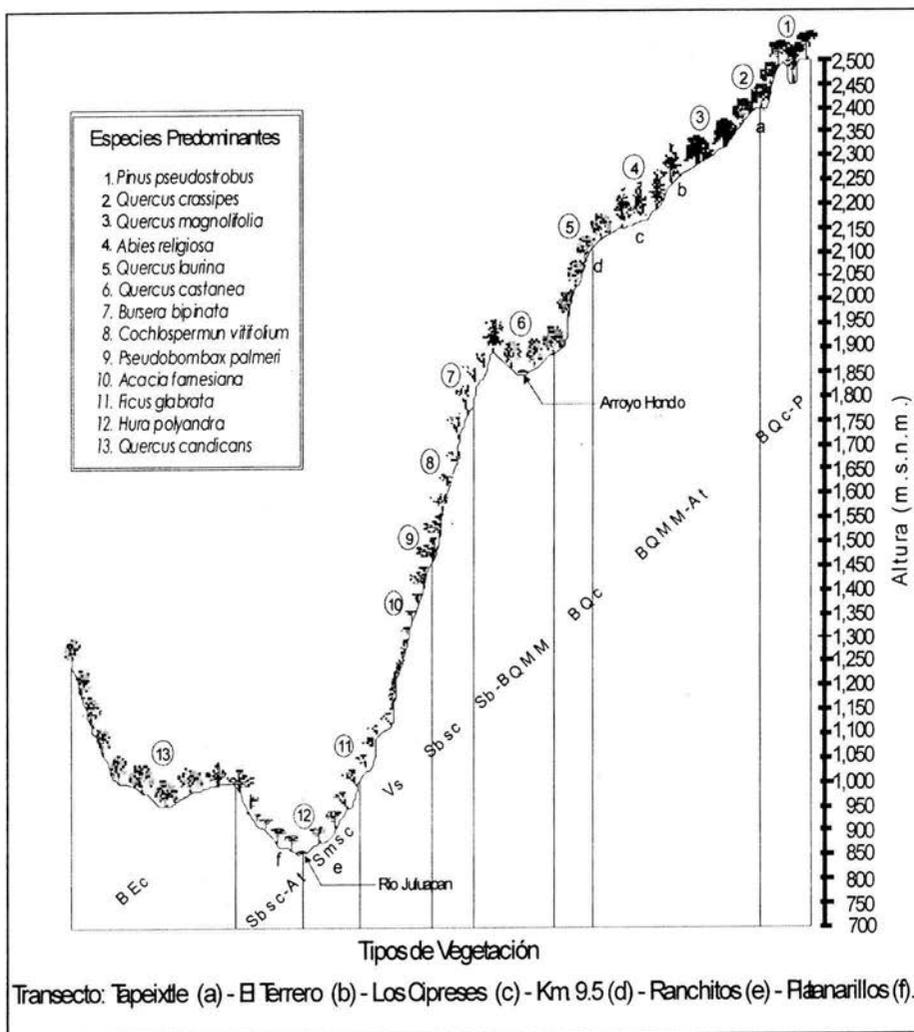


Figura 4. Perfil de vegetación y gradiente altitudinal del área de muestreo en Cerro Grande, Jalisco-Colima.

6.4 Estacionalidad

Para comparar si existía o no diferencia significativa entre el número de especies registradas en lluvias y secas, se realizó una prueba de X^2 o ji cuadrada simple cuya hipótesis nula fue $H_0 =$ que si existen diferencias significativas entre el número de especies registradas en lluvias y las registradas en estiaje (secas).

6.5 Análisis de similitud

Para el análisis de la similitud de la herpetofauna en la región de Cerro Grande así como su relación con otras áreas cercanas al área de estudio, se utilizaron métodos de clasificación (agrupamiento) debido a la sencillez en su aplicación, representación e interpretación. Específicamente se utilizaron dos índices cualitativos (Simpson y Jaccard), los cuales son fáciles de calcular ya que solo requieren datos de presencia o ausencia de determinado elemento (para este trabajo, de especies) en los dos elementos a comparar. Su inconveniente es que se enmascara el peso de los elementos comparados por lo que en algunos casos su resolución es baja y con frecuencia se pueden presentar una gran cantidad de fenogramas-solución posibles o réplicas (Ponce, 1991). Por ello se eligió el Índice de Similitud de Simpson ya que de acuerdo con Sánchez y López (1988), este Índice presenta un valor crítico de 66.6% para discriminar si existe similitud entre los taxa comparados, lo cual resulta conveniente ya que es un referente más específico de la similitud entre un sistema faunístico y otro; en este índice se comparan dos sistemas faunísticos que involucran condiciones diversas en sus proporciones y el número de taxa compartidos, ponderando las faunas con menor número de especies. Para el caso del Índice de Similitud de Jaccard, éste se puede considerar dentro de los índices con resolución más alta y para este trabajo se utilizó con la finalidad de corroborar los resultados obtenidos mediante el Índice de Similitud de Simpson, ya que el Índice de Jaccard se basa en la relación de presencia-ausencia entre el número de especies comunes en áreas (comunidades) y el número total de especies, ponderando el tamaño total de la muestra.

Con los resultados obtenidos en cada matriz de similitud se construyeron los dendrogramas correspondientes mediante el método de agrupación de Ligamiento Promedio No Ponderado (UPGMA). Éste consiste en formar grupos mediante el promedio de los valores de similitud de cada unidad operacional, mismos que se calculan siempre a partir de la matriz original. A partir de las matrices de similitud (de Simpson y de Jaccard) se obtuvo un fenograma único mediante el método de Consenso Estricto (Ponce, 1991), en el cual sólo se conservan aquellos nodos presentes en todos los fenogramas comparados. A través de los fenogramas resultantes se establecieron los patrones de distribución de la herpetofauna del área de Cerro Grande, relacionándolos con los datos de tipo de vegetación y altitud. Los cálculos de similitud y los correspondientes a la construcción de fenogramas y el análisis de consenso fueron efectuados con el programa para computadora NTSYS (Rohlf, 1988). El Índice de Similitud de Simpson (ISs) se calculó como:

$$ISs = 100 a / (a+b), \text{ donde}$$

a = especies compartidas, y

b = fauna que contiene menor número de especies de los grupos comparados.

Por otro lado, el Índice de Similitud de Jaccard (J) se calculó como:

$$J = a / (n-d), \text{ donde}$$

n = tamaño de la muestra

a = especies compartidas

d = proporción de especies compartidas/no compartidas de los grupos comparados

Para determinar si existían o no diferencias estadísticas (independencia) entre el número de especies herpetofaunísticas por tipo de vegetación y gradiente altitudinal se llevó a cabo una prueba de X^2 o ji cuadrada mediante una tabla de contingencia (Mendenhall, 1987). Para ello se consideró como hipótesis nula (**H₀**): Que las abundancias relativas de los grupos son independientes del hábitat.

Para el análisis por tipo de vegetación se construyó una tabla de contingencia (Infante y Zárate, 1990) de 2X7, en donde las hileras representaron a los dos grupos herpetofaunísticos estudiados (anfibios y reptiles) y las columnas a los siete tipos de vegetación presentes en la zona de estudio. En la elaboración de esta tabla se utilizó la Corrección de Yates (Mendenhall, 1987). Para la prueba en el gradiente altitudinal se construyó una tabla de contingencia (Infante y Zárate, 1990) de 2X3 en donde las hileras representaron a los grupos dos herpetofaunísticos estudiados (anfibios y reptiles) y las columnas a los tres pisos altitudinales muestreados.

6.6 Análisis de la diversidad

Para conocer específicamente la diversidad de especies en el área de estudio de acuerdo a los tipos de vegetación presentes, se utilizó el Índice Shannon (H') ya que es una medida del grado promedio de incertidumbre para predecir correctamente a qué especie pertenecerá el próximo individuo recolectado al azar. Este índice tiene las siguientes particularidades: 1) Su valor es de cero si y solo si hay una especie en la muestra; y 2) su valor es el máximo cuando todas las especies de la muestra están representadas por el mismo número de individuos. Para este trabajo H' se estimó de la siguiente forma (Ludwing y Reynolds, 1988):

$$H' = -\sum_{i=1}^s [(n_i/n) \ln (n_i/n)] \quad \text{donde}$$

n_i = número de individuos pertenecientes a la i ésima de las s especies en la muestra

n = número total de individuos en la muestra

Para que este índice sea expresado en número de especies, es decir, el número de especies que podrían producir la misma diversidad (H') en la muestra si cada una fuera igualmente común, es necesario el siguiente cálculo (Krebs, 1999):

$$N_1 = e^{H'} \quad \text{donde}$$

$$E = 2.72828 \quad (\text{base de los logaritmos naturales})$$

$$H' = \text{Función de Shannon-Wiener}$$

7. RESULTADOS

7.1 Herpetofauna del área de Cerro Grande

La herpetofauna del área de Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, está constituida por 63 especies de anfibios y reptiles agrupadas en 16 familias y 40 géneros (Cuadro 1). Durante el trabajo de campo se registraron 1,543 ejemplares de anfibios y reptiles, de los cuales destaca un ejemplar de la lagartija *Elgaria kingi ferruginea* (Sauria, Anguidae), el cual constituye una extensión del área de distribución para la especie y probablemente es el primer registro para el estado de Colima.

En el Cuadro 1 también se observa que respecto al número de especies por grupo, el de las lagartijas es el que presentó la mayor cantidad (26 especies) lo que representó el 41.3% de la herpetofauna registrada; le sigue en importancia el de las serpientes con 23 especies (36.5%) y después el de los anuros con 12 especies (19%). El grupo de las lagartijas fue el mejor representado en el área de estudio ya que se obtuvieron 1,292 individuos, lo que representó el 83.7% de todos los ejemplares registrados para este trabajo; dentro de este grupo, los géneros *Anolis* y *Sceloporus* resultaron con la mayor cantidad de individuos recolectados. El grupo de los anuros sigue en importancia en cuanto a cantidad de individuos con 148 registros, lo cual representó el 9.6% del total de los individuos recolectados. Para las serpientes se obtuvo un total de 60 registros, lo que representa un 3.9%, en tanto que para las salamandras se obtuvieron 42 registros, representando un 2.7%; por último, las tortugas representaron el número más bajo de individuos tanto por orden, familia, género y especie ya que solamente se obtuvo un solo registro durante todo el trabajo de campo.

Cuadro 1. Composición herpetofaunística de especies así como de individuos por grupo en el área de Cerro Grande.

GRUPO	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	% ESPECIES	# INDIVIDUOS	% INDIVIDUOS
<i>Salamandras</i>	1	1	1	1.6	42	2.7
<i>Anuros</i>	4	6	12	19	148	9.6
<i>Lagartijas</i>	7	13	26	41.3	1292	83.7
<i>Serpientes</i>	3	19	23	36.5	60	3.9
<i>Tortugas</i>	1	1	1	1.6	1	0.1
TOTAL	16	40	63	100	1543	100

En la Tabla 2 se presenta el listado de especies de anfibios y reptiles para el área de Cerro Grande tanto por tipo de vegetación como en el gradiente altitudinal. Este listado se ordenó por orden, familia, género y especie siguiendo en primera instancia el orden filogenético; y posteriormente por orden alfabético dentro de cada familia, género y especies, en segunda instancia; se incluyeron los cambios taxonómicos recientes para la herpetofauna mexicana (Flores y Canseco, 2004). En dicha tabla se observa que 18 especies (28.6%) ya habían sido recolectadas previamente para el sitio de estudio por el Laboratorio Natural Las Joyas de la Universidad de Guadalajara; que 59 especies (93.6%) fueron recolectadas en este trabajo; y que cuatro especies (6.4%) solamente fueron observadas durante el trabajo de campo pero fueron registradas para este estudio.

7.2 Composición herpetofaunística

En general la distribución de las especies se presenta en la Tabla 2, en donde se observa que 29 especies (46% del total de las especies) resultaron ser exclusivas por tipo de vegetación: 11 especies (17.5% del total de especies) para el Bosque tropical subcaducifolio; seis para Bosque de galería; seis para el Bosque tropical caducifolio con otatera; dos para Bosque mesófilo de montaña; dos para Bosque de pino-encino; una para Bosque de encino caducifolio; y una para el Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria. En cuanto a especies compartidas se observó

que 34 especies (54% del total de las especies) se compartieron entre los siete tipos de vegetación: dos especies fueron comunes a seis tipos de vegetación; cinco especies se compartieron entre cinco tipos de vegetación; tres especies resultaron ser comunes entre cuatro tipos de vegetación; siete especies se compartieron entre tres tipos de vegetación; y 17 especies fueron comunes a dos tipos de vegetación (27% del total de especies).

En lo relativo a las especies en el gradiente altitudinal, se registraron 16 especies en el piso alto, de las cuales ocho son exclusivas para este piso (12.7% del total de especies): *Pseudoeurycea belli*, *Barisia imbricata*, *Eumeces parvulus*, *Conopsis biserialis*, *Rhadinaea taeniata*, *Storeria storerioides*, *Tantilla calamarina* y *Crotalus triseriatus*; de las especies del piso alto cinco se compartieron con el piso medio y tres llegaron hasta el piso bajo. Para el piso medio se registraron 32 especies, de las cuales diez fueron exclusivas para este piso (15.9% del total de especies): *Elgaria kingii*, *Sphenomorphus assatus*, *Drymarchon corais*, *Hypsiglena torquata*, *Lampropeltis triangulum*, *Masticophis mentovarius*, *Salvadora mexicana*, *Thamnophis cyrtopsis* y *Crotalus basiliscus*; cinco especies se compartieron con el piso alto y once especies se compartieron solamente con el piso bajo.

En el piso bajo se registraron 40 especies, de las cuales 24 resultaron ser exclusivas para este piso (38.1% del total de especies para Cerro Grande): *Aff. Bufo occidentalis*, *Pachymedusa dacnicolor*, *Smilisca baudini*, *Rana forreri*, *R. magnaocularis*, *R. pustulosa*, *Phyllodactylus davisii*, *P. lanei*, *Ctenosaura pectinata*, *Iguana iguana*, *Urosaurus bicarinatus*, *Ameiva undulata*, *Aspidoscelis communis*, *A. sacki*, *Boa constrictor*, *Drymobius margaritiferus*, *Geophis petersi*, *Leptophis diplotropis*, *Leptodeira annulata*, *Manolepis putnami*, *Thamnophis eques*, *Trimorphodon biscutatus*, *Agkistrodon bilineatus* y *Trachemys scripta*. Cabe señalar que se registraron solamente tres especies (4.7%) compartidas entre los tres pisos altitudinales: *Sceloporus horridus*, *S. melanogaster* y *Eumeces colimensis*.

Tabla 2. Composición herpetofaunística por tipo de vegetación y gradiente altitudinal de la región de Cerro Grande.

	Piso Alto		Piso Medio			Piso Bajo	
	2080-2265m	2025-2055m	1470-1730m	1245-1435m	935-1110m	640-740m	385-510m
	BEP	BMM	BEC	BTCVS	BTCOT	BGAL	BTSC
AMPHIBIA							
ANURA							
Bufo							
-* <i>Bufo marmoreus</i>			X	X	X	X	
-* <i>B. mazatlanensis</i>				X		X	X
* <i>B. occidentalis</i>				X			X
* <i>Aff. B. occidentalis</i>							X
Hylidae							
* <i>Hyla smaragdina</i>				X		X	
* <i>Pachymedusa dacnicolor</i>							X
* <i>Smilisca baudini</i>						X	X
Leptodactylidae							
-* <i>Eleutherodactylus hobarsmithi</i>			X	X	X	X	X
-* <i>E. occidentalis</i>			X	X	X	X	X
Ranidae							
* <i>Rana forreri</i>						X	X
* <i>R. magnaocularis</i>						X	
* <i>R. pustulosa</i>						X	
CAUDATA							
Plethodontidae							
-* <i>Pseudoeurycea belli</i>	X	X					
REPTILIA							
SAURIA							
Anguidae							
-* <i>Barisia imbricata</i>	X	X	X				
-* <i>Gerrhonotus liocephalus</i>	X				X		
* <i>Elgaria kingi ferruginea</i>					X		
Gekkonidae							
* <i>Phyllodactylus davisi</i>							X
* <i>P. lanei rupinus</i>							X
Iguanidae							
* <i>Ctenosaura pectinata</i>							X
* <i>Iguana iguana</i>							X
Phrynosomatidae							
-* <i>Sceloporus bulleri</i>	X	X	X				
* <i>S. grammicus microlepidotus</i>	X		X		X		
* <i>S. horridus oligoporus</i>	X		X	X	X	X	X

* <i>S. melanorrhinus calligaster</i>	X		X	X	X	X	X
* <i>S. scalaris</i>	X		X				
* <i>S. siniferus</i>			X	X	X	X	X
* <i>S. pyrocephalus</i>				X	X	X	X
-* <i>S. utiformis</i>					X	X	X
-* <i>Urosaurus bicarinatus</i>						X	X
Polychrotidae							
-* <i>Anolis nebulosus</i>			X	X	X	X	X
Scincidae							
* <i>Eumeces brevirostris indubitus</i>	X	X	X				
* <i>E. colimensis</i>	X	X	X		X	X	
-* <i>E. parvulus</i>	X						
* <i>Sphenomorphus assatus taylori</i>					X		
Teiidae							
* <i>Ameiva undulata sinistra</i>					X	X	X
* <i>Aspidoscelis communis</i>							X
* <i>A. lineatissimus lineatissimus</i>						X	X
* <i>A. deppii deppii</i>			X		X	X	X
* <i>A. sacki</i>						X	X
SERPENTES							
Boidae							
* <i>Boa constrictor imperator</i>							X
Colubridae							
* <i>Conopsis biserialis</i>		X					
* <i>Drymarchon corais rubidus</i>					X		
* <i>Drymobius margaritiferus fistulosus</i>						X	X
-* <i>Geophis petersi</i>							X
* <i>Hypsiglena torquata</i>					X		
* <i>Lampropeltis triangulum nelsoni</i>			X				
* <i>Leptodeira annulata</i>							X
* <i>Leptophis diplotropis</i>						X	
* <i>Manolepis putnami</i>							X
* <i>Masticophis mentovarius</i>				X			
-* <i>Oxybelis aeneus</i>				X			X
* <i>Rhadinaea hesperia baileyi</i>					X		X
* <i>R. taeniata taeniata</i>	X						
* <i>Salvadora mexicana</i>				X	X		
-* <i>Storeria storerioides</i>	X	X					
-* <i>Tantilla calamarina</i>		X					
* <i>Thamnophis cyrtopsis</i>					X		
* <i>T. eques</i>						X	
* <i>Trimorphodon biscutatus biscutatus</i>							X
Viperidae							
* <i>Agkistrodon bilineatus</i>						X	
-* <i>Crotalus basiliscus basiliscus</i>			X		X		
-* <i>C. triseriatus armstrogni</i>	X	X					

TESTUDINES

Emydidae

**Trachemys scripta*

X

Total de especies: 63 14 especies 9 especies 15 especies 15 especies 22 especies 26 especies 32 especies

El criterio de especie se tomó de acuerdo a Flores-Villela (1993b) y el de subespecie está de acuerdo a Smith y Smith (1993)

Siglas utilizadas: BEP = Bosque de Encino-Pino BMM= Bosque Mesófilo de Montaña BEC= Bosque de Encino Caducifolio BTCVS= Bosque Tropical Caducifolio con Vegetación Secundaria BTCOT= Bosque Tropical Caducifolio con Otatera BGAL= Bosque de Galería (Vegetación Riparia) BTSC= Bosque Tropical Subcaducifolio

* Especie recolectada en este trabajo - Especie registrada previamente en el área de estudio por la Colección Zoológica del Laboratorio Natural Las Joyas de la Universidad de Guadalajara * Especie solo observada en este trabajo pero registrada

De las 63 especies registradas en el área de estudio, 27 de ellas representaron nuevos registros tanto para el área de Cerro Grande como para la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (Cuadro 2), lo cual conformó el 42.8% del total de la herpetofauna registrada para esta zona. Destacan entre ellas: *Rana magnaocularis*, *R. pustulosa* (Amphibia, Ranidae); *Phyllodactylus davisii*, *Sceloporus horridus*, *S. melanorhinus*, *S. scalaris* (Sauria, Phrynosomatidae); *Eumeces colimensis* y *Sphenomorphus assatus* (Sauria, Scincidae). En tanto que 44 especies (69.8%) representan los primeros registros exclusivos para el área de Cerro Grande (Cuadro 3), entre los que destacan *Aspidoscelis communis*, *A. lineattissimus* (Sauria, Teiidae); *Conopsis biserialis*, *Leptodeira annulata*, *Manolepis putnami*, *Rhadinaea hesperia* (Serpentes, Colubridae); *Trachemys scripta* (Testudines: Emydidae).

Cuadro 2. Especies de anfibios y reptiles que se registraron por primera vez tanto para la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán en general, como para el área de Cerro Grande.

Especies	
<i>Hyla smaragdina</i>	<i>Aspidoscelis deppii deppii</i>
<i>Pachymedusa dacnicolor</i>	<i>A. sackii</i>
<i>Rana magnaocularis</i>	<i>Boa constrictor imperator</i>
<i>Rana pustulosa</i>	<i>Conopsis biserialis</i>
<i>Iguana iguana</i>	<i>Leptophis diplotropis</i>
<i>Sceloporus grammicus micolepidotus</i>	<i>Leptodeira annulata</i>
<i>Sceloporus horridus oligoporus</i>	<i>Manolepis putnami</i>
<i>Sceloporus siniferus</i>	<i>Masticophis mentovarius</i>
<i>Phyllodactylus davisii</i>	<i>Rhadinaea hesperia</i>
<i>Eumeces colimensis</i>	<i>Salvadora mexicana</i>
<i>Sphenomorphus assatus taylori</i>	<i>Thamnophis eques</i>
<i>Aspidoscelis communis</i>	<i>Trimorphodon biscutatus biscutatus</i>
	<i>Trachemys scripta</i>

Cuadro 3. Primeros registros exclusivos para el área de Cerro Grande. Los asteriscos indican los primeros registros para la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán.

Especies	
<i>Bufo occidentalis</i>	<i>Aspidoscelis communis</i> *
Aff. <i>B. occidentalis</i>	<i>A. lineattissimus lineattissimus</i>
<i>Hyla smaragdina</i> *	<i>A. depii depii</i>
<i>Pachymedusa dacnicolor</i> *	<i>A. sackii</i>
<i>Smilisca baudini</i>	<i>Boa constrictor imperator</i>
<i>Rana forreri</i>	<i>Conopsis biserialis</i>
<i>R. magnaocularis</i> *	<i>Drymarchon corais rubidus</i>
<i>R. pustulosa</i> *	<i>Drymobius margaritiferus fistulosus</i>
<i>Elgaria kingi ferruginea</i>	<i>Hypsiglena torquata</i>
<i>Ctenosaura pectinata</i>	<i>Lampropeltis triangulum nelsoni</i>
<i>Iguana iguana</i> *	<i>Leptophis diplotropis</i>
<i>Sceloporus grammicus microlepidotus</i> *	<i>Leptodeira annulata</i>
<i>S. horridus oligophorus</i> *	<i>Manolepis putnami</i>
<i>S. melanorhinus calligaster</i>	<i>Masticophis mentovarius</i>
<i>S. scalaris</i>	<i>Rhadinaea hesperia</i>
<i>S. siniferus</i>	<i>R. taeniata teniata</i>
<i>S. pyrocephalus</i>	<i>Salvadora mexicana</i>
<i>Phyllodactylus davisii</i> *	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>
<i>P. lanei rupinus</i>	<i>T. eques</i>
<i>Eumeces brevisrostris indubitus</i>	<i>Trimorphodon biscutatus</i>
<i>E. colimensis</i> *	<i>Agkistrodon bilineatus</i>
<i>Sphenomorphus assatus taylori</i> *	<i>Trachemys scripta</i>
<i>Ameiva undulata sinistra</i>	

En la Figura 5 se presenta la curva de incremento acumulado de especies recolectadas durante el año de trabajo de campo para el área de estudio. La tendencia al equilibrio se alcanzó hasta el mes de marzo, al ocurrir el registro de dos especies (*Manolepis putnami* y *Trachemys scripta*) las cuales previamente no habían sido recolectadas u observadas.

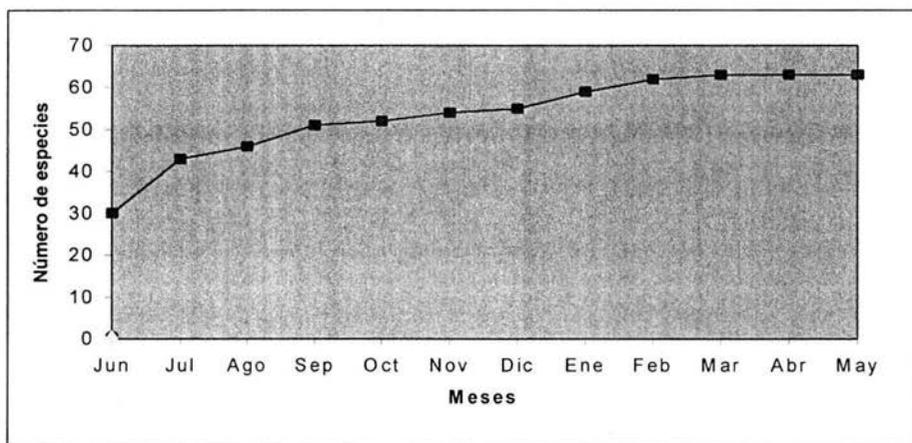


Figura 5. Curva acumulada de especies en el área de Cerro Grande para el periodo de estudio (junio 1993 a mayo 1994).

De las 63 especies registradas para el área de Cerro Grande 35 resultaron ser endémicas a México siendo de ellas 10 anfibios y 25 reptiles, lo que representó el 55.5% del total de las especies registradas para esta área (Cuadro 4). En el Cuadro 5 se observa que para este trabajo se registró un total de 30 especies que habitan en Cerro Grande (47.6%) y que se encuentran enlistadas en la NOM-059-ECOL-2001 bajo las categorías: Especie Amenazada y Especie Sujeta a Protección Especial (D.O.F., 2002); la mitad de ellas resultaron ser endémicas a la República Mexicana (Flores, 1993b).

Cuadro 4. Lista de especies de anfibios y reptiles endémicas de México presentes en el área de Cerro Grande.

Anfibios	Reptiles
<i>Bufo marmoratus</i>	<i>Barisia imbricata</i>
<i>B. mazatlanensis</i>	<i>Phyllodactylus davisi</i>
<i>B. occidentalis</i>	<i>P. lanei</i>
<i>Hyla smaragdina</i>	<i>Ctenosaura pectinata</i>
<i>Pachymedusa dacnicolor</i>	<i>Sceloporus bulleri</i>
<i>Eleutherodactylus hobarsmithi</i>	<i>S. horridus</i>
<i>E. occidentalis</i>	<i>S. pyrocephalus</i>
<i>Rana magnaocularis</i>	<i>S. utiformis</i>
<i>R. pustulosa</i>	<i>Urosaurus bicarinatus</i>
<i>Pseudoeurycea belli</i>	<i>Anolis nebulosus</i>
	<i>Eumeces brevirostris</i>
	<i>E. colimensis</i>
	<i>E. parvulus</i>
	<i>Cnemidophorus communis</i>
	<i>C. lineatissimus</i>
	<i>C. sacki</i>
	<i>Conopsis biserialis</i>
	<i>Leptophis diplotropis</i>
	<i>Manolepis putnami</i>
	<i>Rhadinaea hesperia</i>
	<i>R. taeniata</i>
	<i>Salvadora mexicana</i>
	<i>Storeria storerioides</i>
	<i>Crotalus basiliscus</i>
	<i>C. triseriatus</i>

Cuadro 5. Especies y subespecies de anfibios y reptiles presentes en el área de Cerro Grande, enlistados en la NOM-059-ECOL-2001

Especie	Endémica	Amenazada	Sujeta a protección especial
<i>Hyla smaragdina</i>	X		X
<i>Rana forreri</i>		X	
<i>R. pustulosa</i>	X		X
<i>Pseudoeurycea belli</i>	X	X	
<i>Barisia imbricata</i>	X		X
<i>Elgaria kingi</i>			X
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>			X
<i>Eumeces colimensis</i>	X		X
<i>Aspidoscelis communis</i>	X		X
<i>A. lineattissimus</i>	X		X
<i>Phyllodactylus davisi</i>	X	X	
<i>Ctenosaura pectinata</i>		X	
<i>Iguana iguana</i>			X
<i>Sceloporus grammicus</i>			X
<i>Boa constrictor</i>		X	
<i>Conopsis biserialis</i>	X	X	
<i>Geophis petersi</i>	X		X
<i>Hypsiglena torquata</i>			X
<i>Lampropeltis triangulum</i>		X	
<i>Leptodeira annulata</i>			X
<i>Leptophis diplotropis</i>	X	X	
<i>Masticophis mentovarius variolosus</i>	X	X	
<i>Rhadinaea hesperia baileyi</i>	X		X
<i>Salvadora mexicana</i>	X		X
<i>Tantilla calamarina</i>	X		X
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>		X	
<i>T. eques</i>		X	
<i>Agkistrodon bilineatus taylori</i>		X	
<i>Crotalus basiliscus</i>			X
<i>Trachemys scripta</i>			X
Total	15	12	18

Endémica= especies o subespecies endémicas de México.

Amenazada= especies o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la IUCN.

Sujeta a protección especial= especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la IUCN.

7.3 Riqueza específica de Cerro Grande

En el cuadro 6 se presenta la riqueza de especies en los siete tipos de vegetación presentes en el área de estudio, la cual se describe a continuación. Para el Bosque de encino-pino se registraron 14 especies las cuales representan el 22.2% del total de especies del área de Cerro Grande. Las especies más características y con mayor abundancia de individuos en este tipo de vegetación fueron *Pseudoeurycea belli*, *Barisia imbricata*, *Sceloporus bulleri* y *Sceloporus grammicus*. Entre las especies moderadamente abundantes se encontró a *Sceloporus horridus*, *Eumeces parvulus* y a *Storeria storerioides*. Como especie rara tenemos a *Eumeces colimensis*. Como especie exclusiva para este tipo de bosque se encontró a *Rhadinaea taeniata*.

En el Bosque mesófilo de montaña se registró un total de 9 especies (14.3% del total de las especies encontradas). La especie más característica y abundante de este tipo de bosque fue *Sceloporus bulleri*, en tanto que las demás especies que habitan en este tipo de vegetación se presentan de manera rara y de entre ellas tenemos a *Pseudoeurycea belli*, *Eumeces brevirostris*, *E. colimensis*, *Storeria storerioides* y *Crotalus triseriatus*. Como especies exclusivas para este tipo de bosque se encontró a *Conopsis biserialis* y *Tantilla calamarina*.

En el Bosque de encino caducifolio se registraron 15 especies, las cuales representan el 23.8% del total de las especies del área de estudio. Como especies más abundantes se encontró a *Anolis nebulosus* seguida por *Sceloporus bulleri*. Las especies moderadamente abundantes para este bosque fueron *Eleutherodactylus occidentalis*, *Sceloporus siniferus* y *Eumeces brevirostris*. Entre las especies raras podemos mencionar a *Bufo marmoratus*, *Eleutherodactylus hobarsmithi*, *Barisia imbricata*, *Sceloporus scalaris*, *Aspidoscelis deppii* y *Crotalus basiliscus*. Como especie exclusiva a este tipo de vegetación se observó a *Lampropeltis triangulum*.

El Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria albergó a 15 especies, las que representaron el 23.8% del total de las especies del área de Cerro Grande. De ellas, la lagartija *Anolis nebulosus* fue la más abundante y como especies moderadamente abundantes se encontró a la rana *Eleutherodactylus occidentalis* y también la lagartija *Sceloporus horridus*. Las especies raras que se

registraron en este tipo de bosque fueron, entre otras, los sapos *Bufo marmoratus*, *B. mazatlanensis* y *B. occidentalis*; las ranas *Hyla smaragdina* y *Eleutherodactylus hobarsmithi*; las lagartijas *Sceloporus melanorrhinus*, *S. siniferus* y *S. pyrocephalus*; y las serpientes *Oxybelis aeneus* y *Salvadora mexicana*. Para este tipo de bosque se observó como especie exclusiva a *Masticophis mentovarius*.

Para el Bosque tropical caducifolio con otatera se registraron 22 especies que representaron el 34.9% de las especies encontradas para el área de estudio, de las cuales la lagartija *Anolis nebulosus* fue la más abundante. Entre las especies moderadamente abundantes encontramos a *Sceloporus melanorrhinus* y a *S. siniferus*. Las demás especies pueden considerarse como raras, y entre ellas se encuentran: el sapo *Bufo marmoratus*, las ranas *Eleutherodactylus hobarsmithi* y *E. occidentalis*; las lagartijas *Elgaria kingii*, *Gerrhonotus liocephalus*, *Sceloporus grammicus*, *Eumeces colimensis*, *Sphenomorphus assatus* y *Ameiva undulata*; y las serpientes *Rhadinaea hesperia*, *Salvadora mexicana* y *Crotalus basiliscus*. Como especies exclusivas para este tipo de vegetación se encontró a *Elgaria kingii*, *Sphenomorphus assatus*, *Drymarchon corais*, *Hypsiglena torquata* y *Thamnophis cyrtopsis*.

La herpetofauna del Bosque de galería estuvo constituida por 26 especies (41.3% del total de especies registradas para el área de estudio. Como especies más abundantes se observó a *Anolis nebulosus*, *Eleutherodactylus hobarsmithi*, *E. occidentalis*, *Rana forreri*, *Sceloporus siniferus*, *S. utiformis* y *Ameiva undulata*. Entre las especies moderadamente abundantes encontramos a *Rana magnaocularis*. Las demás especies fueron raras y entre ellas de encontró a *Hyla smaragdina*, *Smilisca baudini*, *Rana pustulosa*, *Sceloporus pyrocephalus*, *Urosaurus bicarinatus*, *Eumeces colimensis*, *Aspidoscelis lineatissimus*, *A. deppii*, *A. sacki*, *Drymobius margaritiferus*, *Leptophis diplotropis* y *Thamnophis eques*. Como especies exclusivas para este tipo de vegetación, tenemos a *Rana magnaocularis*, *Rana pustulosa*, *Leptophis diplotropis*, *Thamnophis eques*, *Agkistrodon bilineatus* y *Trachemys scripta*.

Para el Bosque tropical subcaducifolio se registraron un total de 32 especies, las cuales representan el 50.8% del total de especies registradas para este trabajo. Sobresalieron por su abundancia *Anolis nebulosus*, *Eleutherodactylus hobarsmithi*, *E. occidentalis*, *Sceloporus siniferus*, *S. utiformis*, *Ameiva undulata*, *Cnemidophorus lineattissimus*, *C. depii* y *C. sacki*. Como especies moderadamente abundantes podemos citar a *Bufo mazatlanensis* y *Urosaurus bicarinatus*. Y entre las especies raras encontramos a *Bufo occidentalis*, *Smilisca baudini*, *Rana forreri*, *Sceloporus horridus*, *Drymobius margaritiferus* y *Rhadinaea hesperia*. Como especies exclusivas para este tipo de vegetación se observó a *Aff. Bufo occidentalis*, *Pachymedusa dacnicolor*, *Phyllodactylus davisii*, *P. lanei*, *Ctenosaura pectinata*, *Iguana iguana*, *Aspidoscelis communis*, *Boa constrictor*, *Geophis petersi*, *Leptodeira annulata*, *Manolepis putnami* y *Trimorphodon biscutatus*.

Cuadro 6. Riqueza de especies de anfibios y reptiles en los siete tipos de vegetación muestreados. Los números entre paréntesis denotan el porcentaje dentro de un tipo de vegetación.

GRUPO	TIPOS DE VEGETACIÓN						
	BEP	BMM	BEC	BTCVS	BTCOT	BGAL	BTSC
Salamandras	1 (7.2)	1 (11)	-----	-----	-----	-----	-----
Anuros	-----	-----	3 (20)	6 (40)	3 (13.6)	9 (34.6)	8 (25)
Lagartijas	10 (71.4)	4 (44.5)	10 (66.7)	6 (40)	13 (59.1)	12 (46.1)	16 (50)
Serpientes	3 (21.4)	4 (44.5)	2 (13.3)	3 (20)	6 (27.3)	4 (15.4)	8 (25)
Tortugas	-----	-----	-----	-----	-----	1 (3.8)	-----
Total	14 (100)	9 (100)	15 (100)	15 (100)	22 (100)	26 (100)	32 (100)

BEP= Bosque de encino-pino BMM= Bosque mesófilo de montaña BEC= Bosque de encino caducifolio BTCVS= Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria BTCOT= Bosque tropical caducifolio con otatera BGAL= Bosque de galería BTSC= Bosque tropical subcaducifolio

En el Cuadro 7 se presenta la riqueza de las especies en el gradiente altitudinal. En él se observa que el mayor número de especies se presentó en el piso bajo (740-385), con un total de 41 especies que a su vez representaron el 65.1% de las especies presentes en el sitio de estudio; en este piso se encontraron los Bosques de galería y el tropical subcaducifolio. En el piso bajo el grupo más diverso fue el de las lagartijas (17 especies), seguido por el de anurso con 12 especies y serpientes con 11 especies. Solamente se presentó una especie de tortuga.

El segundo lugar en cuanto a riqueza de especies se presentó en el piso medio (935-1730 msnm) con un total de 32 especies que representaron el 50.8% del total de especies presentes en el área de Cerro Grande; en este piso se localizaron los Bosques de encino caducifolio, tropical caducifolio con vegetación secundaria y el tropical caducifolio con otatera. En el piso medio el grupo más diverso resultó ser el de las lagartijas con 17 especies, seguido por el de las serpientes con nueve especies. Finalmente se observa que el piso alto (1490-2265 msnm) es el de menor riqueza herpetofaunística ya que en él se presentaron se registraron 16 especies (el 25.4% del total de especies de anfibios y reptiles registradas para el área de Cerro Grande); en este piso se encuentran los Bosques de encino-pino y mesófilo de montaña. Cabe aclarar que algunas especies se distribuyeron entre dos pisos altitudinales (18 especies), e incluso algunas presentaron una distribución entre los tres pisos altitudinales (tres especies).

Cuadro 7. Riqueza de especies de anfibios y reptiles presentes en el gradiente altitudinal muestreado en el área de Cerro Grande. Los números entre paréntesis denotan porcentajes dentro de un piso altitudinal.

Grupo	Pisos altitudinales		
	Alto (1490-2265m)	Medio (935-1730m)	Bajo (365-740m)
Salamandras	1(6.2)	-----	-----
Anuros	-----	6 (18.7)	12 (29.3)
Lagartijas	10 (62.5)	17 (53.1)	17 (41.5)
Serpientes	5 (31.3)	9 (28.2)	11 (26.8)
Tortugas	-----	-----	1 (2.4)
Total	16 (100)	32 (100)	41 (100)

7.4 Abundancia de especies por tipo de vegetación

En la Tabla 3 se observa la abundancia de las especies por tipo de vegetación y piso altitudinal, en donde se destaca que para el Bosque de encino-pino se registró un total de 281 individuos; las especies con mayor abundancia para este bosque fueron *Sceloporus bulleri* (71 individuos), *S. grammicus* (62 individuos) y *Pseudoeurycea belli* (37 individuos); en tanto que las especies con menor abundancia fueron *Eumeces parvulus* (cinco individuos), *E. colimensis* (dos individuos) y *Rhadinaea taeniata* (un individuo). En el Bosque mesófilo de montaña se registraron 29 individuos, resultando ser la especie más abundante *Sceloporus bulleri* (14 individuos); *Pseudoeurycea belli* fue la segunda especie más abundante con cinco individuos; las siete especies restante presentan abundancias bajas (menos de cuatro individuos).

El Bosque de encino caducifolio presentó un total de 189 individuos, de los cuales 137 correspondieron a la especie *Anolis nebulosis*, 24 individuos a *Sceloporus bulleri*, ocho a *S. siniferus* y siete a *Eumeces colimensis*; las once especies restantes presentaron bajas abundancias en este tipo de vegetación (menos de tres individuos). Para el Bosque de encino caducifolio con vegetación secundaria se registró un total de 310 individuos, de los cuales 263 fueron de la especie *Anolis nebulosus*; *Sceloporus bulleri* registró 24 individuos y *Eumeces brevisrostris* 18 individuos; *Sceloporus horridus* y *Eleutherodactylus occidentalis* presentaron cinco individuos cada una; y *Sceloporus siniferus* presentó cuatro individuos. El resto de las especies presentaron abundancias bajas (menos de tres individuos). En el Bosque de encino caducifolio con otatera se registraron 196 individuos, perteneciendo 158 de ellos a la especie *Anolis nebulosus*; *Sceloporus siniferus* registró seis individuos en tanto que *S. melanorrhinus* presentó cinco individuos y *S. horridus* presentó cuatro. La serpiente *Drymarchon corais* registró tres individuos y el resto de las especies presentó una baja abundancia (menos de tres individuos).

Para el Bosque de galería se registró un total de 249 individuos siendo *Anolis nebulosus* la especie más abundante (75 individuos), seguida de *Sceloporus siniferus* con 43 individuos y de *Rana forreri* con 24 individuos. *Eleutherodactylus hobarsmithi*, *E. occidentalis* y *Ameiva undulata* presentaron la misma abundancia para este tipo de bosque (19 individuos), en tanto que para *Sceloporus utiformis* se registraron 17 individuos y para *Rana magnaocularis* se registraron siete individuos. El resto de las especies presentó baja abundancia (menos de cinco individuos). En el Bosque tropical subcaducifolio se obtuvo un registro total de 289 individuos, siendo *Anolis nebulosus* la especie más abundante (66 individuos); le sigue en abundancia *Ameiva undulata* con un registro de 39 individuos, *Sceloporus utiformis* con 24 individuos y *Aspidoscelis deppii* junto con *A. lineattissimus* con 22 individuos. *Sceloporus siniferus* y *Aspidoscelis sacki* presentaron una abundancia correspondiente a 15 individuos en tanto que *Eleutherodactylus hobarsmithi* registró 13 individuos para este bosque. El resto de las especies presentó una abundancia menor a siete individuos.

Respecto a la abundancia de las especies en el gradiente altitudinal, el piso alto registró un total de 310 individuos de los cuales 85 individuos fueron registrados para *Sceloporus bulleri*, 62 para *Sceloporus grammicus* y 42 para *Pseudoeurycea belli*. *Barisia imbricata* registró 29 individuos en tanto que *Crotalus triseriatus* registró 18 individuos. El resto de las especies presentaron una abundancia menor a 13 individuos. Para el piso medio se obtuvo un registro total de 695 individuos, siendo *Anolis nebulosus* la especie más abundante con 558 individuos; le siguen en abundancia *Sceloporus bulleri* con 48 individuos así como *Sceloporus siniferus* y *Eumeces brevirostris* con 18 individuos. Las demás especies presentaron una abundancia menor a ocho individuos. En el piso bajo se registró un total de 538 individuos, de los cuales 166 individuos correspondieron a la especie *Anolis nebulosus*, 58 a *Ameiva undulata*, 49 a *Sceloporus siniferus*, 41 a *S. utiformis*, 32 a *Eleutherodactylus hobarsmithi*, 25 a *E. occidentalis* y 24 a *Rana forreri*. El resto de las especies presentaron abundancias menores a 23 individuos.

Tabla 3. Abundancia de especies herpetofaunísticas por tipo de vegetación y gradiente altitudinal en la región de Cerro Grande.

	Piso Alto			Piso Medio		Piso Bajo		Total
	1490-2265m			935-1730m		365-740m		
	BEP	BMM	BEC	BTCVS	BTCOT	BGAL	BTSC	
<i>Bufo marmoratus</i>			1	1	2	1		5
<i>B. mazatlanensis</i>				1		2	6	9
<i>B. occidentalis</i>				1			2	3
<i>Aff. B. occidentalis</i>							2	2
<i>Hyla smaragdina</i>				1			1	2
<i>Pachymedusa dacnicolor</i>							2	2
<i>Smilisca baudini</i>						1	1	2
<i>Eleutherodactylus hobarsmithi</i>			2	2	1	19	13	37
<i>E. occidentalis</i>			7	5	1	19	16	48
<i>Rana forreri</i>						24	3	27
<i>R. magnaocularis</i>						7		7
<i>R. pustulosa</i>						4		4
<i>Pseudoeurycea belli</i>	37	5						42
<i>Barisia imbricata imbricata</i>	28	1	1					30
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	12				1			13
<i>Elgaria kingi ferruginea</i>					1			1
<i>Phyllodactylus davisii</i>							1	1
<i>P. lanei rupinus</i>							2	2
<i>Ctenosaura pectinata</i>							4	4
<i>Iguana iguana</i>							2	2
<i>Sceloporus bulleri</i>	71	14	24					109
<i>S. grammicus microlepidotus</i>	62		1		1			64
<i>S. horridus oligoporus</i>	12		2	5	4	2	3	28
<i>S. melanorrhinus calligaster</i>	9		1	2	5	3	6	26
<i>S. scalaris</i>	8		1					9
<i>S. siniferus</i>			8	4	6	34	15	67
<i>S. pyrocephalus</i>				2	2	4	5	13
<i>S. utiformis</i>					1	17	24	42
<i>Urosaurus bicarinatus</i>						3	5	8
<i>Anolis nebulosus</i>			137	263	158	75	66	699
<i>Eumeces brevirostris indubitus</i>	11	1		18				30
<i>E. colimensis</i>	2	1		1	1	1		6
<i>E. parvulus</i>	5							5
<i>Sphenomorphus assatus taylori</i>					1			1
<i>Ameiva undulata sinistra</i>					1	19	39	59
<i>Aspidoscelis communis</i>							4	4
<i>A. lineattissimus lineattissimus</i>						2	22	24
<i>A. deppii deppii</i>			1		1	3	22	27
<i>A. sacki</i>						3	15	18

<i>Boa constrictor imperator</i>				2	2
<i>Conopsis biserialis</i>	1				1
<i>Drymarchon corais rubidus</i>			3		3
<i>Drymobius margaritiferus fistulosus</i>				2	1
<i>Geophis petersi</i>					1
<i>Hypsiglena torquata</i>			1		1
<i>Lampropeltis triangulum nelsoni</i>		1			1
<i>Leptodeira annulata</i>				1	1
<i>Leptophis diplotropis</i>				1	1
<i>Manolepis putnami</i>					1
<i>Masticophis mentovarius</i>			1		1
<i>Oxybelis aeneus</i>			2		1
<i>Rhadinaea hesperia baileyi</i>				2	2
<i>R. taeniata taeniata</i>	1				1
<i>Salvadora mexicana</i>			1	1	2
<i>Storeria storerioides</i>	7	3			10
<i>Tantilla calamarina</i>		1			1
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>				1	1
<i>T. eques</i>				1	1
<i>Trimorphodon biscutatus biscutatus</i>					1
<i>Agkistrodon bilineatus</i>				1	1
<i>Crotalus basiliscus basiliscus</i>			2	1	3
<i>C. triseriatus armstrongi</i>	16	2			18
<i>Trachemys scripta</i>				1	1

7.5 Distribución de los grupos

Para el área de Cerro Grande el grupo de las salamandras se encontró representado por una sola especie: *Pseudoeurycea belli*. Esta especie se presentó exclusivamente en los bosques de encino-pino y mesófilo de montaña, los cuales se localizan en las partes más altas del transecto altitudinal estudiado. Por su parte el grupo de los anuros se registró en cinco de los siete tipos de vegetación presentes en el área de estudio, estando ausentes en los Bosques de encino-pino y mesófilo de montaña. Los anuros estuvieron mejor representados tanto en número de especies como en número de individuos por especie, en los Bosques de galería y tropical subcaducifolio (localizados en las partes bajas); cabe señalar que solamente en ambos tipos de bosque se presentaron cuerpos de agua permanentes para el sitio de estudio.

Las lagartijas se encontraron mejor representadas en cuanto a número de especies en los Bosques tropical subcaducifolio, tropical caducifolio con otatera y de galería; pero en cuanto a número de individuos estuvieron mejor representadas en los Bosques tropical caducifolio con vegetación secundaria, tropical subcaducifolio y de encino pino. Las serpientes presentaron mayor riqueza específica en el Bosque tropical subcaducifolio y tropical con otatera; pero en cuanto a abundancia, el Bosque de encino-pino resultó con el mayor número de individuos. Las tortugas estuvieron representadas por una sola especie, la cual se registró en el Bosque de galería (piso bajo).

En el Cuadro 8 se observa que la proporción de anfibios y reptiles no cambió entre tipos de vegetación ($X^2 = 2.884$, $gl = 6$, $p > 0.05$), así como tampoco entre pisos altitudinales ($X^2 = 5.78$, $gl = 6$, $p > 0.05$; Cuadro 13).

Cuadro 8. Tabla de contingencia para la prueba de X^2 , elaborada para las especies de anfibios y reptiles en los siete tipos de vegetación muestreados. Los números fuera del paréntesis son el número de especies observado. Los números entre paréntesis son los valores esperados

Grupo	TIPOS DE VEGETACION						
	BEP	BMM	BEC	BTCVS	BTCOT	BGAL	BTSC
ANFIBIOS	1 (3.26)	1 (2.09)	3 (3.49)	6 (3.49)	3 (5.13)	9 (6.07)	8 (7.46)
REPTILES	13 (10.74)	8 (6.9)	12 (11.51)	9 (11.51)	19 (16.87)	17 (19.93)	24 (24.54)

Cuadro 9. Tabla de contingencia para la prueba de X^2 , elaborada para los tres pisos altitudinales muestreados en Cerro Grande. Los números fuera del paréntesis son el número de especies observadas. Los números dentro del paréntesis son los valores esperados

GRUPO	Piso Alto	Piso Medio	Piso Bajo
ANFIBIOS	1 (6.13)	6 (6.13)	12 (8.73)
REPTILES	15 (19.86)	26 (19.86)	29 (28.27)

Piso Alto= 2265-1490 msnm Piso Medio= 1230-935 msnm Piso Bajo= 740-365 msnm

7.6 Fenología

En la Figura 6 se observa que en los meses correspondientes a la temporada de lluvias (junio-noviembre) se incrementó el número de especies registradas en relación con la época de sequía (diciembre-mayo). El número de especies disminuye hacia el mes de noviembre y en diciembre comienza a elevarse, para presentar otro incremento en enero y febrero. El número de especies decreció hasta un poco antes del comienzo de las lluvias que es cuando la mayor parte de la vegetación florece. En contraste se observó un aumento en el número de crías (septiembre y noviembre) y hembras grávidas (principalmente en junio y agosto) durante la época de lluvias, ya que es el momento de mayor disponibilidad de recursos alimentarios (Cuadro 10).

Se observaron diferencias significativas entre el número de especies registradas en lluvias (52 especies) y las registradas en estiaje (44 especies) ($X^2 = 7.651$, $gl = 1$, $p > 0.05$).

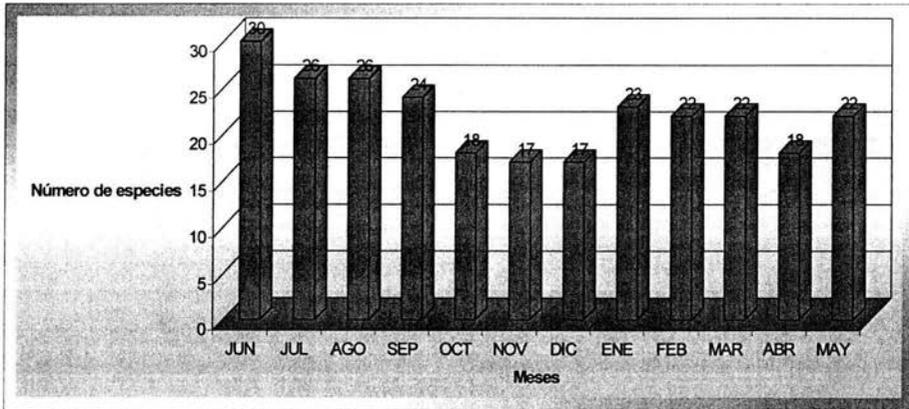


Figura 6. Estacionalidad de las especies presentes en el área de Cerro Grande durante el periodo de estudio (junio 1993-mayo 1994).

Cuadro 10. Proporción de edades, sexos y hembras grávidas en época de lluvias y de sequía en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima.

PROPORCIÓN DE SEXOS Y EDADES (REPTILES)							
Mes	Macho adulto	Hembra adulta	Hembra grávida	Macho juvenil	Hembra juvenil	Crias	Total
Junio	67	61	41	5	4	-----	178
Julio	40	24	29	-----	-----	-----	93
Agosto	21	34	50	1	5	5	116
Septiembre	22	38	22	2	27	32	143
Octubre	27	18	25	25	26	27	148
Noviembre	24	15	6	16	17	32	110
Diciembre	7	9	2	34	29	20	101
Enero	18	10	-----	23	31	18	100
Febrero	14	16	1	20	25	14	90
Marzo	14	15	3	33	34	4	103
Abril	21	22	3	5	8	9	68
Mayo	17	11	2	12	7	4	53
TOTAL	292	273	184	176	213	165	1303

7.7 Análisis de la diversidad

El Cuadro 11 muestra los valores de diversidad que se obtuvieron para la herpetofauna de la región de Cerro Grande en cada tipo de vegetación, en donde se observa que el Bosque tropical subcaducifolio resultó ser el tipo de vegetación con mayor número de especies abundantes (15 especies), seguido por el Bosque de galería con 11 especies abundantes y por el Bosque de encino-pino con ocho especies abundantes. En contraste, el Bosque tropical caducifolio con otatera presentó dos especies abundantes y el Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria presentó solamente una especie como abundante.

Cuadro 11. Valores de diversidad ($e^{H'}$) por tipo de vegetación para Cerro Grande.

Tipo de vegetación	BEP	BMM	BEC	BTCVS	BTCOT	BGAL	BTSC
Número de especies	14	9	15	15	22	26	32
Valores de diversidad ($e^{H'}$)	8.68	5.84	3.56	1.72	2.74	11.01	15.60

7.8 Análisis de similitud

Al analizar los datos obtenidos a través del Índice de Similitud de Simpson para comparar la riqueza en el gradiente altitudinal, se observó que se formaron tres asociaciones de bosques que resultan ser los más similares en cuanto a su composición herpetofaunística, debido a que sus valores para el mencionado índice van más allá del 66.6%, siendo estos: el Bosque de encino-pino y Bosque mesófilo de montaña (70%); Bosque de encino caducifolio y Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria (73.3%); el Bosque de galería y Bosque tropical subcaducifolio (85.7%); dichos valores indican el porcentaje de fauna compartida entre los diferentes tipos de vegetación. Por ejemplo, la continuidad física entre el Bosque de encino-pino y el mesófilo de montaña en el área estudiada, permite que el 70% de la fauna del Bosque mesófilo se encuentre también en el Bosque de encino-pino siendo por lo tanto, comunidades vegetales con una herpetofauna muy similar. Lo mismo ocurre para el caso de los otros pares de tipos de bosque (Cuadro 12).

En el fenograma de similitud (Figura 7) elaborado a partir de la matriz del Índice de Similitud de Simpson, se observan tres grupos claramente definidos. El primero de ellos, agrupó a las especies encontradas entre los 2025-2265 msnm y abarca al Bosque de encino-pino y Bosque mesófilo de montaña. El segundo grupo se presentó con las especies encontradas entre los 935-1730 msnm y que comprende los Bosques de encino caducifolio, tropical caducifolio con vegetación secundaria y tropical caducifolio con oterera. El tercero de ellos reunió a las especies que se encontraron entre los 365-840 msnm y que agrupó al Bosque de galería y al tropical subcaducifolio.

Cuadro 12. Matriz de valores de similitud de Simpson de la herpetofauna presente en los siete tipos de vegetación muestreados en el área de Cerro Grande. Los valores seguidos por asteriscos indican el número de especies compartidas.

Vegetación	Número de especies por hábitat							
	BEP	BMM	BEC	BTCVS	BTCOT	BGAL	BTSC	
BEP	----	7*	8*	2*	3*	3*	2*	14
BMM	70.0	---	4*	0*	1*	1*	0*	9
BEC	40.0	20.0	----	7*	10*	8*	6*	15
BTCVS	26.6	20.0	73.3	----	9*	11*	9*	15
BTCOT	33.3	10.0	53.3	56.2	----	12*	8*	22
BGAL	6.6	0.0	46.6	50.0	36.8	----	17*	26
BTSC	20.0	10.0	53.3	62.5	63.2	85.7	----	32

BEP= Bosque de encino-pino BMM= Bosque mesófilo de montaña BEC= Bosque de encino caducifolio BTCV= Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria BTCO= Bosque tropical caducifolio con otatera BGAL= Bosque de galería BTSC= Bosque tropical subcaducifolio sp.= Número de especies que ocurren en cada tipo de vegetación.

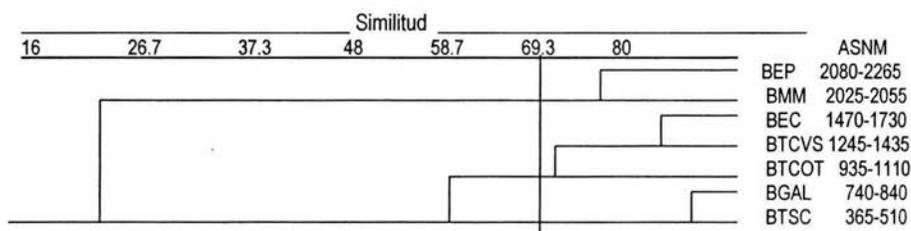


Figura 7. Fenograma obtenido a partir del Índice de Simpson a través del método UPGMA, por tipo de vegetación.

ASNM= altura sobre el nivel del mar BEP= Bosque de encino-pino BMM= Bosque mesófilo de montaña BEC= Bosque de encino caducifolio BTCVS= Bosque tropical subcaducifolio con vegetación secundaria BTCOT= Bosque tropical caducifolio con otatera BGAL= Bosque de galería BTSC= Bosque tropical subcaducifolio

Los datos también fueron analizados con el Índice de Similitud de Jaccard mediante una matriz de similitud (Cuadro 13). Al elaborar el fenograma de similitud (Figura 8) se evidenció que la herpetofauna se distribuyó de acuerdo a tres grupos, iguales a los obtenidos en el fenograma elaborado a partir de la matriz de similitud del Índice de Simpson: El primero de ellos correspondió a las especies comprendidas entre los 2025-2265 msnm y que abarca los Bosques de encino-pino y mesófilo de montaña. El segundo patrón agrupó a las especies encontradas entre los 935-1730 msnm y que comprende los Bosques de encino caducifolio, tropical caducifolio con vegetación secundaria y tropical caducifolio con otatera. El tercero de ellos reunió a las especies que se encontraron entre los 365-840 msnm, y que engloba a los Bosques de galería y tropical subcaducifolio. Como se observa en las Figuras 8 y 9, los nodos que agruparon a las especies de acuerdo al tipo de vegetación y gradiente altitudinal son iguales.

Cuadro 13. Matriz de valores de similitud de Jaccard para la herpetofauna presente en los siete tipos de vegetación muestreados en el área de Cerro Grande.

	BEP	BMM	BEC	BTCVS	BTCOT	BGAL	BTSC
BEP	1.0000						
BMM	0.4817	1.0000					
BEC	0.2173	0.0909	1.0000				
BTCVS	0.1538	0.0833	0.4989	1.0000			
BTCOT	0.2400	0.1250	0.4090	0.4585	1.0000		
BGAL	0.0312	0.0000	0.2692	0.3461	0.2413	1.0000	
BTSC	0.0487	0.0000	0.2647	0.3636	0.2432	0.5000	1.0000

BEP= Bosque de encino-pino BMM= Bosque mesófilo de montaña BEC= Bosque de encino caducifolio BTCVS= Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria BTCOT= Bosque tropical caducifolio con otatera BGAL= Bosque de galería BTSC= Bosque tropical subcaducifolio

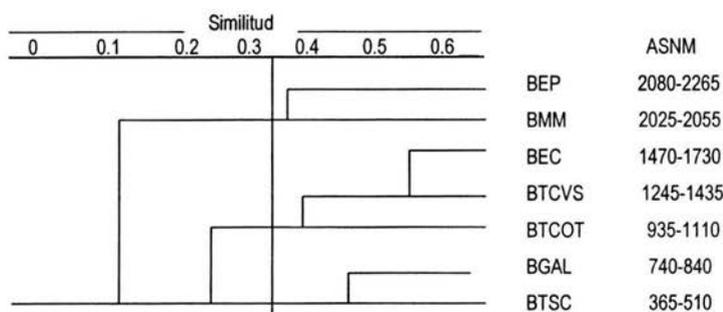


Figura 8. Fenograma obtenido a partir del Índice de Jaccard a través del método UPGMA, por tipo de Vegetación.

ASNM= altura sobre el nivel del mar BEP= Bosque de encino-pino BMM= Bosque mesófilo de montaña BEC= Bosque de encino caducifolio BTCVS= Bosque tropical subcaducifolio con vegetación secundaria BTCOT= Bosque tropical caducifolio con otatera BGAL= Bosque de galería BTSC= Bosque tropical subcaducifolio

En el Cuadro 14 se observa que se presentó mayor afinidad entre la herpetofauna de Cerro Grande con la de la Costa de Jalisco (Casas, 1982) así como con la de Colima costa y planicie (Duellman, 1958), aún cuando los valores obtenidos para este análisis no rebasaron el 66.6% que indican Sánchez y López (1988) (Figura 9).

Cuadro 14. Matriz de valores de similitud de Simpson que compara la herpetofauna de Cerro Grande, Costa de Jalisco, Colima, Colima (Costa y Planicie) y Tierras Altas del oeste de México. Los valores seguidos por un asterisco indican el número de especies compartidas.

	Cerro Grande	Costa Jalisco	Colima	Colima Costa y planicie	Tierras Altas	Total sp.
Cerro Grande	63*	37*	29*	33*	8*	63
Costa Jalisco	60.6	----	24*	28*	6*	85
Colima	47.5	38.7	----	26*	3*	62
Col. Costa y pl.	54.5	32.9	41.9	----	6*	86
Tierras Altas	38.1	28.6	14.3	28.6	----	21

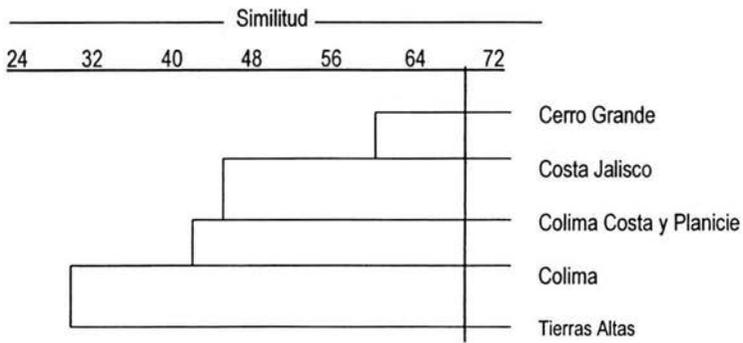


Figura 9. Fenograma obtenido a partir del Índice de Simpson a través del método UPGMA, para Cerro Grande y regiones cercanas.

8. Discusión

8.1 Composición y riqueza herpetofaunística de Cerro Grande

Para la herpetofauna de la región de Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán se registraron 1,543 ejemplares distribuidos en 63 especies distintas para los siete tipos de vegetación y los tres pisos altitudinales del área: 26 especies de lagartijas, 23 especies de serpientes, 12 especies de anuros, una especie de caducado y una de tortuga. Se observó que la tendencia a la asíntota en relación con el número de especies recolectadas durante el periodo de estudio se presentó en el mes de marzo (Figura 5) y aún cuando es posible que no se haya obtenido la totalidad de las especies herpetofaunísticas presentes en el área de estudio, el presente trabajo nos da una idea de la riqueza específica del sitio.

Para esta región no se registraron especies endémicas a los estados de Jalisco y Colima como era de esperarse aún cuando la zona de estudio presenta características geológicas muy particulares (karstificación) y de aislamiento, pero si hubo registro de 35 especies endémicas a México las cuales representaron el 55.5% del total de especies registradas para Cerro Grande. Es importante mencionar que se obtuvo el registro de una extensión del área de distribución para *Elgaria kingi ferruginea*, lo que representa el primer ejemplar conocido para el estado de Colima (Loeza y Flores, 1995). También se obtuvo el primer registro para la citada Reserva, de 27 especies que no habían sido registradas con anterioridad. Tomando en cuenta que en el presente trabajo no se realizaron recolectas nocturnas mensuales sino esporádicas, es posible que cierta cantidad de especies no haya sido registrada en la zona de estudio por lo que haría falta realizar recolectas nocturnas. Además, es probable que algunas especies arbóreas tampoco hayan sido registradas debido a que no se muestrearon árboles de más de tres metros de altura, lo cual influyó en el registro de estas especies para Cerro Grande.

Esta situación indica la necesidad de continuar con este tipo de estudios para incrementar el conocimiento de la herpetofauna para otras regiones de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, ya que representa un sitio interesante debido a que se localiza en un área de transición biogeográfica con gran amplitud altitudinal y variaciones climáticas importantes (Jardel, 1992), por lo que es de esperarse una mayor riqueza de especies. Hasta la fecha sólo se han realizado recolectas herpetofaunísticas en algunas localidades de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, tales como Estación Científica Las Joyas, Cerro Grande, Zenzontla, Cuzalapa y Barranca de la Naranja (Loeza, 1990), por lo que podrían encontrarse otras adiciones de anfibios y reptiles para la zona montañosa de los estados de Jalisco y Colima, la cual no ha sido lo suficientemente estudiada. Es por ello que se hace necesario un estudio más extenso y de mayor duración, con mayor número de personas para abarcar un área mayor de estudio, pues el flanco oriental de este macizo no ha sido muestreado en cuanto a herpetofauna así como tampoco las cavernas de la zona, ni las partes más altas del lugar (2,560m) lo que podría dar resultados distintos a los obtenidos.

Se observó que el área estudiada posee una herpetofauna rica (ya que se encuentra constituida por 63 especies), comparada por ejemplo con la encontrada por McDiarmid (1963) quien registró 21 especies de anfibios y reptiles para la Sierra de los Huicholes, siendo estudiada la región del Pacífico en el margen Oeste de la Altiplanicie Mexicana (Planicie Costera del Pacífico). Oliver (1937) registró para el estado de Colima 62 especies, aunque sus localidades de recolecta se encontraban en la región de la Planicie y Costa. A su vez, Duellman (1958) registra 16 especies básicamente de la región costa de Colima, pero concluye que existen 82 especies en dicho estado. Casas (1982) registró un total de 85 especies para la costa Suroeste de Jalisco, en un estudio que abarca un periodo de más de ocho años.

Considerando los trabajos anteriores (Duellman, 1958; McDiarmid, 1963; Casas, 1982), la herpetofauna registrada en este estudio representa el 76.8% de las especies para el estado de Colima reconocidas por Duellman y supera en casi un 67% la cantidad de especies registradas por McDiarmid (1963); además, las especies registradas para la zona de estudio, representan el 74% de las especies

registradas para la costa SW de Jalisco reconocidas por García y Ceballos (1994) y Ramírez-Bautista (1994). La diferencia en la riqueza de especies encontradas en las distintas localidades y el área de estudio se explica por los factores físicos que intervienen. en particular los climáticos y los topográficos (Flores-Villela, 1993a; Navarro, 1986) la morfología y la fisiografía (Savage, 1982; Flores-Villela, 1993b).

Cabe esperar un mayor número de especies en el lugar de estudio, debido a que la mayor proporción de especies endémicas de anfibios y reptiles en nuestro país se localizan, en primer lugar, en la tierras altas el centro (Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur) y en las Tierras Bajas del Pacífico en segundo lugar (Flores-Villela, 1993a), y a que para Flores-Villela (1991) el área de estudio queda comprendida en la Región 7 de las Tierras Bajas Tropicales la cual resulta ser la más rica en herpetofauna en relación a las otras nueve regiones naturales reconocidas por dicho autor.

La mayor riqueza de especies tanto de anfibios como de reptiles se encontró en el piso bajo, donde se encuentran los Bosques tropical caducifolio y de galería. Esto puede ser explicado en términos de la humedad para el caso de los anuros (Flores-Villela, 1993a), pues al menos para ocho especies los cuerpos de agua fueron la principal limitante para su distribución. Los caudados estuvieron representados por una sola especie en el área de estudio, la cual fue registrada en el piso alto (Bosques de encino-pino y mesófilo de montaña), siendo su distribución restringida a las tierras altas (Wake y Lynch (1976); Wake (1987); Wake *et al.* (1992); y Flores Villela (1993a)). La mayor riqueza de lagartijas se encontró en el piso bajo (Bosques de galería y tropical subcaducifolio), encontrándose influenciada la distribución del grupo por el efecto altitudinal. Para las serpientes se observó la mayor riqueza de especies en el piso bajo y básicamente su distribución se ve influenciada al igual que para las lagartijas, por la altitud.

8.2 Distribución de la herpetofauna

Macey (1986) observó que la diversidad de las especies se encuentra determinada en parte por la disponibilidad de los cuerpos de agua. Campbell y Vannini (1989) así como Hernández (1989) corroboraron esta observación encontrando que los principales factores que afectan la diversidad de estas son la heterogeneidad de los hábitats y las condiciones topográficas locales. Pelcastre (1991), registró al igual que Campbell y Vannini (1989) que la mayor riqueza herpetofaunística se localiza en las partes bajas, cálidas y húmedas. En el presente trabajo la mayor riqueza de anfibios y reptiles se presentó en los Bosques tropical subcaducifolio y de galería, que son los tipos de vegetación que se encuentran en clima cálido subhúmedo (Lazcano, 1988) donde el agua superficial se encuentra de manera más permanente en comparación con otros tipos de bosque, lo que favorece la permanencia de la cobertura vegetal por más tiempo en las altitudes bajas, brindando así condiciones más favorables a lo largo del año para la alimentación, reproducción y refugio de la herpetofauna.

La mayor variedad de especies vegetales se encontró en las partes bajas, como puede apreciarse en la descripción de los sitios de muestreo (para Ranchitos y El Mameyito) lo cual coincide con lo encontrado por Vázquez y Givinish (1998), ya que observaron que la riqueza de especies vegetales disminuye marcadamente con la altitud, considerando que esto puede deberse a que en las partes bajas existe una mayor disponibilidad de agua lo cual coincide a su vez con un mayor número de especies herpetofaunísticas encontradas en dichos sitios.

En el perfil altitudinal del transecto muestreado (Figura 4), se observó una clara separación de los tipos de vegetación caducifolia y perennifolia (bosques secos y bosques húmedos) a una altitud aproximada de 1,400 msnm; en este punto comienza a diferenciarse la fauna de las zonas bajas de la fauna de las zonas altas ya que las especies de las zonas altas no llegaron por abajo de los 1,110 msnm, a excepción de tres especies que resultaron con una distribución a lo largo del gradiente altitudinal. Esta situación fue igual a lo observado por Jones (1988a): que las condiciones térmicas de las zonas altas pueden registrar temperaturas más bajas

que las que se presentan en zonas bajas por lo que es posible que el número de especies en zonas altas se vea disminuido. Esto podría explicarse en términos del régimen climático, ya que las zonas altas de Cerro Grande son menos cálidas que las zonas bajas y los cambios de temperatura son más marcados en las zonas altas, pues la temperatura media anual para las zonas altas se encuentra entre los 18° y los 20° C y registrándose temperaturas menores a 5° C en tanto que las partes bajas registran entre los 22° y los 24° C (Lazcano, 1988).

El Bosque de encino caducifolio (1470-1730 msnm) parece actuar como el límite o ecotono entre ambos tipos de vegetacionales (bosques secos y bosques húmedos) pues es precisamente aquí en donde se presenta un cambio notorio en la herpetofauna, ya que la mayoría de las especies de la zona alta no se distribuyen hacia la zona baja (13 especies) y viceversa (37 especies) (Cuadro 2). Es por ello que quizá este bosque actúe como una barrera para el intercambio de especies entre la zona alta y la baja, tal y como lo observó Muñoz (1988). Sin embargo, para Camarillo (1981), Webb (1984) y Hernández (1989) el Bosque de Pino Encino constituye una barrera ecológica que separa la herpetofauna de las zonas altas y la de las zonas bajas. Se presentaron tres especies (*Sceloporus horridus*, *S. melanorhinus* y *Eumeces colimensis*) con amplia distribución en la zona de estudio, ya que ésta va de los 365 msnm a los 2,265 msnm por lo se trata de especies euricas, es decir, con distribuciones muy amplias, aunque el mayor número de individuos para estas especies se presentó principalmente en los bosques de las zonas altas en el Bosque de encino-pino (Tabla 3).

Es posible que la presencia de troncos podridos, musgo y humus en los Bosques de encino-pino y mesófilo de montaña determine la presencia de los caudados, ya que se presentaron de manera exclusiva en estos bosques. Se ha registrado que las salamandras pletodóntidas se encuentran ampliamente dispersas en las tierras altas de México (Wake y Lynch, 1976) y que tienden a segregarse dentro de bandas altitudinales estrechas prefiriendo los bosques nublados y los de pino-encino (Wake, 1987). Para el caso específico de *Pseudoeurycea belli*, que fue la única especie de caudado registrada en el área de estudio, ésta se encuentra ampliamente dispersa en las tierras altas de México presentando marcadas

preferencias por hábitat y microhábitat (Wake *et al.*, 1992), por lo que al relacionar el clima templado del piso alto con la concentración de la mayor humedad en el periodo de lluvias, pero guardándose parte de ésta bajo los troncos y en los musgos y líquenes, cabría pensar en que estos factores pueden representar el tipo de microhábitats que prefiere el grupo, lo que coincide con lo observado por Wake (1987).

La nula presencia de anfibios en los Bosques de encino-pino y mesófilo de montaña así como la presencia de *Bufo marmoratus*, *Eleutherodactylus hobbsmithi* y *E. occidentalis* en el Bosque de encino caducifolio, podría explicarse en términos de adaptación al medio ya que en el caso de *B. marmoratus* sus huevos pueden ser depositados en corrientes de agua temporales (Blair, 1972); y para el caso del género *Eleutherodactylus*, se presenta el desarrollo directo de sus larvas por lo que no dependen de cuerpos de agua permanentes para su reproducción (Porter, 1972). Las tres especies mencionadas habitan cerca de cuerpos de agua temporales durante las lluvias, y en el estiaje se esconden entre la hojarasca y bajo las piedras o en las oquedades de las rocas y la tierra. Estrategias de este tipo permiten una distribución en lugares de condiciones no aptas para muchos anfibios (Bennett, 1978; Duellman, 1992), lo cual concuerda con lo observado en este trabajo ya que en las partes altas de Cerro Grande no hubo registro de anuros y en Bosque de encino caducifolio solamente se registraron las tres especies mencionadas. Sin embargo, es posible que el método de muestreo no haya sido el adecuado, ya que no se revisaron las bromeliáceas que se encontraban en la parte superior de los árboles, debido a la altura de estos (más de 10 m) por lo que es probable que ahí se encuentren otras especies de este género y quizá de salamandras.

Bufo occidentalis es una especie de tierras altas que puede ocupar ambientes xéricos (Blair, 1972), razón que puede explicar la presencia de dicha especie en el Bosque tropical con vegetación secundaria en el área de estudio. Por otra parte la presencia de *Bufo marmoratus* en el piso medio (Bosques de encino caducifolio, tropical caducifolio con vegetación secundaria y tropical caducifolio con otatera) puede deberse a su adaptación para el apareamiento en corrientes temporales (Blair, 1972), tales como las que se presentan en este tipo de bosque. Sin embargo, debe

mencionarse que no se realizaron recolectas nocturnas para este trabajo lo cual pudo afectar el registro de diversas especies de anfibios con actividad nocturna en todo el gradiente altitudinal muestreado, como es el caso de *Bufo occidentalis*.

Rana forreri, *R. magnaocularis* y *R. pustulosa* fueron encontradas solo en Bosques de galería y tropical subcaducifolio, y solo en ellos el agua se presenta en forma permanente o casi permanente (respectivamente), facilitando así la sobrevivencia de estas especies ya que dependen de cuerpos de agua permanentes o semipermanentes para su reproducción pues depositan sus huevos en el agua (Duellman, 1992). En contraste, en los otros tipos de vegetación el agua sólo permanece por cortos espacios de tiempo debido a su filtración por la condición calcárea del domo de Cerro Grande (sequía edáfica).

El hecho de encontrar a las lagartijas con la mayor riqueza de especies en los siete tipos de vegetación estudiados en relación con los demás grupos, quizá se deba a que éste grupo explota la mayoría de los hábitats presentes (Scott, 1976); sin embargo, se presentaron especies con distribución limitada, es decir, que habitan en un ambiente determinado, como es el caso de *Elgaria kingii*, *Eumeces parvulus* y *Sphenomorphus assatus*, que fueron exclusivas para los Bosques tropical caducifolio con otatera (*E. kingii* y *S. assatus*) y encino-pino (*E. parvulus*). En este trabajo se observó que no se presentaron las mismas especies a lo largo del gradiente estudiado; sin embargo, si se compartieron especies tanto por tipo de vegetación como por gradiente altitudinal, lo cual coincide con lo observado por Scott (1976): que las especies presentes a lo largo de un gradiente altitudinal no son las mismas y que pueden compartirse especies entre diferentes tipos de vegetación o diferentes gradientes altitudinales. En Cerro Grande se presentaron 10 lagartijas de distribución amplia: tres que se distribuyen entre el piso alto y el medio; tres que se distribuyen a lo largo del gradiente altitudinal; y cuatro que se distribuyen entre el piso medio y el bajo. Sin embargo, la mayor riqueza de lagartijas se presentó en las partes bajas, lo cual coincide con lo encontrado por Campbell y Vannini (1989), en cuanto a que el número de especies de reptiles decrece al incrementarse la altitud.

La lagartija *Sceloporus scalaris* habita en los Bosques de encino-pino encino caducifolio, prefiriendo lugares abiertos y casas abandonadas cercanas al bosque. Durante el periodo de estudio únicamente se encontraron nueve individuos, por lo que la especie fue considerada como poco abundante. Y aunque en las partes medias y bajas se presentan áreas abiertas y casas abandonadas, la vegetación circundante es diferente y se encuentra alterada por actividades humanas, tales como quema, pastoreo, tala inmoderada y cultivo de maíz; además, las condiciones de humedad son diferentes así como la cobertura vegetal. Tal vez la distribución restringida de esta especie se deba a que las alteraciones antropogénicas modifican la distribución e incluso la presencia o ausencia de especies, según lo encontrado para otras especies por Henderson y Fitch (1975), Zunino y Riveros (1984), Jones (1988a, 1988b), Mendoza (1990) y Ramírez-Bautista *et al.* (1991).

El ánguido *Elgaria kingii* se recolectó únicamente en el Bosque tropical caducifolio con otatera en donde se presentan cuevas y oquedades en las rocas que son propicias como refugio para la especie y que no se presentan en los otros tipos de vegetación. Además la condición de sombra que se da bajo los otates (*Otatea acuminata*) no se presenta en otros ambientes y quizá pueda ser aprovechada por la especie para atrapar su alimento y como refugio, tal como lo observaron Heyer (1967), Heyer y Berven (1973), Scott (1976), Jones (1988b) y Ramírez-Bautista *et al.* (1991), en cuanto a la relación de los microhábitats con la diversidad y distribución de las especies ya que los grupos pudieran mostrar preferencias por ciertos recursos con que cuenta la especie, que no se presentaron en todos los bosques estudiados.

Las serpientes se encontraron mejor representadas en los Bosques tropical subcaducifolio y de galería, ya que en estos bosques se registraron 11 especies de ofidios, de los cuales al menos cuatro (*Drymobius margaritiferus*, *Leptodeira annulata*, *Leptophis diplotropis* y *Rhadinaea hesperia*), se alimentan de anuros. Los anuros también fueron más ricos y diversos en estos tipos de bosque y ya que representan presas para las serpientes, cabe pensar que las serpientes encontraron mejores condiciones para su alimentación en estos bosques. Esta situación coincide con lo encontrado por Henderson *et al.* (1978) quienes observaron que muchas especies de serpientes arbóreas son depredadoras de anuros, además de que

muchas especies de serpientes arbóreas, principalmente las formas nocturnas no toleran cambios drásticos en la vegetación natural. Tomando en cuenta que estos tipos de bosque se encuentran relativamente bien conservados en el área de estudio, es de esperarse en los bosques de las zonas bajas una mayor riqueza de serpientes.

En este trabajo se observó que la proporción de anfibios y reptiles no cambió entre tipos de vegetación ni entre pisos altitudinales (Cuadros 8 y 9), por lo que podría esperarse que esta dependa de ambos factores y no de uno de ellos en particular, además de que también se encuentre determinada por la sequía edáfica del sitio (condición kárstica del área) y su historia geológica, de igual forma a lo observado por varios autores quienes coinciden en que la riqueza de especies herpetofaunísticas en una comunidad depende de una gran cantidad de factores, tales como la altitud, el clima, disponibilidad de cuerpos de agua y la localidad geográfica específica (Heyer y Berven, 1973; Jones, 1988b; Macey, 1986; Ramírez-Bautista *et al.*, 1991). Para Cerro Grande se observó que nueve de las 12 especies registradas en la zona de estudio depositan sus huevos en los cuerpos de agua permanentes y poseen una larva acuática que nada libremente, igual a lo encontrado por Duellman y Trueb (1986), de las cuales seis especies de anuros se presentaron exclusivamente en los Bosques de galería y tropical subcaducifolio.

La hipótesis general de trabajo se acepta: Los tipos de vegetación y el gradiente altitudinal determinan de manera conjunta la distribución de las especies de anfibios y reptiles del área de Cerro Grande, dado que la proporción de anfibios y reptiles no cambió entre tipos de vegetación ni entre pisos altitudinales.

8.3 Abundancia de las especies

La mayor abundancia para de especies para Cerro Grande se presentó en el Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria, seguido por los bosques tropical subcaducifolio, de galería y de encino-pino; pero por piso altitudinal fue el piso medio en primer lugar y el piso bajo en segundo lugar los que presentaron la mayor abundancia (Tabla 3). De acuerdo a los valores de diversidad para las especies (Cuadro 11) el Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria resultó ser el que presentó una especie como la más abundante (*Anolis nebulosus*)

en comparación con los Bosques tropical caducifolio (15 especies), el de galería (11 especies) y el de pino-encino (8 especies). Esta situación podría deberse que ciertas especies son capaces de explotar diversos hábitats por lo que son las más comunes (repartición de recursos), tal y como lo observó Jones (1988b). En el caso de *Anolis nebulosus* esta especie se presentó en cinco de los siete tipos de vegetación estudiados (pisos medio y bajo) y en comparación con las otras 62 especies registradas, obtuvo la mayor abundancia por lo que es posible que dicha especie realice un amplio uso de los distintos hábitats presentes en el área de estudio.

Los individuos de las especies de *Sceloporus* son abundantes a lo largo del transecto muestreado aunque las de las partes altas no son las mismas que las de las partes bajas, igual que lo observado por Scott (1976), en relación a que las especies más abundantes en una localidad son las que se han especializado en explotar los recursos más abundantes y que la especie más abundante no siempre es la misma en todos los sitios estudiados a través de un gradiente húmedo-seco.

La mayor abundancia para las especies de anuro se presentó en los Bosques de galería y tropical subcaducifolio incluyendo a *Eleutherodactylus hobarsmithi*, *E. occidentalis* y *Bufo marmoratus*, especies que alcanzaron el piso medio (hasta el Bosque de encino caducifolio) pero que no se distribuyeron en el piso alto y que en el piso medio presentaron una menor abundancia (Tabla 3). Dado que el macizo de Cerro Grande es de origen calcáreo, la humedad que capta en las lluvias se pierde rápidamente y ésta llega a las partes bajas en donde es retenida en charcas y arroyos (Lazcano, 1988) por lo que para los anuros el género con el mayor número de individuos tanto por tipo de vegetación como en el gradiente altitudinal es *Eleutherodactylus* ya que presenta adaptaciones evolutivas para el desarrollo directo (Duellman, 1992) pues así no depende de cuerpos permanentes de agua pero si de la humedad en el ambiente para su reproducción; es decir, que son especies que presentan cierta flexibilidad o adaptabilidad al medio y que resulta igual a lo observado por Heyer y Berven (1973), Scott (1976) y Ramírez-Bautista *et al.* (1991). En comparación *Rana forreri*, *R. magnaocularis*, *R. pustulosa*, *Pachymedusa dacnicolor* y *Smilisca baudini* (especies exclusivas al piso bajo) presentaron su mayor abundancia en el Bosque de galería que se caracteriza por tener cuerpos de

agua permanentes, al igual a lo observado por Jones (1988b): que algunas especies de anuros pueden estar restringidas a sitios con agua permanente, debido a la combinación de limitantes fisiológicas, morfológicas, reproductivas o conductuales.

Las serpientes fueron más diversas en el piso bajo, pero presentaron su mayor abundancia en el piso alto (Bosque de encino-pino) aunque las cinco especies del piso alto fueron exclusivas a este piso. Las otras 18 especies de ofidios presentaron abundancias bajas (menos de cuatro individuos): siete especies fueron exclusivas al piso medio, nueve especies al piso bajo y sólo dos especies fueron compartidas por el piso medio y el bajo; las especies que resultaron ser exclusivas a un piso altitudinal probablemente estén restringidas latitudinal y altitudinalmente igual a lo observado por Hernández (1989). El grupo de las tortugas fue uno de los de menor riqueza (una especie) y menor abundancia, ya que solamente se registró para Cerro Grande en el Bosque de galería un ejemplar lo cual podría indicar que como grupo para el área de estudio, se encuentra asociado a cuerpo de agua permanentes y aunque ésta condición se presentó tanto en este tipo de bosque como tropical caducifolio tal vez las condiciones del hábitat podrían ser específicas para la especie registrada (*Trachemys scripta*) similar a lo observado por Scott (1976): que quizá la variación en la abundancia de las especies refleje diferencias mayores en la distribución del recurso base más que limitantes fisiológicas de las especies.

8.4 Fenología de las especies

En el área de estudio el período de sequía es muy marcado (siete meses) por lo que gran parte de la vegetación pierde las hojas, encontrándose diferencia significativa entre el número de especies presentes en lluvias y en secas como era de esperarse. La cantidad de crías y hembras grávidas aumenta en el periodo de lluvias y a través del año se presentan distintas especies, en tanto que el número de especies decreció hasta un poco antes del comienzo de las lluvias que es cuando la mayor parte de la vegetación florece. En contraste se observó un aumento en el número de crías (septiembre y noviembre) y hembras grávidas (principalmente en junio y agosto) durante la época de lluvias, ya que es el momento de mayor disponibilidad de recursos alimentarios (Cuadro 10), igual a lo observado por Fitch

(1970), Casas y Valenzuela (1984) y Duellman (1992) quienes encontraron que muchas especies herpetofaunísticas cuentan con un periodo reproductivo, el cual se relaciona con la duración del fotoperiodo, la disminución del calor del ambiente durante ciertas épocas del año así como con la pérdida de la humedad en la vegetación observando que muchas especies se reproducen en la época de lluvias y que en ciertas especies las crías nacen poco antes de la temporada de lluvias en tanto que otras han desarrollado el desarrollo directo, asegurando así la independencia de la especie del agua para su reproducción.

La presencia de cuerpos de agua de manera más permanente en los bosques del piso bajo favorece la permanencia de los anuros en los tipos de vegetación de las partes bajas a lo largo del año, ya que este grupo no solamente se presenta en la época de lluvias sino que también se le encuentra hasta ya entrada la época de sequía, igual a lo encontrado por Jones (1988b) quien enfatiza la relación entre la presencia de agua con el número de especies.

8.5. Similitud herpetofaunística

De acuerdo a los datos obtenidos, se observó una alta similitud en la composición de especies entre los siguientes tipos de vegetación (Cuadros 12 y 13): Bosque de encino-pino y Bosque mesófilo de montaña (70%); Bosque de encino caducifolio y Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria (73.3%); y Bosque de galería y Bosque tropical subcaducifolio (85.7%). Estos valores se explican debido a que estos tipos de vegetación se encuentran en forma contigua e intercalada en el área de estudio; en tanto que el Bosque tropical caducifolio con otatera y el Bosque de galería que aunque se encuentren contiguos se encuentran separados físicamente por zonas de cultivo y la carretera federal a Minatitlán, Colima; sin embargo, los únicos tipos de vegetación que no compartieron especies fueron el Bosque mesófilo de montaña con el tropical caducifolio con vegetación secundaria y con el tropical subcaducifolio, quizá debido a que físicamente no se encontraban contiguos (mesófilo y tropical caducifolio con vegetación secundaria) o bien a la diferencia altitudinal, gradiente de humedad y presencia de cuerpos de agua permanentes.

Los fenogramas obtenidos mediante el Índice de Similitud de Simpson y el de Jaccard por tipo de vegetación (Figuras 7 y 8), evidenciaron la conformación de tres grupos iguales de distribución de la herpetofauna de Cerro Grande. Además, fue notable el hecho de que los pisos altitudinales propuestos de manera arbitraria al principio del trabajo, coincidieran con los observados en los fenogramas, a pesar de existir una breve diferencia entre las altitudes planteadas (1490-2265 msnm; 935-1230 msnm; y 365-740 msnm) y las observadas en los fenogramas (2080-2025 msnm; 935-1470 msnm; y 365-740 msnm).

Las especies compartidas entre los diferentes grupos de distribución de la herpetofauna identificados para Cerro Grande, podrían explicarse también en cuanto al origen kárstico del sitio (durante el Terciario) y los cambios sufridos en el Plioceno (Lazcano, 1988); así como por la formación de montañas y los cambios climáticos durante el Eoceno-Plioceno, que aislaron a ciertos grupos mesoamericanos de los elementos del norte principalmente en el sureste de los Estados Unidos (salamandras pletodóntidas, ranas, ánguidos y varios colúbridos, que evolucionaron juntos por el resto del Cenozoico), por lo que las formaciones orográficas del Oligoceno en México y América Central permitieron la especiación vicariante fragmentando la más o menos homogénea herpetofauna mesoamericana en tres grupos: El de las tierras bajas del este, el de las tierras bajas del oeste y el de las tierras altas; cuando las conexiones de tierra se reestablecieron entre norte y sudamérica, los dos continentes posteriormente intercambiaron elementos faunísticos (Savage, 1982). Sin embargo, Flores-Villela (1993a) considera que la biogeografía de las Tierras Bajas del Pacífico (región a la que pertenece la región de estudio) es más difícil de interpretar, dado que la herpetofauna de ésta área y la de la Planicie Costera del Golfo presentan distribuciones que son más o menos continuas.

Al analizar la similitud de la herpetofauna registrada para la zona de estudio (Cuadro 14, Figura 9), con la encontrada en otros sitios cercanos al área estudiada, se observa en primer lugar que existe mayor similitud entre la herpetofauna de la costa de Jalisco (Casas, 1982; García y Ceballos, 1994; y Ramírez-Bautista, 1994) ya que se presenta un valor de 60.6% y un total de 37 especies compartidas. En segundo lugar, que la herpetofauna de Cerro Grande presenta mayor similitud con la

registrada para la costa y la planicie de Colima (Duellman, 1958), pues se presenta un valor de 54.1%, compartiendo 33 especies. Si bien es cierto que no se alcanza el 66.6% propuesto por Sánchez y López (1988) como valor crítico, este análisis nos da una idea de la similitud del área de estudio con otros sitios cercanos a ella.

9. Conclusiones.

- La herpetofauna del área de Cerro Grande está compuesta por 63 especies de anfibios y reptiles, correspondiendo el mayor número de especies a las lagartijas (41.3%), seguido por las serpientes (36.5%). En tercer lugar se encuentran los anuros (19%); y finalmente las salamandras y las tortugas con 1.6%, para ambos grupos.
- La mayor riqueza de especies se presentó en las partes bajas (Bosques de galería y tropical subcaducifolio) en tanto que la mayor abundancia se registró en el Bosque de tropical caducifolio con vegetación secundaria, seguido por el tropical subcaducifolio y el de pino-encino. El mayor número de especies abundantes se registró en los bosques de las partes bajas y el menor en el Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria, lo que podría representar una diferencia en la repartición de los recursos de estos hábitats.
- El Bosque de encino caducifolio actúa como una barrera para el intercambio de especies entre las zonas alta y baja, ya que aquí se observó una clara separación entre la vegetación caducifolia de la perennifolia, así como en la fauna de zonas altas y zonas bajas.
- La distribución de los anuros se vio influenciada por el gradiente de humedad de los sitios muestreados, ya que a menor humedad se presentó menor número de anuros. Sin embargo, la sequía estacional no afectó de manera importante la presencia del grupo, ya que aún cuando casi no hubo registro de anuros en las zonas altas, en las partes bajas si fueron registrados. Al parecer ésta disminución no fue afectada por el gradiente altitudinal, sino más bien por el origen calcáreo del macizo de Cerro Grande el cual modifica la disponibilidad de agua en la zona.

- Las salamandra *Pseudoeurycea belli* fue la única especie registrada para el área de estudio y se presentó exclusivamente en las partes altas (Bosques de encino-pino y mesófilo de montaña); debido a que es una especie de tierras altas su distribución está influenciada por la altitud, con marcada preferencia de hábitat y microhábitat así como por tipo de vegetación.
- La distribución de lagartijas y serpientes en el área de estudio se vio influenciada tanto por el tipo de vegetación como por el gradiente altitudinal, presentándose la mayor riqueza de especies en los bosques del piso bajo (Bosques de galería y tropical subcaducifolio) debido a la disponibilidad de recursos alimenticios (mayor abundancia de anuros) en este piso.
- La tortuga *Trachemys scripta* fue la única especie de este grupo registrada en el área de estudio, con un solo registro durante todo el periodo de trabajo; tal vez las condiciones del hábitat (distribución del recurso base) determinen la riqueza y abundancia del grupo en el área estudiada.
- Se observó una diferencia significativa entre el número de especies registradas durante la época de lluvias la de sequía, además de que algunas especies presentaron mayor cantidad de hembras grávidas y crías durante la época de lluvias.
- La proporción de anfibios y reptiles no cambió entre tipos de vegetación ni entre pisos altitudinales por lo que podría esperarse que esta dependa de ambos factores así como de otros tales como la sequía edáfica del sitio (condición kárstica del área), su historia geológica, el clima, disponibilidad de cuerpos de agua y la localidad geográfica específica.

- Se observaron tres grupos de distribución de las especies herpetofaunísticas: El primero de ellos agrupó a las especies encontradas entre los 2025-2265 msnm y que abarca a los Bosques de encino-pino y mesófilo de montaña (7 especies compartidas) con un 70% de similitud. El segundo grupo incluyó a las especies encontradas entre los 935-1730 msnm, que comprende a los Bosques de encino caducifolio y tropicales caducifolios con vegetación secundaria y con otatera (siete y nueve especies compartidas, respectivamente) con una similitud del 73.3%. El tercero de ellos reunió a las especies que se encontraron entre los 365-840 msnm y que engloba a los Bosques de galería y tropical subcaducifolio (con 12 y 17 especies compartidas, respectivamente) con una similitud del 85.7%.
- Las especies compartidas entre los diferentes grupos de distribución de la herpetofauna identificados para Cerro Grande, podrían explicarse también en cuanto al origen kárstico del sitio (Terciario), los cambios sufridos en el Plioceno (Lazcano, 1988) así como por la formación de montañas y los cambios climáticos durante el Eoceno-Plioceno y la especiación vicariante que se originó a partir de las formaciones orográficas del Oligoceno en México y América Central; aunque también se considera que la biogeografía de las Tierras Bajas del Pacífico (región a la que pertenece la región de estudio) es más difícil de interpretar, dado que la herpetofauna de ésta área y la de la Planicie Costera del Golfo presentan distribuciones que son más o menos continuas.
- La herpetofauna de Cerro Grande resultó tener mayor similitud con aquella que se encuentra en la Costa de Jalisco y la de Colima (Costa y Planicie), aunque los índices de similitud para ambos casos los valores obtenidos no llegaron al 66.6% establecido por Sánchez y López (1988). Sin embargo, estos datos nos dan una idea del grado de similitud entre las especies del sitio de estudio y las de otros sitios cercanos a ellos.

10.- LITERATURA CITADA

- Álvarez, T. y Lachica, F. 1982. Zoogeografía de los vertebrados en México. *En: El Escenario geográfico*. INAH. 1a. Edic. México, D.F.: 335 p.
- Área de Silvicultura. 1989. Propuesta de financiamiento para el proyecto Cerro Grande. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Documento interno.
- Barrera Sánchez, C.F. 1992. Evaluación de la tasa de deforestación en Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Informe interno.
- Barrera Sánchez, C.F y Jardel Peláez, E.J. 1991. Uso de imágenes de satélite para la actualización de la carta de vegetación y uso del suelo en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. 2ª Reunión Nacional SELPER/México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Blair, W.F. 1972. Bufo of North and Central America. *In: Evolution in the genus Bufo*. University of Texas Press. U.S.A. Pp. 93-101.
- Camarillo Rangel, L. 1981. Distribución altitudinal de la herpetofauna compartida entre Huitzilac, Estado de Morelos y La Ladrillera, Estado de México. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México: 44 pp.
- Campbell, J.A. y J.P. Vannini. 1989. Distribution of amphibians and reptiles in Guatemala and Belize. *Proc. of the Western Foundation of Vertebrate Zoology*. 4 (1): 1-21.
- Casas Andreu, G. 1982. Anfibios y reptiles de la Costa del Suroeste del estado de Jalisco, con aspectos sobre su ecología y biogeografía. Facultad de Ciencias. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.: 245 p.
- Casas Andreu, G. y Valenzuela López G. 1984. Observaciones sobre los ciclos reproductivos de *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana* (Reptilia: Iguanidae) en Chamela, Jalisco. *An. Inst. Biol. UNAM*. 35 Serie Zoológica (2): 253-262.
- Diario Oficial de la Federación, Marzo 06 de 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, protección ambiental-especies nativas de México de flora y

fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Pp.: 37-50.

Duellman, W.E. 1958. A preliminary analysis of the herpetofauna of Colima, Mexico. Occ. Pap., Mus. Zool., Univ. Michigan 589: 1-22.

_____. y L. Trueb. 1986. Biology of amphibians. McGraw Hill Book Co. New York

_____. 1992. Reproductive strategies of frogs. Scientific American. July 1992. Pp.: 58-65.

Fitch, H.S. 1970. Reproductive cycles of lizards and snakes. Museum of Natural History. Misc. Publ. No. 52. The University of Kansas. U.S.A. Pp.: 199-220.

Flores Villeda, O.A. 1991. Análisis de la distribución de la herpetofauna en México. Facultad de Ciencias. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.: 171 pp.

_____. 1993a. Herpetofauna of Mexico: Distribution and endemism. In: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.) 1993. Biological diversity of Mexico: Origin and distribution. Oxford University Press, New York.

_____. 1993b. Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. C.J. McCoy Ed. Special Publication No. 17 Carnegie Museum of Natural History. Pittsburgh. 73 p.

_____ y Gerez, P. 1988. Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos - Conservación Internacional. México: 302 p.

_____ y Gerez, P. 1994. Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 439 p.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

- _____ y Goyenechea, I. 2003. Patrones de distribución de anfibios y reptiles en México. *En*: Juan J. Morrone y Jorge Llorente Bousquets (Editores). 2003. Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. CONABIO-UNAM. México. Págs. 289-296.
- _____ y Canseco M., L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20 (2): 115-144
- Gadow, H. 1910. The effect of altitude upon the distribution of Mexican amphibians and reptiles. *Zool. J. Abst. Syst. Okol. Geogr.* 29 (6): 689-714.
- García, A. y Ceballos, G. 1994. Guía de campo de los anfibios y reptiles de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuiximala, A.C. - Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 184 p.
- Goin, C.J. y Goin, O.B. 1971. *Introduction of Herpetology*. Second Edition. W.H. Freeman and Company. San Francisco. U.S.A. Pp.: 193-206.
- Heatwole, H. 1982. A Review of Structuring in Herpetofaunal Assemblages. *Herpetological Communities*. U.S. Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. Wildlife Research Report 13: 19 p.
- Hernández G., E. 1989. Herpetofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero. Facultad de Ciencias. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 93 p.
- Henderson, R.W. y Fitch, H.S. 1975. A comparative study of the structural and climatic habitats of *Anolis sericeus* (Reptilia: Iguanidae) and its syntopic congeners at four localities in Southern Mexico. *Herpetologica* 31 (4): 459-471
- Henderson, R.W, J.R. Dixon y P. Soini. 1978. On the seasonal incidence of tropical snakes. *Contr. in Biology and Geology* No. 17. Milwaukee Public Museum Press.
- Hensley, M.M. y Lannom, J.R. 1966. Noteworthy snake records for the Mexican states of Colima, Jalisco, and Nayarit. *Herpetologica* 22 (3): 231-235
- Heyer, W.R. 1967. A Herpetofaunal Study of an Ecological Transect through The Cordillera de Tilaran, Costa Rica. *Copeia* 2: 259-271.
- _____ y Berven, K.A. 1973. Species diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites. *Ecology* 54: 642-645

- INEGI, 1988. Carta topográfica escala 1: 150,000 E 1323, E 1324, E 1334, E 133. Colima.
- Infante G., S. y Zárate de Lara, G.P. 1990. Métodos estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. 2ª Edición. Editorial Trillas. México, D.F. 643 p.
- Jardel Peláez, E.J. (Coordinador). 1989. Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. El Grullo, Jal.: 80 p.
- _____. 1990. Conservación y uso sostenido de los recursos forestales en ecosistemas de montaña. En: En busca del equilibrio perdido. El uso de los recursos naturales en México. Rosa Rojas, Coordinadora. Universidad de Guadalajara. Pp. 209-235.
- _____. (Coordinador). 1992. Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Ed. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. Pp. 28
- Jones, K. B. 1986. Amphibians and reptiles. In: Cooperrider, A.Y., Boyd, R.J. y Stuart, H.R. Eds. 1986. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Department of the Interior. Bureau of Land Management. Service Center. Denver, Co. 858 p.
- _____. 1988a. Distributions and habitat associations of herpetofauna in Arizona: comparisions by habitat type. Management of amphibians, reptiles and small mammals in North America Symposium. Flagstaff, Arizona. July 19-21, 1988. Pp. 109-128
- _____. 1988b. Comparision of herpetofaunas of a natural and altered riparian ecosystem. Management of amphibians, reptiles and small mammals in North America Symposium. Flagstaff, Arizona. Julio 19-21, 1988. Pp. 222-227
- Krebs, C.J. Ecological methodology. 2nd Edition. Addison-Welsey Educational Publishers Inc. U.S.A. Pág. 445
- Knudsen, J.W. 1966. Biological Techniques. Harper and Row. New York: 185 p.
- Laboratorio Natural Las Joyas. 1989. Plan Operativo 1989-1990. Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Universidad de Guadalajara. El Grullo, Jal. 76 p.
- Lazcano Barrero, M.A., Flores-Villela, O.A., Benabib Nisenbaum, M., Hernández Gómez, J.A., Chávez Peón, M.P. y Cabrera Aldave, A. 1988. Estudio y

- conservación de los anfibios y reptiles de México: Una propuesta. Cuadernos de divulgación INIREB, Xalapa, Ver. (25): 44 p.
- Lazcano Sánchez, C. 1988. Las cavernas de Cerro Grande. Estados de Colima-Jalisco. Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara: 144 p.
- Loeza Corichi A. 1990. Reporte del estado actual de la Colección Zoológica del Laboratorio Natural Las Joyas. Laboratorio Natural Las Joyas. Informe interno.
- _____ y Flores Villela O.A. 1995. Distributional range extension of *Elgaria kingii ferruginea* at the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Jalisco-Colima, México. Herpetological Review 26 (2): 108.
- Ludwing, J.A. y J.F. Reynolds. Statistical ecology. A primer on methods and computing. Wiley and Sons. U.S.A. 1988. Págs. 90-92
- Macey, J.R. 1986. The biogeography of herpetofaunal transition between the Great Basin and Mojave Desert. In: C.A. Hall Jr. and 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 1: 1-240.
- Martin P.S. 1955. Zonal distribution of vertebrates in a mexican cloud forest. American Naturalist 89 (849): 347-361.
- Martínez R. Luis M., Sandoval L. J.J. y Guevara G. R.D. 1991. El clima en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (Jalisco-Colima, México) y en su área de influencia. Agrociencia. Serie Agua-Suelo-Clima. 2 (4):107-119
- Mc Diarmid, R.W. 1963. A collection of reptiles and amphibians from the highland faunal assemblage of Western Mexico. Contributions in Science. 68: 15 p.
- Mendenhall, W. 1987. Introducción a la probabilidad y la estadística. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F. 626 p.
- Mendoza Quijano, F. 1990. Estudio herpetofaunístico en el transecto Zacualtipan-Zoquizoquipan-San Juan Meztlán, Hidalgo. Facultad de Ciencias. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México: 97 p.

- Muñoz Alonso, L. A. 1988. Estudio herpetofaunístico del Parque Ecológico Estatal de Omiltemí, Municipio de Chilpancingo, Guerrero. Facultad de Ciencias Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.: 111 p.
- Navarro Sigüenza, A. 1986. Distribución altitudinal de la aves en la Sierra de Atoyac, Guerrero. Facultad de Ciencias. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.: 85 p.
- Oliver, J.A. 1937. Notes on a collection of amphibians and reptiles from the state of Colima, Mexico. *Occ. Pap. Mus. Zool., Univ. Michigan*. 30: 1-28.
- Papenfuss, T.J. 1986. Amphibians and reptiles diversity along elevational transects in the White Inyo range. *In*: C.A. Hall Jr. and 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 1: 1-240.
- Péfaur, J.E. y Duellman, W.E. 1980. Community structure in high Andean herpetofaunas. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 83 (2): 45-65.
- Pelcastre Villafuerte, L. 1991. Anfibios y reptiles de Veracruz: Uso del Sistema de Información Climático-Cartográfico INIREB-IBM. (Tesis Licenciatura). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 206 p.
- Pianka, E.R. 1982. El ambiente físico. *En*: *Ecología Evolutiva*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 365 p.
- Pisani, G.R. y Villa, J. 1974. Guía de técnicas de preparación de anfibios y reptiles. *Soc. Study Amph. Rept. Herp. Circ.* 2: Pp. 1-28.
- Ponce Ulloa, H.E. 1991. Sifonapterofauna (Arthropoda: Insecta) asociada a roedores en el bosque mesófilo de montaña de la Sierra de Juárez, Oaxaca: Una interpretación biogeográfica. (Tesis Licenciatura) Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.: 116 p.
- Porter, K.R. 1972. *Herpetology*. W. B. Saunders, Co., Philadelphia, U.S.A. 524 pp.

- Quintero Aguilar, A.L., Vázquez García, A., Curiel, M.G. y Galindo, A. 1987. Descripción general de Cerro Grande, Sierra de Manantlán. Notas sobre cuencas y suelos de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Área de Cuencas y Suelos. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Documento interno.
- Ramírez-Bautista, A., Flores-Villela, O.A. y Casas, A.G. 1982. New herpetological state records for México. Bull. Maryland Herp. Soc. 18 (3): 167-169.
- Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuadernos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. No. 23. México, D.F.: 127 p.
- Ramírez-Bautista, A., Godínez-Cano, E. y Camarillo, J.L. 1991. Some amphibians and reptiles from Cahuacán, Transfiguración and Villa del Carbón, State of Mexico, with general comments on their ecology. Bull. Maryland Herp. Soc. 27 (4): 171-188.
- Rohlf, F.J. 1988. NTSYS-pc, Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Exeter Publ. Version 1.5
- Rzedowski, Jerzy. 1988. Vegetación de México. Ed. LIMUSA 4ª reimpression. México. 432 p.
- Sánchez Herrera, O. y López, G. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. Folia Entomologica Mexicana (75): 119-145
- Sánchez-Velásquez, L.R., Olvera Vargas, M. y Anaya Corona, M. 1989. Los recursos forestales de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Documento interno.
- SARH. 1967. Proyecto de rehabilitación y operación del vivero forestal "El Milagro" y programa de reforestación en el ejido "El Terrero", Municipio de Minatitlán, Estado de Colima. Delegación Forestal en Colima, Col. Jefatura del Programa Forestal Colima. Documento interno: 18 p.

- SARH, 1988. Estudio dasonómico de los montes pertenecientes al ejido El Terrero, Mpio. de Tolimán, Jalisco y Minatitlán, Colima. Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal. Jefatura del Departamento Forestal del estado de Colima. Colima, México. Pp. 3-18.
- Savage, J.M. 1982. The enigma of the Central American herpetofauna: Dispersal or Vicariance?. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69: 464-547.
- Scott Jr., N.J. 1976. The abundance and diversity of the herpetofaunas of Tropical Forest Litter. *Biotropica* 8 (1): 41-58.
- SEMARNAP. 1996. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural. SEMARNAP. México
- Smith, H.M. y Grant, C. 1958. Noteworthy herptiles from Jalisco. *Herpetologica* 14 (1): 18-23
- Smith H.M and Smith R.B. 1993. Vol. VII. Bibliographic Addendum IV and Index. Bibliographic Addenda II-IV 1979-1991. University Press of Colorado.
- Stuart, L.C. 1950. A geographic study of the herpetofauna of Alta Verapaz, Guatemala. *Contributions from the Laboratory of Vertebrate Ecology.* Number 45: 77 p.
- _____ 1954. Herpetofauna of the Southeastern highlands of Guatemala. *Contr. Lab. Vert. Biol. Univ. of Ann Arbor, Michigan.* Number 68: 71 p.
- Van Der Hammen, T., Mueller-Dombois, D. y Little, M.A. (Eds.). 1989. Manual of methods for mountain transect studies. *Comparative studies of Tropical Mountain Ecosystems.* IUBS-UNESCO-MAB: 66 p.
- Vázquez García, J.A., Cuevas Guzmán, R. y Santana Michel, F.J. 1990. Listado Florístico de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. El Grullo, Jal.
- Vázquez García J.A. y Givnish, T.J. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of Ecology* 86: 999-1020
- Wake, D.B 1987. Adaptative radiation of salamanders in Middle American cloud forest. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74: 249-253.

- _____ and J.F. Lynch. 1976. The distribution, ecology and evolutionary history of Plethodontid salamanders in Tropical America. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co. Sci. Bull.* 25: 1-65.
- _____, Papenfuss, T.J. and Lynch, J.F. 1992. Distribution of salamanders along elevational transects in Mexico and Guatemala. *Biogeography of Mesoamerica. Tulane Studies in Zoology and Botany. Supplementary Publication Number 1*: 303-319.
- Webb, R.G. 1984. Herpetogeography in the Mazatlan-Durango region of the Sierra Madre Occidental. México. *In: Vertebrate ecology and Systematics. A tribute to Henry S. Fitch.* Seigel, R.A., Hunt, L.E., Knight, J.L., Malaret, L. y Zuschaig, N.L. Eds. Museum of Natural History, The University of Kansas, Lawrence. Pp. 217-239.
- Zunino, T.S. y Riveros, G. 1984. Distribución de reptiles y su relación con la vegetación en "Parque Nacional La Campana", Chile Central. *An. Mus. Hist. Nat.* 14: 185-188.
- Zweifel, R.G. 1960. Results of the Puritan-American Museum of Natural History expedition to Western Mexico. 9. Herpetology of the Tres Marias Islands. 119 (2): 77-128.