



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Facultad de Estudios Superiores Iztacala**

Laboratorio de Herpetología Vivario

**Variación ontogenética, temporal y espacial en la dieta  
de *Hyla arenicolor*.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

PRESENTA

Clever Ramírez Isoba

**Director de tesis: M. en C. Sandra F. Arias Balderas**



LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉXICO

2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

“La acción es el fruto propio del conocimiento.”

Thomas Fuller

## Agradecimientos:

- A Dios quien me provee de todo lo que necesito, para llegar a donde me ha enviado.
- A mi Mamá Rocio; por amarme, cuidarme, enseñarme y guiarme durante toda tu vida, desde antes de mi primer respiro, hasta después del último tuyo. Gracias, por pedirme un título profesional, para darme permiso para trabajar y enseñarme el valor del conocimiento, “papelito habla” tus palabras y enseñanzas siempre me acompañan en mi mente.
- A mi Papá Angel, gracias por heredarme una de tus mas grandes virtudes, la diligencia, que en todo mi proceso de aprendizaje académico he utilizado. Gracias por estar en cada triunfo, pero sobre todo en cada derrota, donde siempre encontré palabras sabias de ánimo y consuelo.
- A mi hermana Eillene, por ser un ejemplo a seguir, por cada día superarte a ti misma a pesar de las adversidades y así lanzar un nuevo desafío que motiva a seguir adelante.
- A mi hermano Hiram, por tu apoyo siempre presente y tu existir, que alegra mi vida.
- A mi sobrino Jaroslav, por tus preguntas, que todos los días me contagian de curiosidad.
- A mi familia: mis abuelos, tíos y primos, por siempre mostrar interés en mi vida académica y por su apoyo que nunca ha desaparecido.
- A Abigail, por tu cariño, apoyo, conocimiento, compañía y tu tiempo en mi vida.
- A todos mis amigos, de quienes siempre he recibido lecciones de vida, consejos, diversión pero sobre todo comprensión.
- A mis profesores, por soportarme y por siempre transmitir su conocimiento, experiencia y enseñanzas a mi vida.
- A mi asesora Sandrita, por aceptarme en el laboratorio y guiarme en este proceso de titulación, así como brindarme su apoyo e innumerables.

Las palabras no alcanzarían a expresar el agradecimiento que siento hacia la Universidad Nacional Autónoma de México, por lo que espero agradecer con cada acto de mi vida conduciéndome siempre bajo las enseñanzas que obtuve de mi alma mater la U.N.A.M.

## Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	5
Objetivos.....	8
Material y métodos.....	9
Resultados.....	28
Discusión.....	38
Conclusión.....	43
Literatura citada.....	45

## Resumen

Actualmente muchos anfibios son utilizados como controladores de plagas de insectos; *Hyla arenicolor* es un anuro que ha mostrado resistencia a los cambios realizados por el hombre en el ambiente y que tiene una amplia distribución en nuestro país, sin embargo, no se conoce a detalle sus hábitos alimenticios. Se analizó la variación de la dieta en *H. arenicolor* para 3 tipos de ambientes, 3 clases de edad y 2 estaciones del año; además se determinó el alimento disponible. Se llevaron a cabo salidas a campo periódicamente en un año, en las cuales se realizaron recorridos preferenciales donde se sabe estos anuros habitan.

Se estudiaron 55 organismos en total, el análisis de los contenidos estomacales revela que para los 55 estómagos analizados se encontraron 12 diferentes ítems alimentarios, 11 taxa para los tipos de presa encontrados y Material Orgánico No Identificado (MONI). De los 11 taxa encontrados, nueve ordenes de presas pertenecen a la clase Insecta, dos para la clase Arachnida y uno para la clase Malacostraca.

El análisis del total de organismos muestra un comportamiento especialista de *H. arenicolor* en cuanto a los hábitos alimenticios por los coleópteros, así como variaciones en sus hábitos en las clases de edad adulto, cría y en los tipos de vegetación bosque de encino y selva.

## Introducción

La agricultura moderna está produciendo una crisis ambiental ya que en su estructura existen grandes problemas, como la falta de rotación y diversificación en los cultivos, convirtiendo a los monocultivos en agro ecosistemas altamente vulnerables dependientes de sustancias químicas (Altieri & Nicholls, 2005).

México es considerado como centro de origen y biodiversidad del maíz; en los últimos años se ha presentado un déficit, el cual se atribuye a múltiples factores que han limitado el rendimiento de los cultivos; suficiente señalar la baja eficiencia de producción por hectárea comparada con los países desarrollados (Bergvinson, 2004; Bergvinson & García-Lara, 2004a).

En este contexto, Pingali y Pandey (2001) identificaron los diversos factores causantes de pérdidas en la producción y almacenamiento de cultivos a nivel mundial, las plagas causan pérdidas superiores al 10% durante la producción y de 10 a 20% en pos cosecha. Se ha reportado que en las regiones tropicales las pérdidas ascienden hasta en 40% (García-Lara & Bergvinson, 2007).

El control biológico es una forma de manejar poblaciones de animales o plantas. Consiste en el uso de uno o más organismos para reducir la densidad de una planta o animal que causa daño al hombre (DeBach, 1964).

Es necesaria una estrategia alternativa que se base en el uso de los principios ecológicos para aprovechar al máximo los beneficios de la biodiversidad en la agricultura. Por esta razón, en la actualidad el control biológico se considera una pieza fundamental e indispensable en cualquier estrategia de agricultura sostenible con base agroecológica. Los agentes controladores provienen de una gran variedad

de grupos taxonómicos los cuales tienen diferentes propiedades biológicas y poblaciones muy diversas, las cuales juegan un gran papel en el éxito o fracaso asociado con el uso de un grupo particular de enemigos naturales. Por esto, es de gran valor una detallada apreciación de la biología, los hábitos y el comportamiento de los diferentes grupos de enemigos naturales (Nicholls-Estrada, 2008).

La herpetofauna es un grupo de vertebrados que lleva a cabo funciones importantes dentro de un ecosistema, formando parte de las cadenas tróficas como depredadores y presas (Pérez-Rivera 1985 & Mendoza-Estrada *et al.* 2008).

Los estudios han determinado que los anuros consumen gran cantidad de invertebrados en condiciones naturales (Whitaker *et al.* 1977) y el tamaño del cuerpo a menudo influye en la selección de las presas (Boice & Williams 1971).

Actualmente muchas especies de anfibios son utilizados como controladores de plagas de insectos en la actividad agrícola (Ortega, 2006).

En México los anfibios son uno de los grupos de fauna más diversos del país. México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en cuanto a la diversidad de este grupo con 361 especies (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004).

La familia Hylidae comprende aproximadamente 450 especies. Su variedad de rasgos morfológicos, su desarrollo larvario y su comportamiento, crean un gran problema para su estudio taxonómico. Dos tercios de las especies reconocidas se encuentran actualmente ubicadas dentro del género *Hyla*. Este género presenta especies Neotropicales ampliamente divergentes, y al menos 300 especies se encuentran en todas las zonas templadas y en las partes tropicales del mundo,

excepto el sur del Sahara, en África y las islas del Océano Pacífico (Duellman, 2001).

Los hylidos son extremadamente variables en su tamaño (17-140 mm) y en su apariencia externa, la mayoría presenta discos muy notables en la punta de los dedos de los pies y las manos. Generalmente son especies arborícolas y muy pocas son fosoriales. Los representantes de esta familia tienen pupila horizontal y verticalmente elíptica en algunas especies, además de que el amplexo es axilar (Ramírez-Bautista, 1994).

*Hyla arenicolor* es un anuro que se distribuye en las áreas montañosas y en las altas mesetas del sur de Utah, y en dirección al sur de Colorado, incluyendo dos tercios del este de Arizona, Nuevo México y el oeste de Texas en Estados Unidos y hasta la meseta mexicana al sur de Michoacán, Guerrero y el norte de Oaxaca. Hay poblaciones aisladas en el área del Big Bend, Texas y porciones adyacentes de Coahuila. En Querétaro se ha registrado principalmente en la mitad sur del estado, con registros aislados en la parte norte, municipio de Landa de Matamoros, cerca del Río Moctezuma. La especie se distribuye a elevaciones que van de 300 a los 3000 metros (Duellman, 2001; Lemos & Dixon, 2010). Debido a la versatilidad en cuanto a la distribución que este anuro presenta, aunado a la resistencia a distintas elevaciones sobre el nivel del mar y las condiciones fisicoquímicas y climatológicas que esto implica, hace de este organismo un potencial candidato a ser un controlador biológico.

## Antecedentes

Este anuro es un insectívoro generalista de hábitat, en base al estudio realizado por Orea (2010) en la selva baja caducifolia de la Sierra de Huautla en Morelos, en donde para conocer las preferencias por el hábitat clasificaron a la herpetofauna encontrada en cuatro gremios: insectívoros de hábitats arbóreos, insectívoros herbáceos, insectívoros terrestres abiertos, insectívoros terrestres con hojarasca y materia orgánica en descomposición; se concluyó que *H. arenicolor* no tiene preferencia por ninguno de estos hábitats ya que en base a los análisis estadísticos realizados, no se encontraron diferencias significativas en cuanto la presencia de *H. arenicolor* para cada uno de los gremios.

Muñiz (2010), realiza un estudio en Durango en la Ecorregión de los Valles, donde dominan las comunidades de pastizal y matorral xerófilo con algunas asociaciones de cactus como el nopal y otras especies más, la vegetación de esa zona se ha visto afectada por el cambio de uso de suelo, como abertura de campos de cultivo, ganadería y urbanización rural, por lo que se puede emplear como indicadora de perturbación. La investigación indica que *H. arenicolor* ha mostrado poblaciones estables a pesar de la alteración provocada por el hombre, ya que la relativa alta diversidad encontrada para La Breña, sugiere que a pesar de los efectos negativos de las alteraciones provocadas por las actividades antropogénicas, como es la reducción del área natural, los cambios ambientales que esas actividades generan, a la par propician condiciones que las especies de anfibios y reptiles pueden aprovechar para mantenerse.

Oliver-Lopez *et al.* (2004), analizaron la repartición del recurso alimento entre cuatro especies de anuros que habitan en simpatria *Exerodonta xera*, *Hyla arenicolor*, *Incilus occidentalis* y *Lithobates spectabilis* en un ambiente semiárido al sur del estado de Puebla, reportaron que estas especies no son selectivas en cuanto al tipo de presas que consumen, alimentándose de forma general de insectos, en su mayor parte de las familias Formicidae, Termitidae y Gerridae, así como de coleópteros y un tipo de larva acuática no determinada.

En la misma zona, Abbadie-Bisogno (2004), estudió varios aspectos ecológicos, dentro de ellos la dieta de *E. xera* e *H. arenicolor*. Para *E. xera*, únicamente se registró la presencia de hormigas en su dieta, debido a que el tamaño de muestra fue muy reducido. Con un tamaño de muestra mayor, documentó que *H. arenicolor* se alimenta principalmente de hemípteros y formicidos.

Peltzer (2005), realizó un estudio para analizar las diferentes implicaciones del uso de anuros como controladores biológicos en cultivos de soja en Argentina, donde reporta que según los valores de importancia alimentaria calculados, las mayores contribuciones a las dietas, en el campo de Córdoba, estarían dadas por coleópteros e isópodos en *Bufo arenarum*, coleópteros y ortópteros en *Lithobates latinasus*. En el campo de Entre Ríos el VIA fue mayor para coleópteros e himenopteros en *Lithobates chaquensis*, e himenopteros y coleópteros en *Physalaemus albonotatus*. En la investigación realizada se justifica la importancia de considerar y conservar los anfibios en los agroecosistemas, como una manera efectiva de aumentar el uso del control biológico y recomienda que el uso de plaguicidas puede

reducirse por medio de controles biológicos adecuados y prácticas agrícolas tales como la asociación y rotación de cultivos.

Estos antecedentes han llevado a determinar una influencia del hábitat sobre las poblaciones de anfibios, donde las modificaciones de éste afectan la dieta y la estructura de las poblaciones. La dieta es un importante componente de la historia natural de las especies, y sugiere consecuencias ecológicas en la vida de éstas, en los diferentes hábitat (Anderson & Mathis 1999). Por lo que este trabajo se ocupa en determinar la dieta de *Hyla arenicolor* y observar si existe variación ontogenética, temporal y espacial en especie, contribuyendo así al conocimiento de esta especie para su potencial uso como controlador biológico.

## Objetivo general

Contribuir al conocimiento de los hábitos alimentarios de *Hyla arenicolor* describiendo la conformación de su dieta y su variación.

## Objetivos particulares

Determinar la variación de la dieta de *H. arenicolor* en tres clases de edad (cría, joven y adulto).

Determinar la variación de la dieta de *H. arenicolor* en dos estaciones del año lluvias y secas.

Determinar la variación de la dieta de *H. arenicolor* en tres tipos de vegetación (Bosque de encino, Selva Baja y Zona de Transición).

Determinar la amplitud (diversidad de utilización) del recurso alimento para *H. arenicolor*.

Determinar la fauna asociada como alimento potencial de *H. arenicolor* en las áreas de estudio.

Comparar dicha disponibilidad de alimento con la dieta que resulte de los análisis estomacales.

## Material y métodos

Debido a la amplia distribución de *Hyla arenicolor* se eligieron tres tipos de vegetación las cuales son las más explotadas por este anuro, los cuales fueron encontrados en dos localidades: en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, en el estado de Morelos, donde encontramos dos tipos de vegetación: Bosque de Encino y Selva Baja; y el municipio de Jilotepec, en el Estado de México, donde encontramos el tipo de vegetación caracterizado como una Zona de Transición, que antiguamente fue catalogada como una zona de Bosque de Encino y que actualmente la vegetación tiende a ser del tipo Matorral Xerófilo.

Descripción del área de estudio.

### Localidad

La Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) se ubica al sur del estado de Morelos tiene un rango altitudinal que va de los 700 a los 2,200 msnm. Las coordenadas extremas UTM son: punto superior derecho 500,000, 2,073,199 y punto inferior izquierdo 464,813, 2,045,505 en proyección ITRF 92. El límite natural al suroeste es el Río Amacuzac y los cerros más importantes son: C. Temazcal, C. los Chivos, C. Pericón, C. el Jumilar, C. Frío, C. Potrero los Burros, C. el Cuacle y la Sierra de Huautla. Los municipios que están involucrados son seis: Amacuzac, Ayala, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo. Los principales poblados son Huautla, Huaxtla, Rancho Viejo, Xantiopa, Ajuchitlán, El Limón, Huixastla, Pueblo Viejo, Xochipala, Coaxintlán, El Salto y El Zapote (Dorado, 2005). La Autopista del Sol (México-Acapulco) cruza la REBIOSH y de alguna manera define dos unidades operativas de manejo y administración la Unidad Sierra de Huautla y La Unidad Cerro Frío en donde se enfoca la presente investigación. Las

principales vías de acceso para Unidad Sierra de Huautla son: por la carretera Jojutla-Chinameca-Tepalcingo, se entronca con la carretera que va hacia Huautla; en esta última, hay algunos caminos secundarios y terracerías para llegar a poblados como Huautla, Ajuchitlán, Chimalacatlán y Huaxtla entre otros; desde Jojutla parte un camino que conduce a las comunidades de Nexpa y Huixtla, Pueblo Viejo y Coaxintlán. Por otro lado para la Unidad Cerro Frío es posible acceder por la Autopista del Sol con dirección a Tehuixtla y Tilzapotla sobre la cual parten ramales de terracería para llegar a las diferentes comunidades, como El Mango, El Salto, Los Tanques y El Zapote; adicionalmente, la carretera federal que va de Cuernavaca con dirección a Amacuzac es otra vía de acceso a la REBIOSH en su porción occidente (Dorado, 2005).

#### Vegetación

La Unidad de vegetación que caracteriza a la REBIOSH, corresponde a Selva Baja Caducifolia, (Miranda y Hernández X., 1963) o Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski, 1978). Sin embargo, también se encuentran algunas áreas con Selva Mediana Subcaducifolia, Bosque de encino y una pequeña isla de Bosque de pino. La REBIOSH se encuentra localizada en la Provincia Florística de la Depresión del Balsas, la Región Caribeña y el Reino Neotropical, de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978). En este sentido la flora de esta área tiene una afinidad netamente neotropical. Existen pocos elementos que son representativos de regiones templadas, tales como *Quercus glaucooides* (Fagaceae) y *Pinus maximinoi*, de los cuales se han encontrado pequeños manchones en las partes más altas de las montañas de la Sierra (Dorado, 2005).

Las características fisonómicas principales de la SBC, residen en su marcada estacionalidad climática, originando así que la mayor parte de las especies vegetales pierdan sus hojas por períodos de cinco a siete meses, en la época seca del año. Los árboles en general presentan un reducido tamaño, alcanzando alturas de 4 a 10 m y muy eventualmente hasta 15 m. La temperatura media anual es un factor determinante para definir la distribución de SBC la cual oscila entre los 20° y 29 °C (Rzedowski, 1978). En el estado de Morelos la SBC se distribuye entre los 800 y los 1800 msnm y comprende dos terceras partes del total de su territorio. Existen varias especies que dominan el paisaje, siendo las más comunes *Conzattia multiflora*, *Lysiloma acapulcense*, *L. divaricata* (Fabaceae) y varias especies de los géneros *Bursera* (Buseraceae) y *Ceiba* (Bombacaceae). Un elevado número de las especies vegetales presentan exudados resinosos o laticíferos. Las hojas compuestas son comunes, especialmente en especies de las familias Fabaceae y Burseraceae. En las zonas alteradas se establecen asociaciones de vegetación secundaria formadas principalmente por arbustos espinosos, con especies tales como *Acacia farnesiana*, *A. cochliacantha*, *A. pennatula*, *A. bilimekii*, *Mimosa polyantha*, *M. benthamii*, *Pithecellobium acatlensis*, y *Prosopis laevigata*, entre otras (Dorado, 1983).

En la vertiente norte de la unidad de Cerro Frío, donde se desarrolla la presente investigación, especialmente en las cañadas, se presentan especies corpulentas que abundan en selvas medianas, como *Enterolobium cyclocarpum* y *Licania arborea*. Como característica distintiva se puede mencionar que su selva permanece verde y con follaje una gran parte del año. Otras características que

diferencian a esta área son: la abundancia y diversidad de árboles pertenecientes a la familia Anonaceae; la presencia de *Ceiba pentandra*; la total ausencia de grandes cactáceas candelabroiformes; la presencia de cinco especies de Aráceas no asociadas a la existencia de agua corriente y la existencia de lianas de gran grosor y abundancia, entre los 1100-1400 msnm. El promedio de altura de la selva supera los 12 m y abundan los árboles que presentan un diámetro superior a 60 cm. En las partes bajas más expuestas, se observa un encinar relictual de *Quercus magnoliaefolia* y, hacia la parte alta, se observan encinares secos y lo que se pudiera considerar como relictos de Bosque Mesófilo (De La Maza & Ojeda, 1995; De La Maza, White & De La Maza, 1995).

#### Hidrología

La REBIOSH se localiza en la región hidrológica RH18, cuenca del Río Balsas, en la subcuenca del río Amacuzac. Presenta además tres subcuencas: al oriente, en la subregión de Huautla, se localiza la subcuenca del arroyo Quilamula; hacia el norte, cerca de Nexpa, se localiza la del Río Cuautla, y hacia la región de Cerro Frío se ubica la subcuenca del Río Salado, drenando todos hacia el Amacuzac.

Geohidrológicamente, el estado de Morelos puede dividirse en una zona de recarga y otra de afloramiento; la zona de recarga se divide en dos regiones: al norte corresponde a la Sierra del Ajusco y al Sur, a las estribaciones de la Sierra Madre del Sur (sierras de Tilzapotla y Huautla), con formaciones de rocas ígneas extrusivas más antiguas, pero, por la pendiente general, su aporte se orienta hacia el norte del estado de Guerrero (Dorado, 2005).

La mayoría de las corrientes de la REBIOSH son de temporal y sólo presentan caudal durante la temporada de lluvias. Los ríos permanentes son el Amacuzac y el Cuautla, a lo largo de cuyas vegas se presenta agricultura de riego. El caudal que baja de Cerro Frío se almacena en la presa Emiliano Zapata y permite riego en las tierras de Tilzapotla. En general, el agua resulta un recurso limitante en la REBIOSH; las montañas de Cerro Frío y Huautla funcionan como generadoras, reguladoras y protectoras de los recursos hidrológicos, superficiales y subterráneos para los habitantes locales y para los que viven aguas abajo, en el Estado de Guerrero (Dorado, 2005).

Los cursos de agua temporales de la REBIOSH son los arroyos Atlipa, El Aguacate, Los Cuervos, Los Cuerillos, El Chirimote, El Potrero, El Jagüey, Chico, Grande, El Quilamula, El Agua Salada, Tortugas, La Huixilera, Las Anonas, La Joya, Bejuquera y El Zapotillo (Dorado, 2005).

#### Edafología

Las características de los suelos obedecen fundamentalmente a variantes ambientales que, en la REBIOSH, se derivan de la altitud, pendiente, clima, sustrato geológico, vegetación y procesos geomorfológicos que se han sucedido y han resultado en las unidades fisiográficas descritas anteriormente (Dorado, 2005).

De acuerdo con INEGI (1981), los tipos de suelo dominantes en el área de la Reserva son los feozem háplicos, regosoles éutricos y litosoles en los cuerpos montañosos. Estos tres tipos de suelos presentan severas limitantes para la producción agrícola (Dorado, 2005).

Los feozem frecuentemente se asocian con una baja permeabilidad debida a las capas arcillosas en el horizonte B o con formaciones tepetatosas. Es común encontrarlos en las zonas de los glacís (sitios de transición hacia áreas planas y de alta pedregosidad y rocosidad, derivados de procesos de arrastre de materiales de zonas altas); se localizan también sobre materiales sedimentario-continetales en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur (Sierra de Tilzapotla y Sierra de Huautla), donde predomina el material volcánico. Los feozem háplicos incluyen suelos con horizontes petrocálcicos (tepetate o duripán) que, además de dificultar las labores del terreno por su dureza, provocan defectos en el riego y el drenaje de los predios, para corregirlos, se requieren labores de cinceleo profundo que suelen ser muy costosas; este tipo de suelo se forma en lechos acuáticos, antiguos y someros, sujetos a procesos de evaporación intensos (Dorado, 2005).

Los regosoles son suelos residuales, de textura gruesa, con poca diferenciación de horizontes, derivados del intemperismo *in situ* de la roca madre o bien de regolita producto de acarreo de procesos coluviales y aluviocoluviales. Poseen limitantes en cuanto a pendiente y pedregosidad, ya que muchas veces se encuentran en el piedemonte de serranías y lomeríos. Los regosol éutricos son suelos inmaduros de textura gruesa que suelen presentar muy baja retención de humedad y cohesión. Este tipo de suelo se forma por deposición pluvio-fluvial de arenas y gravas, resultantes de la erosión de las montañas y suele ser poco productivo para labores agrícolas. Los litosoles son suelos muy someros, con nula diferenciación de horizontes, en los que la roca madre está en sus procesos iniciales de intemperización. Son típicos de zonas montañosas con fuerte pendiente y de zonas

volcánicas, derivados de material ígneo de extrusión reciente, en su composición interviene más del 70 % de materia pétreo derivada de la roca madre y se consideran no aptos para la agricultura (Dorado, 2005).

La erosión de los suelos de la REBIOSH es moderada, aunque tiende a ser severa en áreas con vegetación perturbada y agricultura de temporal o en pendientes elevadas (mayores del 15 %) (Aguilar, 1993).

### Clima

En lo general, la REBIOSH presenta el clima Awo"(w)(i')g, que corresponde a un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con un cociente P/T menor de 43.2, régimen de lluvias de verano y canícula; porcentaje de lluvia invernal menor de 5 %, isotermal y con una oscilación de las temperaturas medias mensuales entre 7° y 14 °C, la temperatura más alta se presenta en mayo y ésta oscila entre 26° y 27 °C, la marcha de la temperatura es tipo Ganges, es decir el mes más caliente del año es anterior a junio (García, 1981). Los datos anteriores son el resultado de diez años de registros de cuatro estaciones meteorológicas en la Sierra de Huautla (El Limón, Huautla, Jolalpa y Tepalcingo). Hacia las laderas medias de la Sierra de Huitzucó, en la unidad de Cerro Frío, se presentan islas de clima cálido subhúmedo Aw1"(w)(i')g, con un índice de humedad superior al clima dominante, con un cociente P/T comprendido entre 43.2 y 55.3. Entre los 1,600 y 2,400 msnm se presenta un clima A(C)w1"(w)ig', semicálido subhúmedo con lluvias en el verano, intermedio, por su humedad, entre w1 y w2, con canícula o sequía de medio verano, porcentaje de lluvia invernal menor al 5 de la anual (w), isotermal con oscilación menor de 5 °C, y marcha de la temperatura tipo Ganges (Vidal, 1980).

La precipitación es del orden de 900 milímetros anuales y se manifiesta durante el verano, entre junio y principios de octubre. Los máximos picos de precipitación se presentan durante julio y septiembre, pudiendo haber una baja o ausencia de precipitación durante el mes de agosto, conocida como canícula. La precipitación pluvial en la REBIOSH tiende a presentarse en forma de aguaceros o tormentas. En el mes de julio, por la formación de cúmulo nimbos, suelen presentarse violentos chaparrones, de hasta 80 mm que a veces son acompañados por granizadas. Estos tienen importantes consecuencias relativas al potencial de erosión y arrastre de las áreas desmontadas, así como de formación de aguas broncas en las laderas, cañadas y cauces, sobre los cuales, se asientan muchas de las comunidades que explotan los mantos freáticos durante las sequías (Dorado, 2005).

En el estado de Morelos se presenta un gradiente pluvial que tiene una relación directa con la altitud, mientras que con la temperatura sucede el proceso contrario. Este fenómeno es particularmente visible en las serranías, donde los drásticos cambios altitudinales podrían representarse por ejemplo, en el perfil Cerro Tres Cumbres-Ocotepec (al norte del estado), que desciende de los 3,200 a los 1,750 msnm en 10.5 Km de distancia horizontal (gradiente = 138 m/Km). A pesar de que la mayor parte de la entidad forma una gran cuenca (o depresión), las serranías del sur no presentan gradientes de la misma magnitud; destaca, sin embargo, el perfil Cerro Frío-Tilzapotla, que desciende de los 2,280 a los 1,000 msnm en 5 Km (gradiente = 256 m/Km). El efecto de estos gradientes altitudinales sobre las temperaturas se expresa en valores promedio anuales inferiores a 6 °C en las zonas de páramo del Popocatepetl, hasta superiores a 24 °C en las partes bajas de las

cuencas del Amacuzac y del Nexapa. Sin embargo, este rango térmico no se distribuye uniformemente en toda la superficie de la entidad, sino que está condicionado por los cambios de altitud. Predominan las altas temperaturas medias, con valores superiores a 20 °C en el 83 % de la entidad; mientras que en el 36 % del estado, son mayores a 24 °C (Dorado, 2005).

#### Localidad

##### Jilotepec Estado de México

El Municipio de Jilotepec de Molina Enríquez se localiza en la porción norte del Estado de México y colinda al norte con el Estado de Hidalgo y el municipio de Polotitlán, al sur con los Municipios de Chapa de Mota, Timilpan y Villa del Carbón, al poniente con Aculco y Acambay y al oriente con el municipio de Soyaniquilpan en el Estado de Hidalgo. Se ubica geográficamente en las coordenadas 20° 11' latitud norte y 99° 44' longitud oeste, a una altitud aproximada de 2452 y cuenta con una superficie total de 58,654 km<sup>2</sup> (Huitrón y García, 2015).

#### Orografía

Jilotepec forma parte del Sistema montañoso de la Sierra Nevada del Eje Volcánico Transversal, dentro de la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, sus topoformas son sierras, lomeríos y llanura con lomeríos. Una pequeña porción al sur del municipio pertenece a la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, con un sistema de sierra. Los cerros más altos en el municipio son: Canalejas, La Virgen y el Guzdá o Tecoloapa. El sistema montañoso está comprendido por la Sierra de Jilotepec y la de San Andrés (Huitrón y García, 2015).

#### Geología y Edafología

El municipio de Jilotepec, se encuentra formado por dos unidades litológicas que pertenecen a las rocas ígneas y sedimentarias. Las rocas ígneas están constituidas principalmente por basaltos, andesitas y brechas volcánicas. Las rocas sedimentarias están compuestas por materiales areniscos. Desde el punto de vista edafológico el municipio presenta cuatro unidades de suelo: Los *Vertisoles* que son suelos arcillosos, caracterizados por las grietas anchas y profundas que aparecen en la época de sequía, son pegajosos cuando están húmedos y muy duros estando secos, y a veces son salinos, características que los condicionan para el desarrollo urbano; Los *Luvisoles* son suelos fértiles y de alta susceptibilidad a la erosión; Los *Feozem* que presentan una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes, se desarrollan en terrenos planos y montañosos, se utilizan con éxito en la agricultura de riego y temporal, su susceptibilidad a la erosión depende del terreno donde se encuentran y de la cobertura vegetal que presentan; Y los *Planosoles* que se caracterizan por presentar debajo de la capa superficial, una capa delgada de material menos arcilloso que las capas que lo cubren y lo subyacen, esta capa es infértil y ácida, a veces impide el paso de las raíces; debajo de esta capa se presenta un suelo arcilloso e impermeable, son muy susceptibles a la erosión sobre todo en las capas más superficiales (Huitrón y García, 2015).

#### Hidrología

Jilotepec forma parte de la región Hidrológica del Alto Pánuco dentro de la cuenca del río Moctezuma de la que se derivan las corrientes del arroyo Zarco, Tecozutla, Alfajayucan, Tula, Rosas, Tlautla y El Salto. Las cuales forman siete subcuencas.

Cabe señalar que Jilotepec es uno de los municipios con mayor número de cuerpos de agua (1340), que ocupan 1216.50 Ha. de superficie (Huitrón y García, 2015).

En relación a la hidrología superficial, los arroyos más sobresalientes son: Los Charcos, Las Canoas, El Colorado, El Salto, Grande, Dedeni, El Majuay, Las Cruces, Los Alvarez, El Tejocote, El Verde, El Jilguero, Los Fresnos, El Coscomate, La Mina, Dengi y Los Capulines entre otros. El inventario general de sus recursos hidrográficos arroja las siguientes cifras: 41 manantiales; 3 pozos profundos; 1 río permanente; 44 arroyos intermitentes; 8 presas; 148 bordos y 3 acueductos (Huitrón y García, 2015).

#### Clima

En Jilotepec predominan los climas C(w1) y C(w2) templados subhúmedos basados en la clasificación de Köppen modificada por García (1990), donde la variante es el grado de humedad, presenta lluvias en verano y una temperatura promedio de 15°C. En los meses más fríos se presenta una temperatura de 13°C y de 23°C en el mes más cálido. La precipitación promedio se establece en los 750 mm anuales: característica que referida al Estado de México, ubica a Jilotepec entre las zonas con precipitación baja (Huitrón y García, 2015).

#### Flora

El municipio de Jilotepec presenta los siguientes tipos de vegetación según Rzedowski (2006):

El pastizal en el que predominan los géneros *Aristida*, *Andropogon*, *Bouteloua*, *Boucheloe*, *Eragrostis*, *Hilaria*, *Lycurus*, *Muhlebergia*, *Setaria*, *Sporobolus*, entre otros; la mayor parte de superficie corresponde a este tipo de vegetación por ser

particularmente adecuado para la alimentación del ganado bovino y equino. Son frecuentes zonas de transición hacia el matorral o hacia los bosques (Huitrón y García, 2015).

El bosque de encino es el segundo tipo de comunidad vegetal del municipio. Esta constituido principalmente por árboles del género *Quercus*, pero podemos encontrar también ejemplares de *Pinus*, *Alnus*, *Abies*, *Buddleia*, *Crataegus*, *Cupressus*, *Fraxinus*, *Juniperus*, *Prunus* y *Salix*. Se caracterizan por habitar en zonas templadas y semihúmedas como son las zonas montañosas propias de la región. Los elementos que lo constituyen en el municipio son *Quercus rugosa*, *Q. crassipes*, *Q. crassifolia*, entre otras (Huitrón y García, 2015).

El matorral xerófilo se considera una de las comunidades menos afectadas por las actividades del hombre ya que por lo general no son favorables para el desarrollo de la agricultura ni para la ganadería intensiva, asimismo el aprovechamiento de las plantas silvestres es limitado. En Jilotepec es representado por la familia Cactaceae, por los géneros *Coryphanta*, *Mammillaria*, *Stenocactus* y *Opuntia*, también podemos encontrar a la familia Asteraceae con los géneros, *Ambrosia*, *Artemisia*, *Eupatorium*, *Viguiera*, *Zinnia* (Huitrón y García, 2015).

La precipitación media anual de 1921 a 2004 de la Región Pacifico Norte de México fue 694.73 mm, que equivale a un volumen de 121 982 millones m<sup>3</sup>. La distribución promedio mensual (Figura 1), fue 85% de junio a octubre, 12% de noviembre a enero y el 3% restante de febrero a mayo. Así, la RPNM tiene dos épocas de lluvias principales: verano e invierno (García-Paez, Cruz-Medina, 2009).

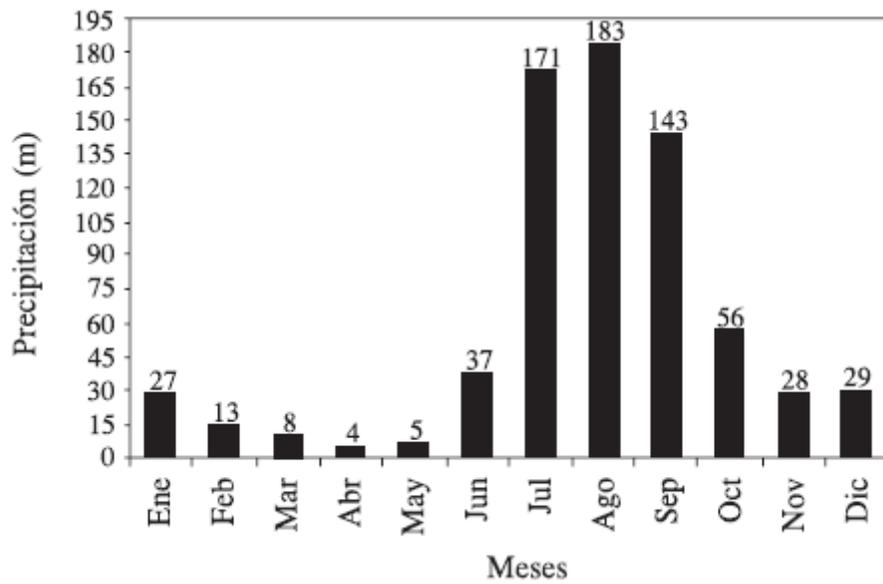


Figura 1. Precipitación promedio mensual 1921-2004.

#### Diagnóstico de la especie

Son pequeños anuros de tamaño similar a *S. verucipes*, su cuerpo es ancho y la cintura es angosta, la cabeza es ancha y la boca redonda, la piel es lisa pero presenta gránulos en el dorso, en las extremidades estos gránulos se observan como puntos blancos, el dorso no tiene un patrón y es de color gris brillante y oscuro, el color de las extremidades es verde claro y presentan barras transversales negras. La piel de la región ventral incluyendo la región ventral en extremidades es de color claro, sin embargo en la zona del vientre la piel es translúcida y se pueden observar algunos órganos, el borde de la boca es claro pero en la zona debajo de los ojos presentan dos barras oscuras, finalmente una barra clara pasa entre las narinas y llega hasta el labio el promedio de los organismos apenas superan los 15mm de longitud hocico cloaca, el ancho de la cabeza es de 6mm y el largo del fémur es de 9mm.

## DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

*Hyla arenicolor* es un anuro que posee pupilas horizontales y elípticas; la piel del cráneo no está osificada; la piel del dorso es delgada y glandular; la punta de los dedos está expandida como discos; un solo saco vocal en la región gular; no presenta espinas prepólicas; la boca no termina en punta; no presenta glándulas distintivas en la región ventrolateral y no se observan los tímpanos; la parte dorsal de los muslos y brazos presentan barras transversales negras; en las manos presentan membranas, las extremidades posteriores presentan membranas sólo hasta la mitad de los dedos; sin membrana axilar; sin franja dérmica distintiva en brazos o pies; el dorso es de un gris brillante (Casas & Mcoy, 1987; Flores *et al.*, 1995).

Trabajo en campo.

Se realizaron muestreos periódicos cada 45 días, de un día, para cada tipo de vegetación en los cuales se hicieron transectos preferenciales en los sitios donde se sabe estos anuros habitan, en los cuales se colectaron diez organismos por cada estadio encontrado, éstos fueron preservados en alcohol al 70%, para determinar el recurso en su dieta. Las colectas fueron etiquetadas con la localidad y la fecha de captura. Cuando se encontraron más de diez organismos por localidad y estadio se llevó a cabo la técnica de regurgitación "Stomach Flushing" (Legler & Sullivan, 1979) el material colectado fue preservado en alcohol al 70% para su posterior determinación. A la par se colectaron insectos manualmente en las zonas donde se

encontraron los anuros y se preservaron en alcohol al 70% para su posterior determinación taxonómica.

#### Trabajo en laboratorio

Se efectuó el análisis alimentario el cual consistió en realizar una incisión ventral, formando una especie de “U”, se les extrajo el estómago y se vació su contenido en una caja Petri, el cual fue separado y determinado mediante el empleo de claves entomológicas (Jacques 1947; Borror & White 1970; Arnett & Jacques 1987), y un microscopio estereoscópico.

Para cada ítem alimenticio se le asignó un valor de frecuencia de aparición y se determinó el volumen, colocando cada una sobre papel milimétrico de manera que quedara perfectamente delimitada por líneas del propio papel y que ocupara un milímetro de altura. De esta manera se midió el número de cuadros (largo, ancho y alto) ocupados, y se estableció su volumen mediante la siguiente fórmula:

$$V = \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto}.$$

A partir de los datos así obtenidos, se estimó para cada variable el Valor de importancia para cada categoría (Acosta, 1982).

$$I'a = V'ij + N'ij + F ij'$$

Donde:

$$V'ij = V ij / \sum V ij$$

$$N'ij = N ij / \sum N ij$$

$$Fij' = N ij / \sum N j$$

$I'a$  = Valor de importancia alimentaria

$V ij$  = Volumen del  $i$  elemento alimentario en la  $jma$  especie

$\sum V ij$  = Volumen total del contenido estomacal

$N ij$  = Número de elementos de  $i$  elemento alimentario de la  $jma$  especie

$\sum N ij$  = Número total de elementos de la muestra

$N ij$  = Número de contenidos estomacales donde se presenta la  $i$  elemento alimentario de la  $jma$  especie

$\sum N j$  = Número total de contenidos estomacales de la especie

Para conocer si existe una preferencia de alimento en la especie se calculó la diversidad de la utilización del recurso alimento en la dieta de este anuro por lo que se usó la fórmula propuesta por Simpson, en la que un valor cercano a 0 representa una dieta especialista, mientras que uno cercano a 1 representa una dieta generalista (1947; modificada por Levins, 1968):

$$D_s = \frac{(\sum P_i^2)^{-1} - 1}{N-1}$$

$D_s$  = diversidad de dieta

$P_i$  = valor de importancia del espectro  $i$  en la dieta de la especie evaluada

$N$  = número de espectros disponibles

Se utilizó el índice de Pianka (1975) para obtener el solapamiento, en el que un valor cercano a 0 representa poca o nula superposición y un valor cercano a 1 representa superposición, con el fin de observar las variaciones en la dieta ontogenéticas temporales y espaciales.

$$O_{jk} = \frac{\sum P_{ij} P_{ik}}{P_{ij}^2 P_{ik}^2}$$

Donde:

$O_{jk}$  = superposición en la utilización del recurso alimento entre variables "j" "k"

$P_{ij}$  = valor de importancia del espectro i para el estadio J

$P_{ik}$  = valor de importancia del espectro i para el estadio K

Estructura de la recolecta por tallas

Del total de los organismos colectados se determinó 3 clases de edad de acuerdo a la morfometría presentada, tomando la longitud hocico-cloaca como la medida determinante para separar a los organismos en cada clase de edad correspondiente, sabiendo que los organismos al terminar la metamorfosis apenas superan los 15 mm de LHC (Huitzil, 2007) y presentando tallas de 40 mm LHC en hembras adultas (Richardson, 1912) por lo que la estructura de la recolecta por tallas se determinó de la siguiente manera:

LHC  $\leq$  2 cm = Cría

LHC  $\geq$  2.1 cm = Joven

LHC  $\geq$  4 cm = Adulto

### Estructura de recolecta por época del año

A través de análisis de los sitios de estudio, se dividió el año por época de lluvias y época de secas, considerando los meses que presentaron una mayor precipitación en años anteriores como época de lluvias y época de secas donde la precipitación se presentó con menor periodicidad o fue ausente.

### Estructura de recolecta por tipo de vegetación

Los diferentes tipos de vegetación en un ecosistema permiten una gran variedad de condiciones climáticas y fisicoquímicas, para conocer si esto interviene en los hábitos alimentarios de *H. arenicolor* fue caracterizada cada zona de estudio con un tipo de vegetación según investigaciones previas y se obtuvieron organismos.

La fauna asociada se determinó mediante el empleo de claves entomológicas (Jacques 1947; Borror & White 1970; Arnett & Jacques 1987), y un microscopio estereoscópico y se le clasificó como asociada, si esta apareció en coincidencia con un organismo de *H. arenicolor*.

Para comparar la fauna asociada a *H. arenicolor* como alimento potencial, con la dieta de este anuro, se compararon los valores de frecuencia de ocurrencia de la dieta con los valores de frecuencia de ocurrencia para la fauna asociada.

## Resultados

Se estudiaron 55 organismos en total, debido a que la colecta de organismos en clase de edad cría y joven no permite la identificación por sexo, no se realizó este análisis, sino que los organismos fueron organizados para su análisis, como se observa en la Figura 2.

De los 55 organismos analizados nueve fueron encontrados en Selva baja, siete organismos en el Bosque de Encino y 38 organismos fueron encontrados en la zona de transición los cuales presentaron cinco, tres y 12 tipos de ítems alimentarios en su dieta, respectivamente.

A su vez, de los 55 organismos totales se agruparon 39 organismos que fueron encontrados durante la época de lluvias y 16 organismos que fueron encontrados durante la época seca, los cuales presentaron 12 y seis ítems alimentarios respectivamente, en su dieta.

Para el análisis por clases de edad se organizó al total de 55 organismos obteniendo 15 organismos para la clase adulta, 39 organismos para la clase joven y cuatro organismos para la clase cría, los cuales presentaron seis, 12 y cuatro ítems alimentarios en su dieta.

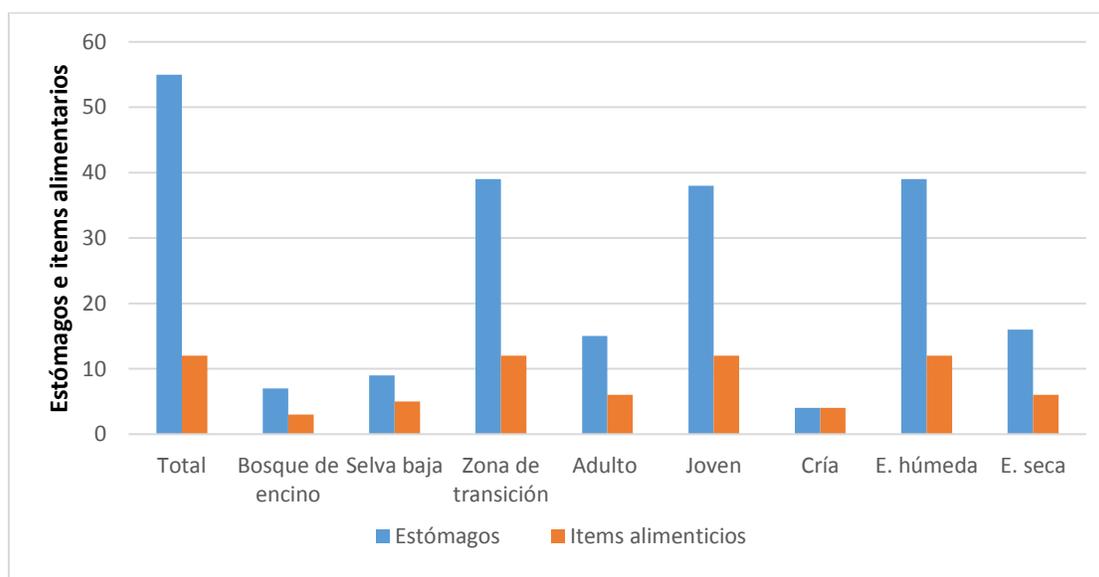


Figura 2. Estómagos e ítems analizados en total y para cada una de las variables.

El análisis de los contenidos estomacales revela que para los 55 estómagos analizados se encontraron 12 diferentes ítems alimentarios, 11 taxa para los tipos de presa encontrados y Material Orgánico No Identificado (MONI). En el Cuadro 1 se observa que de los 11 taxa encontrados, nueve ordenes de presas pertenecen a la clase Insecta, dos para la clase Arachnida y uno para la clase Malacostraca.

Cuadro 1. Taxa de las presas consumidas por *Hyla arenicolor*.

Presas consumidas por <i>Hyla arenicolor</i>	
Clase Insecta	Orden
	Hymenoptera
	Coleoptera
	Diptera
	Hemiptera
	Isopoda
	Lepidoptera
	Dermaptera
	Orthoptera
	Odonata
Clase Arachnida	Orden
	Aranae
	Astigmata
Clase Malacostraca	Orden
	Isopoda

En la Figura 3 se observa que los análisis muestran que el MONI se encontró con mayor frecuencia en el 90.9% de los estómagos, los Hymenoptera en el 36.3% los Coleoptera en el 34.5%, también se observa que los menos frecuentes resultaron ser los Odonata 1.8% y los organismos pertenecientes al orden Astigmata con 1.8%. En cuanto a volumen el MONI ocupó el mayor volumen con el 40% de los contenidos estomacales, los Coleoptera el 23.9% y los Orthoptera el 8.6%; los ítems con menos volumen encontrado corresponden a los Odonata con 0.01% y los organismos pertenecientes al orden Astigmata 0.02%.

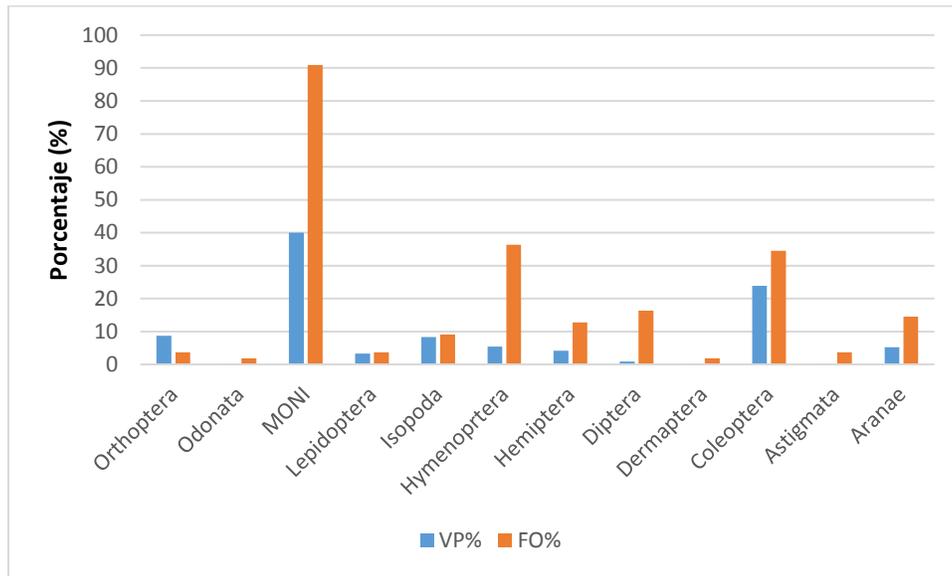


Figura 3. Volumen porcentual y frecuencia de ocurrencia para cada ítem alimentario.

En la Figura 4 se observa que el valor de importancia alimentaria (VIA) muestra una preferencia de este anuro por los Coleoptera (0.667) y los Hymenoptera (0.501); además se observa un VIA bajo para los taxa Dermáptera (0.102) y Astigmata (0.119); el ítem alimentario MONI se encuentra en primer lugar con (1.392) mostrando ser el ítem alimentario más importante.

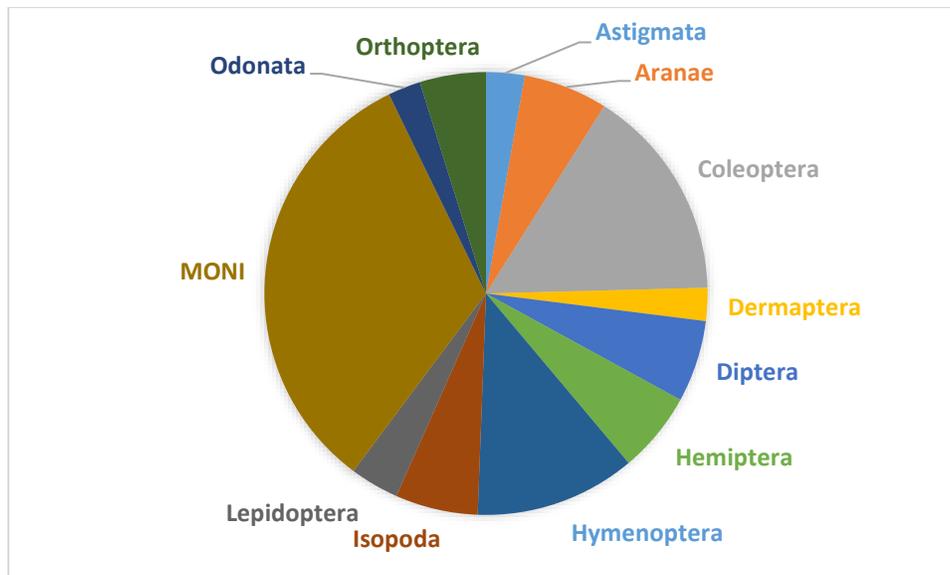


Figura 4. Valores de importancia alimentaria (Acosta, 1982) de los componentes de la dieta de *H. arenicolor*.

Al analizar los datos por edad (Figura 5) se observa que para la edad adulta los VIA mas altos los obtuvieron los ítems alimentarios: MONI con 1.18, Coleoptera con 0.72 y los Ortoptera con 0.47; para los jóvenes los VIA más elevados fueron mostrados por el MONI con 1.45, los Hymenoptera con 0.61 y los Coleoptera con 0.59; para las crías los VIA más elevados fueron mostrados por los Coleoptera con 1.30, MONI con 1.06, y los hemípteros con 0.48. Los ítems con menor VIA para los adultos resultaron ser los Diptera con 0.235, para los jóvenes resultaron ser los Dermaptera, Orthoptera y Odonata con 0.12 cada uno y los organismos pertenecientes al orden Hymenoptera para las crías con 0.43.

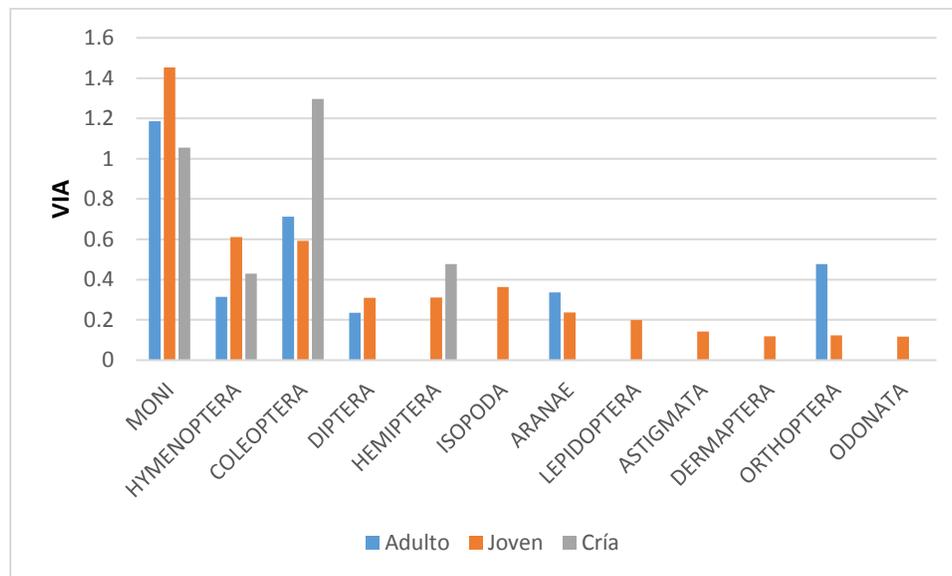


Figura 5. Valores de importancia alimentaria (Acosta, 1982) de los componentes de la dieta de *H. arenicolor* para la edad adulto, joven y cría.

En la Figura 6 se observa los datos por cada estación del año, lo que muestra que para la estación lluviosa los VIA mas altos los obtuvieron los ítems alimentarios: MONI con 1.33, Coleoptera con 0.69 y los Hymenoptera 0.59; para la estación seca los VIA más elevados fueron mostrados por MONI con 1.67, Coleoptera con 0.59 e Isopoda con 0.48. Los ítems con menor VIA para la estación de lluvias resultaron ser los Odonata con 0.10 y los organismos pertenecientes al orden Araneae para la estación seca con 0.22.

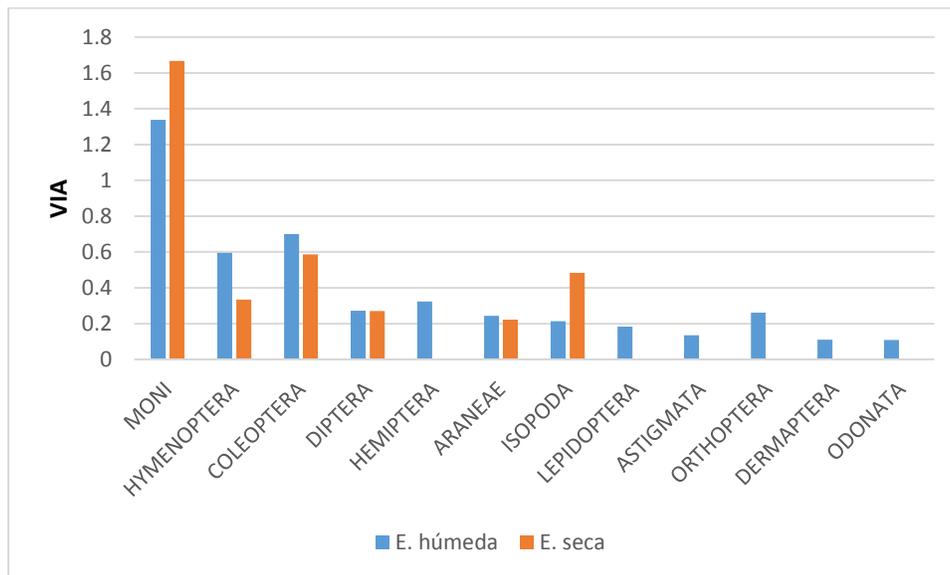


Figura 6. Valores de importancia alimentaria (Acosta, 1982) en la dieta de *H. arenicolor* para la estación lluvias y la estación seca del año.

Al analizar los datos por cada tipo de vegetación, en la Figura 7, se observa que para la Zona de Transición los VIA más altos los obtuvieron los ítems alimentarios: MONI con 1.45, Coleoptera con 0.66 y los Hymenoptera con 0.60; para el Bosque de Encino los VIA más elevados fueron mostrados por los ítems alimentarios MONI con 1.97 y los Coleoptera con 0.54; para la Selva Baja los VIA más elevados fueron mostrados por los ítems alimentarios MONI con 1.30, Coleoptera con 1.05, y los Ortoptera con 0.67. Los ítems con menor VIA para la Zona de Transición resultaron ser los Odonata y los Diptera con 0.11, para el Bosque de Encino los organismos pertenecientes al orden Aranae con 0.48 y los organismos pertenecientes al orden Hymenoptera para la Selva Baja con 0.55.

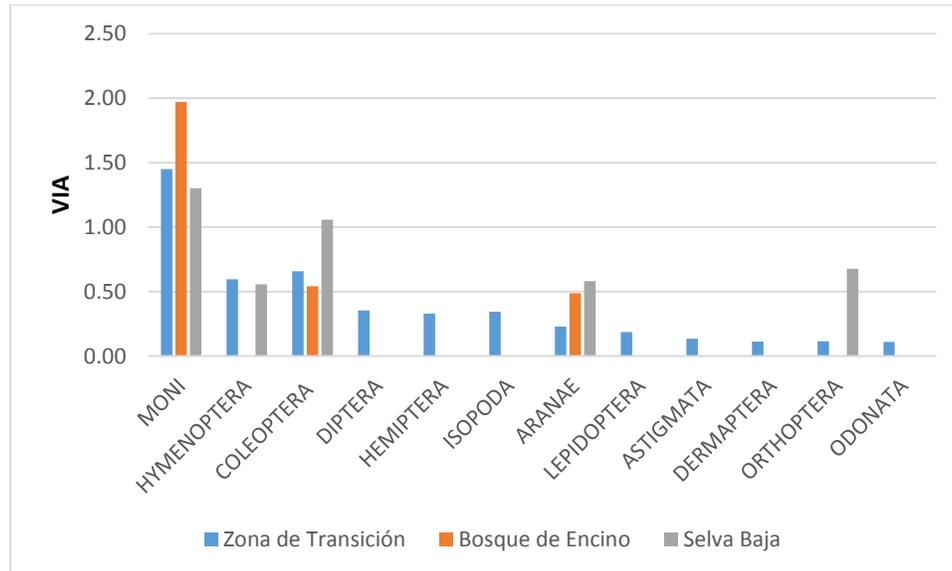


Figura 7. Valores de importancia alimentaria (Acosta, 1982) en la dieta de *H. arenicolor* para los tipos de vegetación Bosque de Encino, Selva Baja, y la Zona de transición.

El análisis de diversidad alimentaria, representado en el Cuadro 2, muestra que la dieta de este anuro tiende a ser especialista, al tomar en cuenta todos los contenidos estomacales, a la par se analizaron los estómagos para cada variable, mostrando cambios en la conformación de la dieta por tipo de vegetación, ya que en el bosque de encino y en la selva baja se observa una dieta generalista, sin embargo para la zona de transición se observa un comportamiento especialista; al analizar los datos por edades podemos observar que los adultos y las crías muestran un comportamiento generalista en su dieta, y los jóvenes uno especialista; según la estacionalidad del año, para la época de lluvias la dieta de este anuro tiene un comportamiento generalista así como para la época seca.

Cuadro 2. Diversidad alimentaria (Simpson 1947; modificada por Levins 1968).

Variable	Número de estómagos	Ítems alimenticios	Diversidad alimentaria	Tipo de dieta
Total	55	12	0.18	<b>Especialista</b>
Adulto	15	6	0.4	Generalista
Joven	38	12	0.2	<b>Especialista</b>
Cría	4	4	1	Generalista
E. lluvias	39	12	0.2	<b>Especialista</b>
E. seca	16	6	0.36	<b>Especialista</b>
Bosque de encino	7	3	0.76	Generalista
Selva baja	9	5	0.64	Generalista
Zona de transición	39	12	0.19	<b>Especialista</b>

Al analizar los contenidos estomacales y observar los valores de sobreposición, representados en el Cuadro 3, para la dieta de este anuro en diferentes variables, se observa que existe una gran diferencia para cada variable ya que en los análisis realizados se revela que no se sobreponen las dietas, es decir que los hábitos alimentarios de este anuro cambian de una gran manera para cada edad, tipo de vegetación y estación del año.

Cuadro 3. Sobreposición alimentaria (Pianka 1975).

Interacción	Valor de sobreposición
Época lluvias / Época seca	0.062
Adulto/ Joven	0.066
Adulto / Cría	0.094
Joven / Cría	0.067
Bosque de encino / Selva baja	0.079
Bosque de encino / Zona de transición	0.072
Selva baja / Zona de transición	0.051

De las colectas realizadas para detectar la fauna asociada a *H. arenicolor* se obtuvieron de un total de 113 organismos, de los cuales se obtuvo un valor de frecuencia ocurrencia, representados en el Cuadro 4, mostrando que los hemipteros resultan ser el orden mas asociado a este anuro ya que en el 50.44% de las colectas de anuros se encontraron hemipteros disponibles, los coleópteros se encontraron en el 32.74% y los himenópteros en el 32.74%. El orden menos asociado resultó ser los lepidópteros, neurópteros y orthopteros presentándose en el 0.88% de las colectas.

Cuadro 4. Fauna asociada identificada a *H. arenicolor*.

Orden	Frecuencia de ocurrencia (%)
Hemíptera	50.44
Coleóptera	32.74
Hymenoptera	9.73
Mantodea	2.65
Scorpiones	1.76
Lepidóptera	0.88
Orthoptera	0.88
Neuróptera	0.88

## Discusión

En base a los resultados obtenidos de los hábitos alimentarios de la rana *Hyla arenicolor* se puede decir que está conformada por una gran variedad, en cuanto a la diversidad de presas observadas, siendo principalmente consumidores de insectos; pero no amplía ya que a pesar de que se encontraron 11 diferentes taxa de las presas de este anuro, su dieta se basa principalmente en el consumo de coleópteros e himenópteros. Coincidiendo con lo reportado por Oliver-Lopez y colaboradores en 2004, en cuanto a una dieta basada principalmente en el consumo de insectos, sin embargo, Oliver-Lopez y colaboradores reportan un comportamiento no selectivo en cuanto los insectos consumidos, en este caso, al analizar los ítems alimenticios a través de un índice de importancia, podemos observar que existe una preferencia en los hábitos alimentarios de este anuro por los coleópteros y por los himenópteros. Abbadie-Bisogno (2004), reportan que los hábitos alimenticios de *H. arenicolor* están basados principalmente de hemípteros y formícidos, aunque se coincide en cuanto a que los formícidos pertenecen al orden Hymenoptera, en la investigación presente los hemípteros si fueron encontrados formando parte de la dieta, aunque éstos no son relevantes en la conformación de ésta, además llama la atención que no se reporte el consumo de coleópteros, ya que éstos ocupan uno de los lugares más importantes en la dieta de *H. arenicolor* en la presente investigación y ellos constituyen el grupo más amplio y diverso dentro de los insectos (Halffter & Favila 1993, Morón *et al* 1997 y Escobar 2000) pues están descritas alrededor de 358,000 especies (Costa, 2000), lo cual corresponde aproximadamente al 40% del total de insectos, por lo que puede atribuirse a la posible ausencia de este tipo de organismos en otros sitios.

Los resultados obtenidos para el análisis de la variación en los hábitos alimentarios de este anuro nos indican que ontogénicamente se observan cambios en la preferencia de alimento, aunque para las tres edades clasificadas se observa una tendencia al consumo de coleópteros, organismos muy asociados a *H. arenicolor* según el análisis de fauna asociada, además esta taxa de presa se encontró dentro de los mayores valores de VIA para las tres edades; la variación se observa en cuanto al tipo de dieta que llevan a cabo, ya que según los valores de diversidad alimentaria, el tipo de dieta de los adultos y de las crías es generalista, y el de los organismos clasificados como jóvenes es especialista, con tendencia por preferir a los coleópteros. Al analizar la sobreposición en la dieta de los adultos y de las crías observamos que, aunque las dos edades son generalistas, no se sobreponen, sino que a pesar de que el recurso alimentario más importante son los coleópteros, los demás taxa utilizados y su VIA cambia para cada edad, siendo más importantes los orthopteros para los adultos y los hemípteros para las crías. Podemos atribuir los resultados obtenidos a que se sabe que existe una relación en la que el tamaño del cuerpo a menudo influye en la selección de las presas (Boice & Williams, 1971). Por lo que los organismos adultos al tener una mayor talla (LHC) presentan mayor preferencia hacia presas de mayor tamaño, como son los orthopteros, así como para las crías lo son los hemípteros. En el caso de los organismos jóvenes, que resultaron tener una dieta que tiende a ser especialista en himenópteros posiblemente sus hábitos son modificados por otras variables ya que, se sabe que los organismos sufren modificaciones en su comportamiento por los períodos de hibernación y reproducción en los cuales deben guardar una mayor cantidad de

reservas energéticas (Ortega, 1986; Tinkle, 1969), a lo que atribuimos que durante la época de lluvias muestren una dieta especialista, con tendencia por los coleópteros a pesar de que durante esta época hay un incremento de la biomasa vegetal en la región, incrementando el número de presas disponibles ya que esta época es considerada la de mayor disponibilidad y abundancia de recursos (Gonzales-Rul, 1987); sin embargo, la tendencia por los coleópteros permanece. De manera similar la época de secas mostró un valor que indica una dieta especialista, con tendencia por los coleópteros. El taxa más importante de las presas encontradas resultaron ser los coleópteros en ambos casos, sin embargo, al realizar el análisis de sobreposición de dietas para estas dos variables, resultó un valor cercano a cero, lo que indica que no existe sobreposición a pesar de la preferencia por los coleópteros mostrada en las dos épocas. De manera similar los coleópteros ocuparon los valores más importantes de VIA para los tres tipos de vegetación analizados, apoyando el estudio realizado por Orea (2010) en el que reporta que *H. arenicolor* no muestra diferencias significativas en cuanto a su presencia en los cuatro gremios en los que clasificó a este anuro. Al analizar la dieta observamos que la presa con un VIA más alto encontrado en su dieta, la encuentra en los tres tipos de vegetación analizados en el presente estudio, los análisis muestran un comportamiento generalista para el tipo de vegetación de Bosque de Encino y de Selva Baja. En la Zona de Transición se observó un comportamiento especialista con una marcada tendencia por los coleópteros, apoyando el estudio realizado por Muñiz (2010) en el mismo tipo de vegetación clasificado como Zona de Transición del presente estudio, en el que afirma que los cambios ambientales que las

actividades antropogénicas generan pueden crear condiciones que las especies de anfibios y reptiles pueden aprovechar para mantenerse. Se estudió la sobreposición en la dieta según la época del año, mostrando que a pesar que en ambas se trata de un comportamiento especialista, no se sobreponen, ya que para la época seca solo se encontraron seis ítems alimenticios y para la de lluvias 12. Los comportamientos observados se atribuyen a que se sabe que existe una influencia del hábitat sobre las poblaciones de anfibios, donde las modificaciones de éste afectan la dieta y la estructura de las poblaciones (Anderson & Mathis 1999).

La disponibilidad de alimento mostró que a pesar de que los coleópteros que resultaron ser el ítem alimenticio con un mayor valor de VIA, no fue el más asociado a *H. arenicolor* ya que solo se encontró conformando el 32.74% del total de organismos pertenecientes a la fauna asociada; los hemípteros resultaron ser el 50.44% del total de organismos de la fauna asociada los cuales no resultaron ser un ítem alimenticio importante de la dieta de *H. arenicolor*.

La marcada tendencia de este anuro a preferir los coleópteros como presa principal, seguido de los hemípteros en menor proporción sugiere un incremento en la eficiencia de explotación de los recursos alimentarios sin incrementar con ello la competencia intra-específica (Van Sluys, 1993). Esto también nos sugiere que la retribución energética que obtiene al ingerir este tipo de presa es mayor a la que obtienen de cualquier otra presa ingerida y se concuerda con el estudio realizado por Peltzer (2005), en el que los coleópteros se mantienen como un taxa con VIA alto dentro de la dieta de distintos anuros.

*H. arenicolor* puede ser utilizado como un controlador biológico para la presa Coleoptera, con la previa realización de estudios para el identificar el tipo de plagas.

## Conclusiones

El comportamiento de *H. arenicolor* en cuanto a los hábitos alimenticios es clasificado como especialista.

La dieta de *H. arenicolor* en este estudio resultó estar compuesta por 12 ítems alimenticios con 11 taxa de presas, siendo los coleópteros los más importantes.

Es evidente que ontogenética, temporal y espacialmente *H. arenicolor* incluye en su dieta los mismos taxa preferenciales, sin embargo, existen variaciones en los hábitos alimenticios de este anuro.

Se determinó una gran amplitud en cuanto a la diversidad de recursos alimentarios dentro de la dieta de este anuro.

*H. arenicolor* se encuentra más asociada a los hemípteros en los lugares donde habita.

No existe una asociación en cuanto a la disponibilidad de alimento y los componentes de la dieta de *H. arenicolor*.

No se registra sobreposición para las variantes en la dieta de *H. arenicolor*.

Se recomienda estudiar a *H. arenicolor* en otros tipos de vegetación para ampliar su uso potencial como controlador de plagas.

## Literatura citada

Abbadie-Bisogno K. M. 2004. Algunos aspectos ecológicos de *Hyla xera* e *H. arenicolor* (Amphibia: Anura: Hylidae) en la zona árida de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de estudios superiores Iztacala, UNAM. 48 p.

Acosta. M. 1982. Índice para el estudio del nicho trófico. Ciencias Biológicas. Academia de ciencias de Cuba (70): 125-127.

Aguilar, J. 1993. Educación Ambiental. Desde Río hacia las sociedades sustentables y de responsabilidad global. Cuadernos para una sociedad sustentable. Ed. GEA y Fundación Fredrich Ebert.

Altieri M. A. & C. I. Nicholls, 2005, Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture, University of California, Berkeley

Anderson A. M., D. A. Haukos, & J. T. Anderson. 1999. Diet composition of three anurans from the Playa wetlands of northwest Texas. Copeia 1999: 515-520.

Arnet, H. R. & L. R. Jaques. 1987. "Guide Insecto". Publ. Simon y Shuster. New York.

Bergvinson, D. J. 2004. Opportunities and challenges for IPM in developing countries. In: Koul, O., Dhaliwal, G. S. and Cuperus, G. W. (eds.) Integrated pest management potential, constraints and challenges. Oklahoma, OK, USA. p. 281-312.

Bergvinson, D. J. & García-Lara, S. 2004a. Genetic approaches to reducing losses of stored grain to insects and diseases. *Curr. Opin. Plant Biol.* 7:480-485.

Boice, R. & R. C. Williams. 1971. Competitive feeding behavior of *Rana pipiens* & *Rana clamitans*. *Anim. Behav.* 19: 548-551.

Borror, J. D., White E. R., 1970, A field guide to insects of America of North México. Houghton Wiflin Company Boston, 404 pp.

Casas, A. & McCoy, C. 1987. Anfibios y reptiles de México. Editorial Limusa. México. D.F.

Costa, C. 2000. Estado de conocimiento de los Coleóptera Neotropicales. En: Martín-Piera, F., J.J. Morrone y A. Melic (Eds.). Hacia un proyecto Cyted para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PriBes-2000. *m3m: Monografías Tercer Milenio* 1: 99-114.

DeBach, P., 1964, Biological control of insect pests and weeds, Londres, Chapman y Hall, 844 p.

De La Maza, E. R. y A. Ojeda C. 1995. La Horofauna higrófila de la cañada de La Toma, Tilzapotla, Morelos, México. (Lepidoptera-Rhopalocera). Rev. Soc. Mex. Lep. XV (2) p. 1-3.

De La Maza, E. R., A. White L. y R. De La Maza R. 1995. Exploración de factores compensatorios que permiten el refugio de Rhopalocerofauna higrófila en cinco cañadas de clima subhúmedo en Morelos, México. Rev. Soc. Mex. Lep. XVI (1) p. 1-63.

Dorado O., Maldonado B., Arias D.M., Sorani V. Ramirez R., Leyva E. y D. Valenzuela, 2005, Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Dirección General de Manejo para la Conservación, CONANP.

Dorado, O. 1983. La subfamilia Mimosoideae (Familia Leguminosae) en el Estado de Morelos. Tesis. Escuela de Ciencias Biológicas, UAEM, Cuernavaca, 190 pp.

Duellman, W. E., 2001, The Hylid Frogs of Middle America. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Contrib. Herpetol., Ithaca, New York.

Escobar, F. 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitats en la Reserva Natural Nukak, Guaviare, Colombia. Acta Zool. Mex. (n.s). 79: 103

Flores, O., Mendoza F & Gonzales G., 1995, Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. Publicaciones Especiales Museo de Zoología. Facultad de Ciencias. UNAM.

Flores-Villela, O. & L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* 20:115-144.

García-Lara, S.; Burt, A. J.; Serratos J. A.; Díaz-Pontones, D. M.; Arnason, J. T. and Bergvinson, D. 2003. Defensas naturales en el grano de maíz al ataque de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae): mecanismos y bases de la resistencia. *Rev. Educ. Bioquímica*. 22:138-145.

García-Lara S. & Bergvinson, 2007, D. J. Programa integral para reducir pérdidas poscosecha en maíz. *Agricultura Técnica en México* 33 (2):181-189.

García-Páez, Fernando, & Cruz-Medina, Isidro R.. (2009). Variabilidad de la precipitación pluvial en la región Pacífico Norte de México. *Agrociencia*, 43(1), 1-9.  
Recuperado en 31 de mayo de 2016, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952009000100001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000100001&lng=es&tlng=es).

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Ed. Larios, México, 150 p.

García E., 1990. "Climas". IV.4.10 (A).Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.

Gonzales-Rul, M. 1987 Análisis de los hábitos alimenticios de *Sceloporus dugesi intermedius* (lacertilia: Iguanidae), en la cuenca del lago de Pátzcuaro. Michoacán. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM.

Halfpter, G., Favila, M. E. Favila, 1993, The Scarabaeinae (Insecta: Coleóptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. Biol. Interna. No. 27. 21 pp

Huitzil Mendoza, 2007, Herpetofauna de dos localidades en la región Norte de Zimapán, Hidalgo. Tesis Profesional. Instituto de Ciencias Basicas e Ingenieria, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Huitrón H. A. y García G. F. 2015 Ayuntamiento de Jilotepec. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15045a.html>. Consulta: 6 de marzo de 2015

INEGI,1981, Síntesis geográfica del Estado de Morelos. Secretaría de Programación y Presupuesto, Mexico.

Jacques, H. E.. 1947, How to know insects. Brown Company Publishers. 205 pp.

Lemos Espinal J. A., Dixon J. R., 2010, Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México., Texas A & M University, UNAM, México.

Legler J. M. y L. J. Sullivan. 1979. The application of stomach-flushing to lizards and anurans. Herpetologica 35: 107-110.

Levins, R. 1968. Towards and evolutionary theory of the niche. Evolution and environment, drake. Uni.Press, New Haven.

Mendoza-Estrada, L. J., Lara-Lopez R. & Castro-Franco R. 2008. Dieta de *Lithobates zweifeli*, Frost y Webb 1894 (Anura: Ranidae) en un río estacional del centro de México. Acta Zoológica Mexicana. 24(1): 169-197.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28:291-279.

Morón, M.A., B. C. Ratcliffe & C. Deloya. 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleóptera Lamellicorni

Muñiz Martínez R., 2010, Impacto de las actividades antropogénicas sobre la herpetofauna de La Breña Durango. Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo integral regional Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional.

Nicholls Estrada C. I., 2008, Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Ciencia y Tecnología Editorial Universidad de Antioquia, 282 p

Oliver-Lopez L., G. A. Woolrich-Piña, J. A. Lemos-Espinal, J. E. González-Espinosa, F. Correa-Sánchez, A. H. Díaz de la Vega, y J. C. Navarro-García. 2004. Repartición de recursos alimentarios en un ensamble de anuros que habitan en el valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Libro de Resúmenes. VIII Reunión Nacional de Herpetología. UJAT, Villahermosa, Tabasco. 68 pp.

Orea-Gadea J. 2010. Efecto de plantaciones mixtas sobre la diversidad herpetofaunística en selva baja caducifolia de Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de ciencias biológicas, 45 p.

Ortega Gómez, A. 2006. Distribución y propuesta de áreas prioritarias para la conservación del género *Ambystoma* en Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.

Ortega, A. 1986. Fat body cycles in a montane population of *Sceloporus grammicis* J. Herpetology. Vol. 20(1): 104-108.

Pérez- Rivera, R. A. 1985. Nota sobre el hábitat, los hábitos alimentarios y los depredadores del lagarto *Anolis cuveri* (Lacertilia: Iguanidae) de Puerto. Caribbean Journal Sciences. 21(3-4): 101-103

Peltzer P.M., Lajmanovich, R.C., Attademo A. M. & W. Cejas 2005. Diversidad y conservación de anuros en ecosistemas agrícolas de Argentina: implicancias en el control biológico de plagas. En: Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino II. INSUGEO, Miscelánea, 14: 263-280. Tucumán.

Pianka, E. R. 1975. Niche relations of desert lizards. M. Cody y J. Diamond (Edit) Edology and evolution of communities. Cambridge university press. Cambridge. Pp 292-314

Pingali, P. L. and Pandey, S. 2001. World maize needs meeting: Technological opportunities and priorities for the public sector. In: Pingali, P. L. (ed.). CIMMYT 1999-2000. World maize facts and trends. meeting world maize needs:

Technological opportunities and priorities for the public sector. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, Estado de México, México.

Powell, R., PARMELEE, JR., Rice M. A. & Smith D. D. 1990. Ecological observations of *Hemidactylus brooki haitianus* Meerwath (Sauria: Gekkonidae) from Hispanoila. Carib. J. Sci. 26: 67-70

Ramírez-Bautista A., 1994, Manual de claves ilustradas de anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Cuadernos Ibumam 23. Instituto de Biología. UNAM.

Richardson C. H., 1912, the distribution of *Hyla arenicolor* Cope, with notes on its habits and variation. *The American Naturalist*, Vol. 46, No. 550 (Oct. 1912), pp. 605-611

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, 399 pp.

Simpson, E. H. 1947. Nature. 163:688

Tinkle D. W. 1969 The concept of reproductive effort and its relation to the evolution of life histories in lizards. Am. Nat. 103: 501-516.

Whitaker J. O., D. Rubin, y J. R. Munsee. 1977. Observations on food habits of four species of spadefoot toads, genus *Scaphiopus*. *Herpetologica* 33: 468-475

Van Sluys, M. 1993. Foods Habits of the Lizard *Tropidurus itambere* (Tropiduridae) in Southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*. Vol. 27, No 3, Pp 351-354

Vidal Z. R. 1980 Algunas relaciones clima-cultivos en el Edo. Mor. Instituto de Geografía UNAM, México.