



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias



“Composición de la dieta de la rana toro *Lithobates catesbeianus* (Anura: Ranidae) en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México”

Tesis

Que para obtener el título de:

Bióloga

Presenta

Liliana Ortiz Serrato

Ensenada, Baja California, Junio de 2013

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias

“Composición de la dieta de la rana toro *Lithobates catesbeianus* (Anura: Ranidae) en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México”

Tesis

Que para obtener el título de Bióloga

Presenta

Liliana Ortiz Serrato

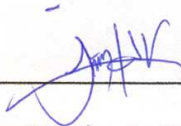
Aprobado por:



Dr. Gorgonio Ruiz Campos



M.C. Jorge Alaniz García



M.C. Jorge Heriberto Valdez Villavicencio

Al entendimiento, cuando creo que lo tengo totalmente entre mis manos, miro al frente y me doy cuenta que solo tome un grano de arena en una playa de dimensiones infinitas.

(María Noelia Arce)



AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a todos ellos:

A mis padres y hermanos por confiar en mí y en que podía terminar esta etapa de mi vida, por estar conmigo en todo momento y por el gran apoyo que me dieron para terminar la carrera, por su preocupación durante las desveladas y por todo el cariño que me han dado.

Agradezco profundamente a mi director de tesis, Dr. Gorgonio Ruiz Campos por su gran apoyo, tiempo y dedicación durante las salidas de campo, trabajo en laboratorio, revisión del presente estudio, así como por su ocupación en mi superación académica y compartir conmigo su experiencia y conocimientos; y sobre todo, por la paciencia que me tuvo para la realización de esta tesis.

A Isaac García por su amor y comprensión durante esta etapa, porque estuvo apoyándome y animándome todo el tiempo.

A mi sinodal y amigo, M.C. Jorge H. Valdez Villavicencio por su gran apoyo incondicional en el campo, recopilación de artículos, por su tiempo y dedicación en la revisión del documento, por compartir conmigo conocimiento y experiencias durante las salidas de campo, por su amistad, además por su gran influencia en mi formación en el área de la herpetología, y por que sin él no hubiera sido posible este trabajo.

A mi sinodal, M.C. Jorge Alaníz García por su tiempo y valiosa asesoría durante las diferentes etapas de mi trabajo de tesis.

Igualmente deseo agradecer el apoyo logístico recibido del Cuerpo Académico “Estudios Relativos a la Biodiversidad”, a través del proyecto interno de investigación 2013 “Evaluación Ecológica y Distribución de Especies Exóticas Invasivas Selectas en Humedales del Estado de Baja California”.

A mis amigos, compañeros de recolecta y grupo de herpetología, Adriana Mateos, Andrea Navarro y José Israel Hernández por su gran ayuda y apoyo durante los muestreos en campo, además de que estuvieron conmigo en esta importante etapa de mi vida, porque me animaron a seguir adelante, pero sobre todo por su amistad.

A mis compañeros y amigos, Ibes F. Dávila por su valiosa ayuda en la elaboración de los mapas, a Fernando Díaz por ayudarme a convertir las coordenadas, a Edith Fernández, Oscar Salazar, Yannick Anaya, Laura Martínez Castañeda, Daniela Durazo, Salomé Hernández, Patricia García por presionarme para que terminara la tesis, por cada palabra de aliento, porque me animaron siempre a seguir adelante, pero sobre todo por su valiosa amistad durante la carrera y después de ella.

Y a las personas que de una u otra forma me apoyaron en la elaboración de esta tesis ya sea en campo, laboratorio, análisis de datos y/o la elaboración del escrito, muchas gracias a todas ellas.

A todos y cada uno de ustedes “Muchas Gracias”



RESUMEN

La composición de la dieta de la rana toro exótica, *Lithobates catesbeianus*, del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México, fue estudiada durante los meses de primavera y verano de 2009. El análisis del contenido estomacal de 64 ejemplares reveló la presencia de 15 tipos de presas, de los cuales los más importantes de acuerdo al índice de importancia relativa fue el langostino rojo exótico (*Procambarus clarkii*), con un 63.7%, seguido por isópodos terrestres (Armadillidiidae) con 30.6%. La dieta de la rana toro fue significativamente similar en los meses de junio y agosto (62%), como también en mayo y julio (78%). La dieta en relación al sexo presentó una mayor similitud entre machos y hembras, siendo la principal presa compartida el langostino rojo, mientras que con los juveniles tuvieron una preferencia significativa hacia presas de la familia Armadillidiidae. A nivel de clases de talla, la dieta difirió marcadamente entre las clases talla 1 (45-86 mm) y 3 (129-170 mm), siendo la dieta de las clases de talla 1 y 2 (87-128 mm) significativamente similar. La diversidad trófica fue mayor en juveniles y menor en machos, y a nivel de tallas fue mayor en la clase de talla 2. La longitud corporal de la rana toro y el tamaño de promedio de la presa ingerida fueron significativamente correlacionadas, indicando que el tamaño de la presa consumida se incrementa con el tamaño de la rana toro.

Abstract: The composition of the diet of the invasive exotic bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) was studied in the Arroyo San Carlos, northwestern Baja California, Mexico, during spring and summer of 2009. Analysis of 64 stomach contents revealed the presence of 15 types of prey, of which the exotic red crayfish (*Procambarus clarkii*) woodlice (Armadillidiidae) were the most important with 64% and 31%, respectively. The diet and of the bullfrog was similar between June and August (62%), as well as between May and July (78%). Diet of males and females showed a high similarity (73%) with high proportions of red crayfish, while juveniles had a marked preference on terrestrial isopods. In terms of size of bullfrog, the diet differed between smallest (45-86 mm) and largest size classes (129-170 mm) with a value of 12%. Average prey size consumed by bullfrog was correlated with the body length of this predator.

Palabras clave: *Lithobates catesbeianus*, rana toro, dieta, diversidad de presas, Baja California.

Índice de Contenido

	Página
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
Vegetación:.....	7
HIPOTESIS	8
OBJETIVO GENERAL	8
Objetivos particulares:.....	8
MATERIALES Y METODO	8
RESULTADOS	13
Parámetros Físico-Químicos.....	13
Composición de la Dieta.....	13
Composición de la Dieta Total y Mensual.....	15
Composición de la Dieta por Sexo.....	22
Composición de la Dieta por Talla.....	25
Similitud Trófica.....	30
Diversidad Trófica.....	34
Correlación Tamaño de Presa vs Longitud de la Rana Toro.....	39
DISCUSIÓN	43
CONCLUSIONES	47
LITERATURA CITADA:	48

Índice de Tablas

Página

Tabla I. Parámetros físico-químicos del agua registrados en el Arroyo San Carlos (Rancho Casas Blancas), Ensenada, Baja California, México, durante mayo a agosto de 2009.....	13
Tabla II. Composición mensual del contenido estomacal de la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México (mayo a agosto de 2009).....	14
Tabla III. Composición alimentaria de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> , del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México, durante el período mayo a agosto de 2009. Número total de ranas examinadas =64. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.....	16
Tabla IV. Composición de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> durante mayo de 2009, en el Arroyo San Carlos, Ensenada Baja California, México. Número de ranas examinadas = 17. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.....	17
Tabla V. Composición de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> en junio de 2009, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 14. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.....	18
Tabla VI. Composición de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> durante julio, en el Arroyo San Carlos, Ensenada Baja California, México. Número de ranas examinadas = 17. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.....	19
Tabla VII. Composición de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> durante agosto, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 16. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.....	20
Tabla VIII. Composición de la dieta de hembras de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> , del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a agosto de 2009. Número de ranas examinadas= 27. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.....	22
Tabla IX. Composición de la dieta de machos de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> , del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a Agosto de 2009. Número de ranas examinadas = 20. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.....	23
Tabla X. Composición de la dieta de juveniles de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> , del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a agosto de 2009. Número de ranas examinadas = 17. Np= Número de	

presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.24

Tabla XI. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, de la clase talla 1 (45-86 mm) del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 10. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.26

Tabla XII. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, de la clase talla 2 (87-128 mm) del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 28. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.27

Tabla XIII. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, de la clase talla 3 (129-170 mm), del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 10. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.28

Tabla XIV. Similitud trófica (índice de traslape de Schoener) de la rana toro entre los meses muestreados, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....31

Tabla XV. Similitud trófica (índice de Schoener) de la rana toro por sexo, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....32

Tabla XVI. Similitud trófica (índice de Schoener) entre las diferentes clases de talla de la rana toro, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....33

Tabla XVII. Índice de diversidad trófica de Shannon por sexo y mes para la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....36

Tabla XVIII. Índice de diversidad de Shannon por talla de la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....38

Índice de Figuras

Página

Figura 1. Área de estudio en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California. Los símbolos indican los sitios de recolecta de la rana toro.	7
Figura 2. Ejemplares de rana toro (<i>Lithobates catesbeianus</i>) del Arroyo San Carlos, Baja California, México. (A) hembra, y (B) macho. (Fotografías de Gorgonio Ruiz-Campos).	11
Figura 3. Número de presas identificadas en el contenido estomacal de la rana toro (<i>Lithobates catesbeianus</i>) para cada uno de los meses de muestreo (mayo a agosto de 2009).	14
Figura 4. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> , del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México (mayo a agosto de 2009).	17
Figura 5. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> durante mayo de 2009, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.	18
Figura 6. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> durante Junio, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.	19
Figura 7. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> durante julio, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.	20
Figura 8. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> durante agosto, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.	21
Figura 9. Porcentaje del IIR de la dieta de hembras de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> , del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a agosto de 2009.	23
Figura 10. Porcentaje del IIR de la dieta de machos de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> , del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a agosto de 2009.	24
Figura 11. Porcentaje del IIR de la dieta de juveniles de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> , del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a Agosto de 2009.	25
Figura 12. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> de la clase talla 1 (45-86 mm), del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.	27
Figura 13. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> de la clase talla 2 (46-128 mm), del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.	28
Figura 14. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, <i>Lithobates catesbeianus</i> de la clase talla 3 (129-170 mm), del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.	29
Figura 15. Dendrograma de similitud trófica de la rana toro entre los meses de muestreo en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.	31

Figura 16. Dendrograma de similitud trófica por sexo de la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....	32
Figura 17. Dendrograma de similitud trófica entre clases de talla de la rana toro, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....	33
Figura 18. Promedio de diversidad trófica de Shannon de la rana toro a nivel mensual en el Arroyo San Carlos, Baja California, México.....	35
Figura 19. Promedio de diversidad trófica de Shannon en la rana toro por sexo en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....	36
Figura 20. Índice de diversidad trófica de Shannon por sexo y por mes para la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....	37
Figura 21. Promedio de diversidad trófica de Shannon en la rana toro por clase de talla en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....	38
Figura 22. Promedio diversidad trófica de Shannon por clase de talla de la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....	39
Figura 23. Correlación entre el tamaño promedio de la presa ingerida y la longitud corporal de la rana toro del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....	40
Figura 24. Correlación entre el tamaño promedio del langostino (<i>P. clarkii</i>) ingerido y la longitud corporal de la rana toro del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....	41
Figura 25. Correlación entre el peso fresco del estómago y longitud corporal (hocico-cloaca) de la rana toro del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.....	42

Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* (Anura: Ranidae), en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México

INTRODUCCIÓN

La rana toro *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) es un anuro nativo de la región oriental de los Estados Unidos de América, cuya distribución se extiende desde el Este de las Montañas Rocallosas hasta el Noreste de México (Clarkson y deVos, 1986). Desde hace muchos años, la rana toro ha sido introducida en muchos países con fines comerciales, principalmente como fuente de alimento (Moyle, 1973; Bury y Whelan, 1984; Giovanelli et al., 2008), destacando las introducciones en la región Oeste de los Estados Unidos de América (California y Colorado), en varios países de Europa (Stumpel, 1992; Thiesmeier et al., 1994), Sudamérica y Asia (Kupferberg, 1997), así como en el oeste de Canadá, noroeste de México, Caribe, Brasil y Hawaii (Bury y Whelan, 1984) entre otros. En el Estado de Baja California, su presencia es registrada al Este de Tijuana, Rio Colorado, La Misión, y en las inmediaciones de la ciudad de Ensenada (Grismer, 2002; Mahrtdt et al., 2002). Por su parte, en el Estado de Baja California Sur, esta especie se distribuye en los oasis de San Ignacio, Mulegé, San José de Magdalena, Santiago y El Chorro (Grismer, 2002; Luja y Rodríguez-Estrella, 2010), y más recientemente registrada en los oasis de San Joaquín, El Sauzal, Todos Santos, Santa Rita y El Sol de Mayo (Luja y Rodríguez-Estrella, 2010).

Por su tamaño, la rana toro es considerada la rana más grande de Norteamérica, alcanzando una talla de 100 a 460 milímetros y un peso de hasta 500 gramos. Su coloración varía de verde pálido a varios tonos de pardo, presentando manchas más oscuras en la parte dorsal, mientras que en la parte ventral varía de blanco a amarillo crema. La rana toro como muchas otras especies de la familia Ranidae posee una piel lisa y se distingue de otras especies por su mayor tamaño corporal, la presencia de pliegues dorso-laterales que bordean el tímpano y las extremidades traseras están bandeadas o manchadas y presentan membranas interdigitales en todos los dedos (excepto el cuarto dedo). Esta especie

presenta dimorfismo sexual, el macho adulto se distingue por el gran tamaño de la placa auditiva (tímpano) que es de 2 a 2.5 veces mayor que el diámetro del lóbulo ocular, mientras que en la hembra el tímpano es de igual o menor tamaño que el lóbulo ocular. En la época reproductiva el macho presenta una coloración amarilla en la región sub-bucal, mientras que en la hembra se observa blanca (Bruening, 2002).

La introducción de la rana toro en muchos lugares del mundo ha sido para fines alimenticios, pero debido a su gran plasticidad ecológica, competitividad y de dispersión la han convertido en una especie de carácter invasiva en los ecosistemas acuáticos continentales (Maeda y Matsui, 1999). Muchos herpetólogos han encontrado que la introducción de esta especie ha causado la eliminación o declive de poblaciones de anuros nativos por efecto de interferencia (competencia) y depredación (Hammerson, 1982; Hayes y Jennings, 1986; Lannoo *et al.*, 1994).

La dieta de esta rana es muy amplia y variada, la cual le permite ser muy exitosa en los nuevos ambientes donde habita. Actualmente no se han publicado estudios en México acerca de la composición de la dieta de la rana toro en condiciones silvestres. Los únicos estudios que se han realizado han sido referentes al cultivo (Casillas, 1999; Casas *et al.*, 2001), aprovechamiento (Juárez, 1997 en Ávila-Villegas *et al.*, 2007; Casillas, 1999), distribución (Flores -Villela, 1993; Casas *et al.*, 2001; Álvarez-Romero *et al.*, 2005; Ávila-Villegas *et al.*, 2007; Luja y Rodríguez-Estrella, 2010), ecología y los efectos que causa como especie exótica (Álvarez-Romero *et al.*, 2005; Luja y Rodríguez-Estrella, 2008 y 2010), sin embargo este problema se ha tratado de manera muy general. Estudios realizados sobre esta especie en países como Estados Unidos de América, Canadá, Japón y Sudamérica han demostrado los efectos negativos sobre las poblaciones de ranas nativas. En Baja California se conoce la distribución de esta especie, sin embargo no se han hecho estudios referentes a la composición de la dieta. En virtud de lo antes expuesto, este trabajo pretende analizar la composición de la dieta de la rana toro con respecto al sexo y la talla durante primavera y

verano en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, con el objetivo de determinar su amplitud trófica y su posible efecto como depredador de especies acuáticas nativas.

ANTECEDENTES

La introducción de la rana toro ha sido la principal causa de la disminución de las poblaciones de muchas especies de ranas nativas. Varios estudios han demostrado que la rana toro causa efectos negativos en diferentes especies de anuros nativos por medio de la exclusión competitiva por hábitat y la depredación (Rosen y Schwalbe, 1995; Kiesecker y Blaustein, 1998). Las poblaciones de las ranas de patas rojas (*Rana draytonii*) y de patas amarillas (*Rana boylei*) han disminuido en algunas regiones de California, después de la introducción de la rana toro (Moyle, 1973). Este efecto ha sido también notado en las poblaciones de *Lithobates pipiens* (rana leopardo) y de *Lithobates clamitans*, las cuales se han recuperado después de la erradicación de la rana toro en algunas regiones de Canadá en donde ésta había sido introducida (Hecnar y M'Closkey, 1996). Otras especies de vertebrados también podrían ser afectadas debido a la depredación voraz de esta rana exótica, tales como aves (Gollop, 1978), mamíferos pequeños, peces (Korschgen y Moyle, 1976; Corse y Metter, 1980; Grismer, 2002), algunos reptiles como tortugas (Corse y Metter, 1980; Graham 1984), serpientes (Minton, 1949; Smith, 1977; Grismer, 2002) y lagartijas (Grismer, 2002), entre otros.

Moyle (1973) analizó los efectos de la introducción de la rana toro sobre las especies de ranas nativas del Valle de San Joaquín, California. Concluyó que la desaparición de la rana de patas rojas (*Rana draytonii*) de la región y la reducción de la población de la rana de patas amarillas (*Rana boylei*) estuvo asociada con la alteración antropogénica del hábitat y la introducción de la rana toro.

Hirai (2004) estudió la dieta de la rana toro del estanque Mizorogaike de Kioto, Japón, donde encontró que los adultos consumieron principalmente cangrejos de río (*Procambarus clarkii*). Asimismo, determinó que la dieta de los juveniles se compone

especialmente de diversos artrópodos. Ambos adultos como juveniles exhibieron una dieta muy variada compuesta de presas acuáticas, y en ningún caso consumieron anuros nativos.

Silva *et al.* (2009) realizaron un estudio sobre la dieta de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) en Viçosa, Minas Gerais, Brasil, con el objetivo de analizar el efecto de la talla, sexo y madurez sexual de la rana toro en relación a los diferentes tipos de presas consumidas. En dicho estudio se reportaron varias clases de presas, de las cuales las más frecuentes fueron anuros post-metamórficos, e invertebrados de las clases Diplopoda, Hemiptera, Hymenoptera, Formicidae y Aranea. Adicionalmente, encontraron que los adultos de la rana toro incluyeron en su dieta un volumen significativo de anfibios. Finalmente, los resultados de este trabajo confirman que la rana toro es un depredador generalista y que puede llegar a tener efectos negativos importantes sobre las poblaciones de anfibios nativos que ocupan los mismos ambientes.

Silva *et al.* (2011) realizaron un estudio sobre la dieta de la rana toro en dos localidades del sureste de Brasil, del cual se basó en observaciones de campo y análisis de contenidos estomacales, con el objetivo de investigar la depredación sobre anuros nativos y determinar la variación espacial en la depredación. En dicho análisis del contenido estomacal se registraron varios anuros pertenecientes a las familias Bufonidae, Hylidae, Leiuperidae y Microhylidae. Por tanto, el posible impacto negativo de la depredación de la rana toro puede ser más significativo sobre aquellas especies de anuros que utilizan los mismos microhábitats. Sin embargo, son necesarios más estudios para aclarar la situación de esta rana invasora en Brasil.

Algunos de los estudios realizados sobre los efectos de la invasión de la rana toro han sido a través de la competencia larval entre esta especie y otras ranas nativas (*e.g.* *Pseudacris hypochondriaca* y *Rana boylei*). Kupferberg (1997) efectuó un estudio experimental en un sistema de río del norte de California, utilizando estanques artificiales de 2 m² cada uno, conteniendo renacuajos de las ranas nativas y de la rana toro. Dicho

estudio demostró que los renacuajos de la rana toro redujeron en un 48% la supervivencia de *Rana boylei* y un 24% el tamaño durante la metamorfosis. Por su parte, los renacuajos de la rana toro causaron una reducción del 16% del tamaño en la metamorfosis de *Pseudacris hypochondriaca*, pero sin efecto significativo en la supervivencia. Por tanto, los resultados indican que la competencia de larvas de la rana toro disminuyó considerablemente la supervivencia y el crecimiento de renacuajos nativos.

Werner *et al.* (1995) en un estudio realizado en el sureste de Michigan examinaron la composición de la dieta de la rana toro y de la rana verde (*Lithobates clamitans*) con el propósito de conocer las posibles interacciones tróficas. La rana toro tiende a ocupar comúnmente hábitats acuáticos en comparación con la rana verde. La composición de la dieta varió entre las dos especies de ranas, estando compuesta en la rana toro por ranas juveniles pequeñas y abundantes presas acuáticas como hemípteros y odonatos. Debido a que la rana verde ocupa preferentemente hábitats terrestres, su dieta se compone principalmente de presas como escarabajos, avispas y abejas. Por ejemplo en Oregon, Pearl *et al.* (2004) demostraron que la rana toro consume más juveniles de *Rana pretiosa* que de *Rana aurora*, ocasionando la disminución de la población de la primera especie.

En suma, la rana toro prefiere hábitats acuáticos a diferencia de otras especies de anuros nativos que son más afines a los biotopos terrestres (Stewart y Sandison, 1972; McAlpine y Dilworth, 1989; Pearl *et al.*, 2004).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Arroyo San Carlos se encuentra a 20 km aproximadamente al sureste de la Ciudad de Ensenada, Baja California, México (Fig. 1). Según la Clasificación Hidrológica Nacional, el Arroyo San Carlos pertenece a la Región Hidrológica 1 Baja California Noroeste (Ensenada), RH1, Cuenca "C" Río Tijuana-Arroyo Maneadero y a la sub-cuenca Arroyo Maneadero. El clima presente de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García, es de tipo seco mediterráneo templado con lluvias en invierno. Este clima se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales de 12° a 18°C y precipitaciones totales anuales de 100 a más de 300 mm, la precipitación media anual varía de 58.8 a 514.5 mm (INEGI, 2001).

El área de estudio se encuentra ubicada en el Valle de Maneadero, siendo este valle delimitado por elevaciones topográficas correspondientes a las inmediaciones de la Sierra de Juárez y por una pared escarpada localizada al sur que constituye un cierre hidrográfico. Las laderas están formadas por rocas volcánicas extrusivas e intrusivas y metamórficas, y la pared sur por rocas sedimentarias de origen marino (CONAGUA, 2002).

Por otro lado, la roca que constituye el Valle de Maneadero, corresponde a rocas ígneas plutónicas, volcánicas, metamórficas y sedimentarias. Los depósitos sedimentarios característicos de esta área corresponden a materiales aluviales, integrados por arenas de diferente granulometría, gravas, gravillas, arcillas y cantos rodados, que afloran desde la entrada del Arroyo San Carlos hacia el Valle de Maneadero (CONAGUA, 2002).

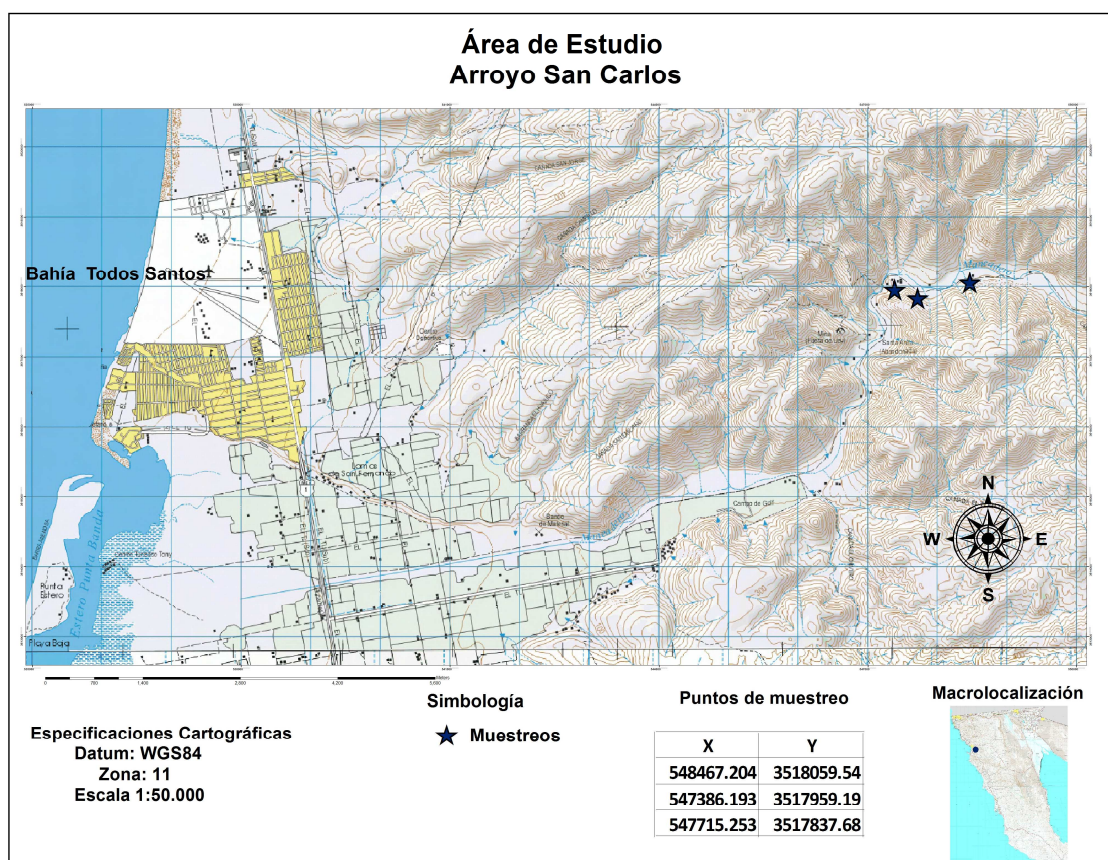


Figura 1. Área de estudio en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California. Los símbolos indican los sitios de recolecta de la rana toro.

Vegetación:

La vegetación que se encuentra en el área del Arroyo San Carlos está definida por el clima mediterráneo. La flora de esta región está conformada por dos tipos de vegetación: matorral costero y vegetación riparia. Entre las especies que pertenecen al matorral costero podemos encontrar las especies suculentas tales como *Bergerocactus emoryi*, *Dudleya attenuata*, *D. edulis*, *D. pulverulenta*, *Mammillaria dioca*, *Ferocactus viridescens*, *Opuntia californica*, *O. littoralis*, *Agave shawii*, entre otros. Entre los arbustos y subarbustos, están presentes especies como *Artemisia californica*, *Aesculus parryi*, *Fraxinus trifoliata*, *Lycium brevipes*, *L. californicum*, *Atriplex canescens*, *Ephedra californica*, *Encelia californica*,

Eriogonum fasciculatum, *Salvia mellifera*, *Malosma laurina*, *Rhus integrifolia* y *Simmondsia chinensis*. Por último, la vegetación riparia de tipo arbóreo está representado por *Quercus agrifolia*, *Platanus racemosa*, *Populus fremontii*, y *Salix lasiolepis*; mientras que la vegetación arbustiva por *Baccharis glutinosa*, *B. sarothroides*, *Heteromeles arbutifolia*, *Rhus ovata*, *Clematis lasiantha*, *Salvia vaseyi*, y *Lonicera subspicata* (Delgadillo, 1997).

HIPOTESIS

La rana toro exótica, *Lithobates castebeianus*, es un depredador generalista que se alimenta de presas tanto acuáticas como terrestres en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California.

La composición y diversidad de la dieta de la rana cambia estacionalmente (primavera-verano), así como con la talla y el sexo.

OBJETIVO GENERAL

Describir y cuantificar la composición y diversidad de la dieta de la rana toro exótica *Lithobates catesbeianus*, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, durante los meses de primavera y verano.

Objetivos particulares:

- a) Describir la composición estacional (primavera y verano) de la dieta de la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California.
- b) Determinar la composición y diversidad de la dieta de este anuro exótico a nivel de sexo y talla.
- c) Comprobar los efectos negativos de la rana toro hacia las poblaciones de especies acuáticas nativas por medio del análisis del contenido estomacal.

MATERIALES Y METODO

Se capturaron ejemplares de rana toro (Fig. 2) en diferentes sitios del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, durante mayo a agosto de 2009. La captura de las ranas se

realizó durante el crepúsculo o medianoche, con la ayuda de redes de cuchara ("dip nets") y lámparas de halógeno. La captura de las ranas se realizó en las partes más someras del cuerpo de agua o en los bancos del mismo. Los ejemplares capturados fueron sacrificados de manera inmediata a su captura utilizando una torunda de algodón impregnada con cloroformo al 10%. Los especímenes recién sacrificados fueron pesados con la ayuda de una balanza digital (precisión 0.1 g), enseguida se determinó el sexo por medio de la observación del tamaño del tímpano (machos con el diámetro del tímpano mayor que aquél del ojo, mientras que hembras el diámetro del tímpano es igual o más pequeño que aquél del ojo (Álvarez-Romero et al., 2005), y por último se midió la longitud total (distancia de la boca a la cloaca) con el uso de un vernier digital (precisión 0.01 mm). La extracción del estómago en cada ejemplar se hizo a través de una corte longitudinal ventral con la ayuda de un bisturí, procurando no introducir demasiado éste a fin de no rasgar la pared del estómago. Cada estómago removido fue pesado (precisión 0.1 g) y colocado en una bolsa de plástico microperforada, con sus respectivos datos de recolecta. Todos los estómagos en sus respectivas bolsas fueron colocados en un frasco de vidrio conteniendo una solución de formaldehído al 10% para su fijación.

El tiempo de fijación de los estómagos con formaldehído al 10% fue de ocho días, para después ser lavados con agua durante un día, y finalmente transferidos en alcohol isopropílico al 50% para su preservación definitiva.

Después de la fijación, se analizaron los estómagos de cada ejemplar colocándolos en una caja petri para extraer su contenido alimenticio mediante el lavado con una pizeta. Los rubros alimenticios presentes fueron identificados (a nivel familia), contados, pesados y medidos. Solamente las presas completas fueron medidas considerando la longitud corporal. En el conteo de las presas, las cabezas fueron consideradas como individuos, sin embargo otros fragmentos difíciles de identificar fueron considerados como material

orgánico no identificable (MONI). El peso de las presas fue medido con el uso de una balanza digital (precisión 0.1 g).

Varias medidas cuantitativas que describen la composición de la dieta (Lagler, 1978; Hyslop, 1980), fueron calculadas como sigue: *Porcentaje de frecuencia de aparición (%FA)* del taxón presa j , fue calculado como el porcentaje de los estómagos que contiene el taxón presa j . *Porcentaje numérico (%N)* del taxón presa j , fue calculado como el porcentaje del número total identificable del taxón presa j en todos los estómagos analizados, y dividido por el número total de taxa presa identificables en todos los estómagos. *Porcentaje de peso (%P)* del taxón presa j , fue basado en el peso total del taxón presa j , como una proporción del peso total de todos los contenidos estomacales, dichos porcentajes fueron calculados por cada mes muestreado, talla y sexo de la rana toro.

El índice de importancia relativa (IIR; Pinkas *et al.*, 1971) fue calculado para cada uno de los taxa presa identificados, así mismo para las diferentes clases de talla y sexo del depredador. Este índice integra las tres medidas de la dieta antes descritas, como $IIR = (\%N + \%P) (\%FA)$. Para propósitos comparativos, el valor absoluto de IIR de cada taxón presa fue expresado en porcentaje del total de todos los valores de IIR de todos los taxa presa identificados (%IIR).



Figura 2. Ejemplares de rana toro (*Lithobates catesbeianus*) del Arroyo San Carlos, Baja California, México. (A) hembra , y (B) macho. (Fotografías de Gorgonio Ruiz-Campos).

La similitud de la composición trófica de la rana toro entre clases de talla, sexos, así mismo entre estaciones del año, fue calculada con la ecuación de traslape de nicho de Schoener (1970), la cual de acuerdo a Wallace (1981), es la más adecuada en ausencia de datos de disponibilidad de presa en el ambiente. Esta ecuación se define como.

$$\alpha = [1 - 0.5 (\sum |P_{xj} - P_{yj}|)] \times 100$$

Donde α = traslape trófico, P_{xj} = proporción del taxón presa j (%IIR) en la dieta del grupo x (e.g., sexo, talla o estación del año x), y P_{yj} = proporción del taxón presa j (%IIR) en la dieta del grupo y (e.g., sexo, talla o estación del año). La significancia del traslape (α) se consideró para valores $\geq 60\%$ (0.60; Zaret y Rand, 1971). Con la matriz de similitud trófica para talla, sexo y meses de muestreo, se generaron dendrogramas utilizando el método de agrupamiento por pares promediados ponderados y la distancia métrica de Chebychev, todo ello con el paquete estadístico de Statistica 9 (StatSoft Inc., Tulsa, OK).

Asimismo, se determinó la diversidad trófica estomacal de la rana toro considerando el sexo, la talla y el mes de muestreo. Esta diversidad fue calculada con el índice de diversidad de Shannon (Pielou, 1975), el cual se define como:

$$H' = - \sum_{j=1}^n P_j \times \ln P_j$$

Donde $P_j = ni/N$, siendo ni el número de individuos del taxón presa j en el estómago, y N el total de individuos de todos los taxa presa en dicho estómago.

El coeficiente de correlación de Pearson (r , Sokal y Rohlf, 1981) fue utilizado para determinar el grado de asociación entre el tamaño de la rana toro y el tamaño promedio de presa consumida, considerando un nivel de significancia (p) de 0.05. Finalmente, se utilizó un análisis de regresión lineal simple (Sokal y Rohlf, 1981) para determinar si el peso estomacal fue dependiente del tamaño corporal de la rana toro.

RESULTADOS

Parámetros Físico-Químicos

A continuación se presentan los parámetros físico-químicos del agua del área de estudio, donde fueron capturados los ejemplares de la rana toro. Estos parámetros fueron tomados con un equipo multianalizador Hydrolab Scout 2, el cual mide de manera simultánea la temperatura (°C) del agua, conductividad (mS/cm), oxígeno disuelto (mg/l), potencial de iones hidrógeno (pH), salinidad (‰), porcentaje de saturación de oxígeno disuelto y sólidos disueltos totales (g/l).

Tabla I. Parámetros físico-químicos del agua registrados en el Arroyo San Carlos (Rancho Casas Blancas), Ensenada, Baja California, México, durante mayo a agosto de 2009.

Fecha	15 de Mayo	28 de julio				31 de agosto			
Hora	9:50 am	10:30 am	10:38 am	10:45 am	10:50 am	7:38 am	7:47 am	7:52 am	7:55 am
Poza		W (solana)	W (sombra)	E (sombra)	E (solana)	W (1a)	W (1b)	E (2a)	E (2b)
Temp. (°C)	19.5	28.83	28.69	27.22	27.66	28.75	28.40	28.98	28.98
Conductividad (mS/cm)	1.70	1.56	1.64	1.70	1.68	0.59	0.61	0.57	0.59
O ₂ disuelto (mg/l)	7.01	4.71	4.83	4.60	4.72	3.13	3.07	3.17	3.59
pH	7.6	8.69	9.25	9.22	9.15	8.73	9.40	9.29	9.67
Salinidad ‰	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.3	0.3	0.3	0.3
% de saturación Oxígeno	76.5	50.1	64.2	58.5	61.4	40	40	42.8	46.1
TDS (g/l)	1.07	1.04	1.04	1.07	1.08	1.04	0.39	0.34	0.37

Composición de la Dieta

Se analizó el contenido estomacal de 64 ejemplares (intervalo de talla de 45 a 170 mm de longitud hocico-cloaca) de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) capturados en primavera y verano (Mayo a Agosto de 2009). Un total de 15 rubros alimentarios fueron identificados, diez de ellos pertenecientes a familias de insectos, dos a crustáceos (Cambaridae, *Procambarus clarkii*; y Armadillidiidae), una especie de anfibio (*Lithobates catesbeianus*), un arácnido, y un molusco bivalvo (Tabla II, Figura 3).

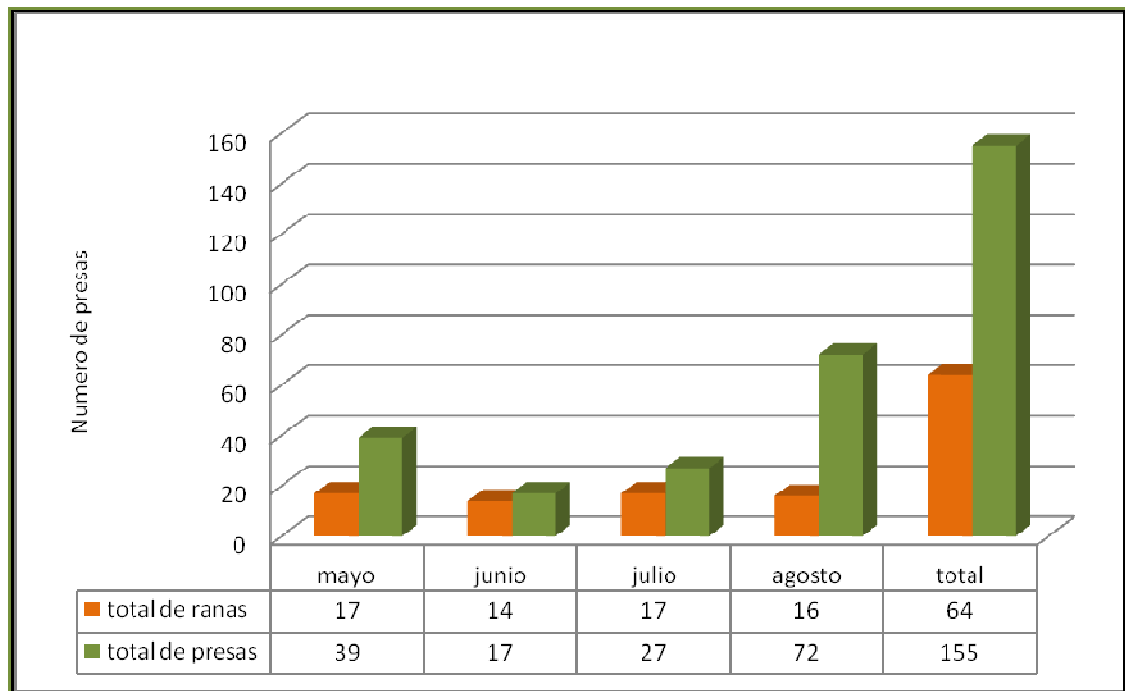


Figura 3. Número de presas identificadas en el contenido estomacal de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) para cada uno de los meses de muestreo (mayo a agosto de 2009).

Tabla II. Composición mensual del contenido estomacal de la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México (mayo a agosto de 2009).

N= 64				
Presa/Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Crustacea				
Cambaridae (<i>Procambarus clarkii</i>)	X	X	X	X
Armadillidiidae	X	X	X	X
Insecta				
Forficulidae	X	X		
Curculionidae	X	X		
Scarabaeidae	X	X		
Gomphidae	X			X
Hidrophilidae	X			X
Apidae			X	X
Formicidae		X		X
Vespinae		X		
Tenebrionidae				X
Carabidae		X		X
Amphibia				
Ranidae (<i>Lithobates catesbeianus</i>)			X	
Bivalvia				X
Aracnida	X			

Con base en los datos obtenidos durante los meses de muestreo, el mayor número de tipos de presas fue registrado en agosto (9), mientras que el menor número (4) ocurrió en julio.

Composición de la Dieta Total y Mensual

De acuerdo al Índice de Importancia Relativa (%IIR), los taxa presas más representativos en la dieta de la rana toro (ambos sexos combinados) durante los cuatro meses de muestreo, fueron: el langostino rojo exótico (*Procambarus clarkii*) con el 63.7%, seguido por los isópodos terrestres de la familia Armadillidiidae (30.6%); el resto de los rubros alimenticios (13 taxa presas) conformaron el 5.8% del total de la dieta (Tabla III y Figura 4).

La composición alimenticia de la rana toro fue diferente en cada uno de los meses de muestreo. En mayo se analizaron 17 estómagos pero sin determinar sexo y talla, en los cuales se identificó un total de ocho rubros alimenticios, predominando *P. clarkii* con el 68.6% del total, seguido de presas de las familias Forficulidae (tijerillas) y Armadillidiidae (cochinillas) con el 18.3 y 11.0%, respectivamente; el resto de las presas (cinco taxa) comprendieron el 2.2% del IIR (Tabla IV, Figura 5). En junio se analizaron 14 estómagos, en los cuales se detectaron ocho taxa presas, siendo los más representativos y dominantes el langostino rojo (*P. clarkii*) con el 42%, seguido de la familia Armadillidiidae con el 37.1%; el restante de las presas (seis taxa) representaron el 21.0% (Tabla V, Figura 6). Por su parte, en julio se analizaron 17 estómagos que representaron una menor diversidad de presas (cuatro taxa), predominando de nuevo *P. clarkii* (85.0%) y Armadillidiidae (9.1 %); las dos presas restantes aportaron el 5.92% del IIR total (Tabla VI, Figura 7). Finalmente, en agosto se registró una notable diferencia en el número de taxa presas (nueve) en los 16 estómagos examinados. En este caso, la familia Armadillidiidae, aportó la mayor contribución a la dieta (64.53%), seguido por *P. clarkii* con el 22.9%; el resto de las presas (siete taxa) sumaron un total de 12.6% (Tabla VII, Figura 8).

Tabla III. Composición alimentaria de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México, durante el período mayo a agosto de 2009. Número total de ranas examinadas =64. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presas	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procambarus clarkii</i>	26	5,39	29,69	16,77	82,35	2942,9	63,67
Curculionidae	3	0,01	4,69	1,94	0,17	9,9	0,21
Forficulidae	17	0,21	9,38	10,97	2,12	122,8	2,66
Scarabaeidae	2	0,11	3,13	1,29	0,13	4,4	0,10
Gomphidae	4	1,76	4,68	2,58	4,14	31,4	0,68
Armadillidiidae	80	0,1	25	51,61	4,93	1413,5	30,58
Hidrophilidae	2	0,54	3,13	1,29	0,64	6,0	0,13
Apidae	8	0,12	9,38	5,16	0,56	53,7	1,16
Formicidae	4	0,3	4,69	2,58	0,7	15,4	0,33
Tenebrionidae	2	1,15	1,56	1,29	1,35	4,1	0,09
Carabidae	3	0,1	4,69	1,94	0,18	9,9	0,22
<i>Lithobates catesbeianus</i>	1	2,9	1,56	0,65	1,7	3,7	0,08
Vespinae	1	0,02	1,56	0,65	0,01	1,0	0,02
Bivalvia	1	1	1,56	0,65	0,58	1,9	0,04
Aracnida	1	0,73	1,56	0,65	0,43	1,7	0,04
Total	155			100	100	4622,4	100

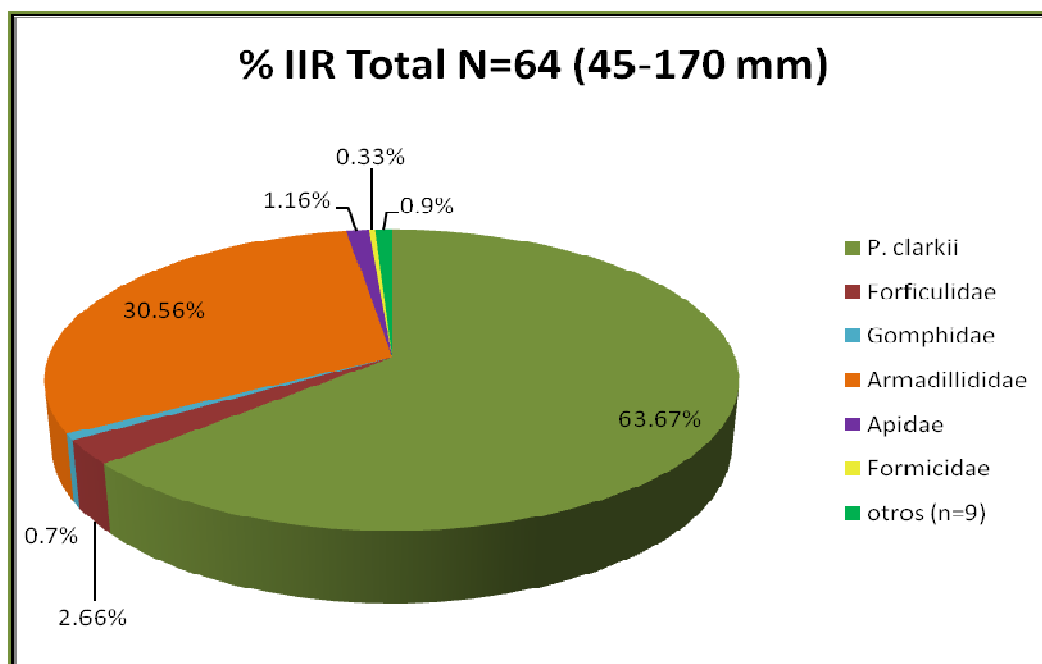


Figura 4. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México (mayo a agosto de 2009).

Tabla IV. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* durante mayo de 2009, en el Arroyo San Carlos, Ensenada Baja California, México. Número de ranas examinadas = 17. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presa	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procambarus clarkii</i>	9	6,8	41,18	23,08	89,91	4652,93	68,57
Curculionidae	2	0,075	11,76	5,13	0,22	62,92	0,93
Forficulidae	15	0,16	29,41	38,46	3,66	1238,75	18,25
Scarabaeidae	1	0,11	5,88	2,56	0,16	15,99	0,24
Gomphidae	1	1,7	5,88	2,56	2,50	29,75	0,44
Armadillidiidae	9	0,18	29,40	23,08	2,38	748,52	11,03
Hidrophilidae	1	0,07	5,88	2,56	0,10	15,64	0,23
Aracnida	1	0,73	5,88	2,56	1,07	21,34	0,31
Total	39			100	100	6785,85	100

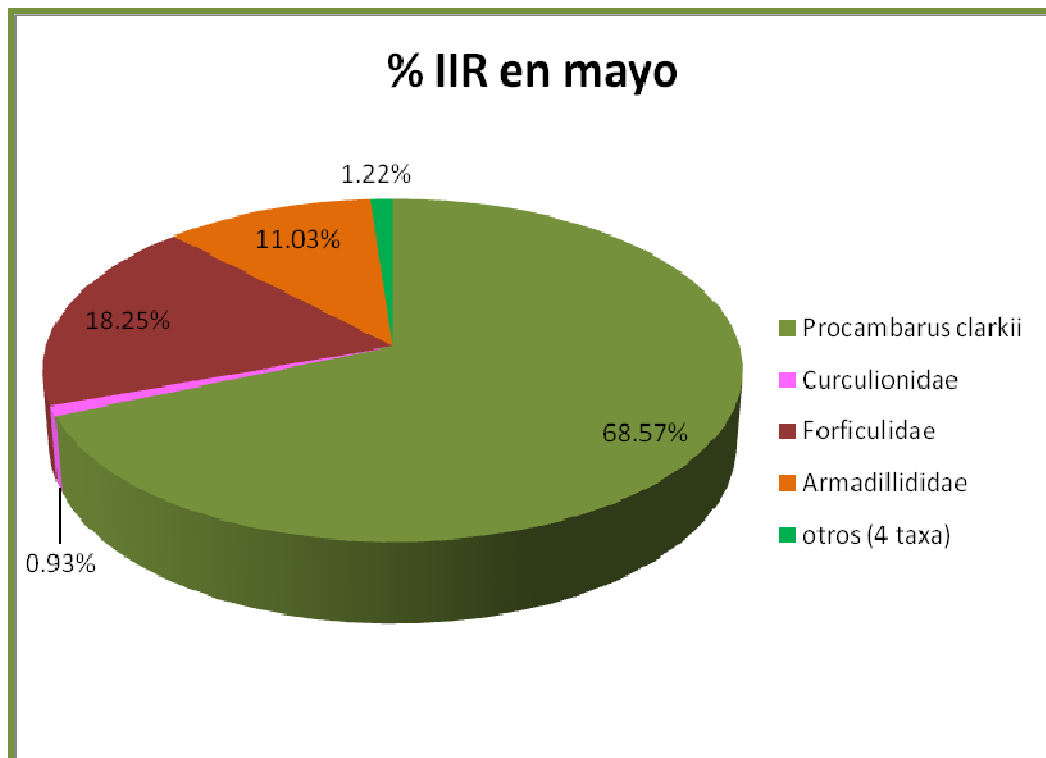


Figura 5. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* durante mayo de 2009, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Tabla V. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* en junio de 2009, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 14. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presa	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procamburus clarkii</i>	2	4,11	14,29	11,76	70,92	1181,50	41,97
Curculionidae	1	0,14	7,14	5,90	1,21	50,77	1,80
Forficulidae	2	0,56	7,14	11,76	9,66	152,94	5,43
Scarabaeidae	1	0,11	7,14	5,88	0,95	48,77	1,73
Armadillidae	6	0,26	21,43	35,30	13,37	1043,00	37,05
Formicidae	2	0,8	7,14	11,76	1,38	93,82	3,33
Carabidae	2	0,135	14,29	11,76	2,33	201,35	7,15
Vespinae	1	0,02	7,14	5,88	0,17	43,20	1,53
Total	17			100	100	2815,33	100

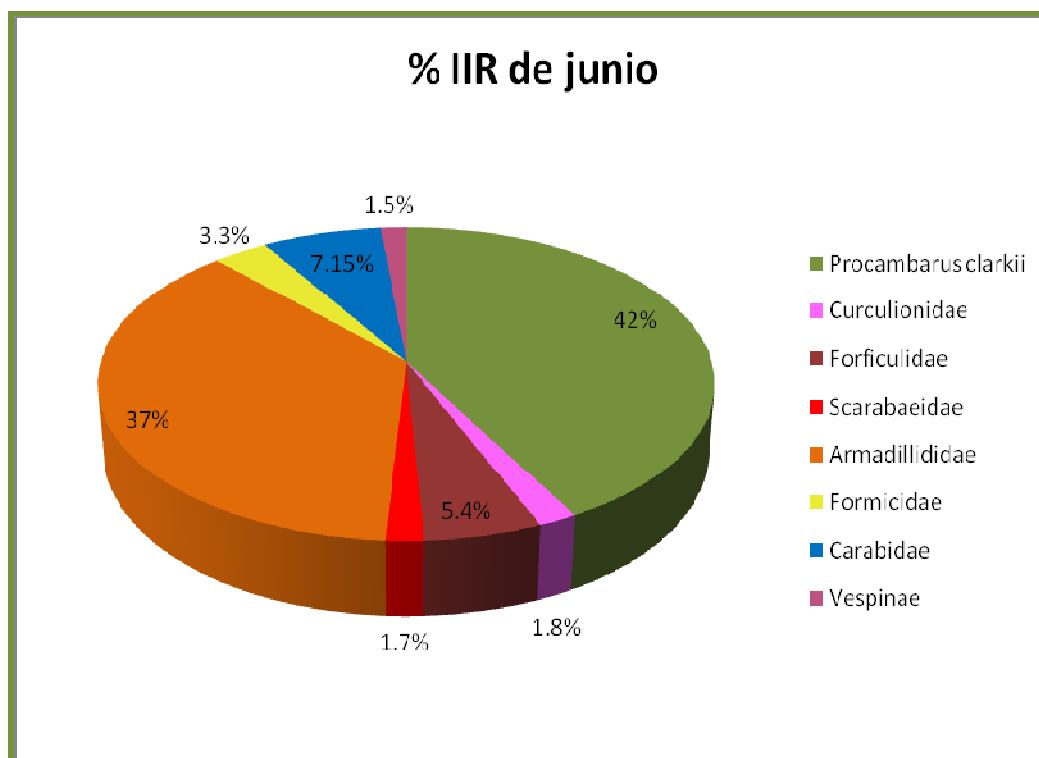


Figura 6. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* durante Junio, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Tabla VI. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* durante julio, en el Arroyo San Carlos, Ensenada Baja California, México. Número de ranas examinadas = 17. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presas	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procamburus clarkii</i>	12	4,63	41,2	44,44	93,07	5665,41	84,97
Armadillidiidae	9	0,073	17,65	33,33	1,1	607,69	9,11
Apidae	5	0,12	17,65	18,52	0,97	344,00	5,16
<i>Lithobates catesbeianus</i>	1	2,9	5,9	3,71	4,86	50,56	0,76
Total	27			100	100	6667,66	100

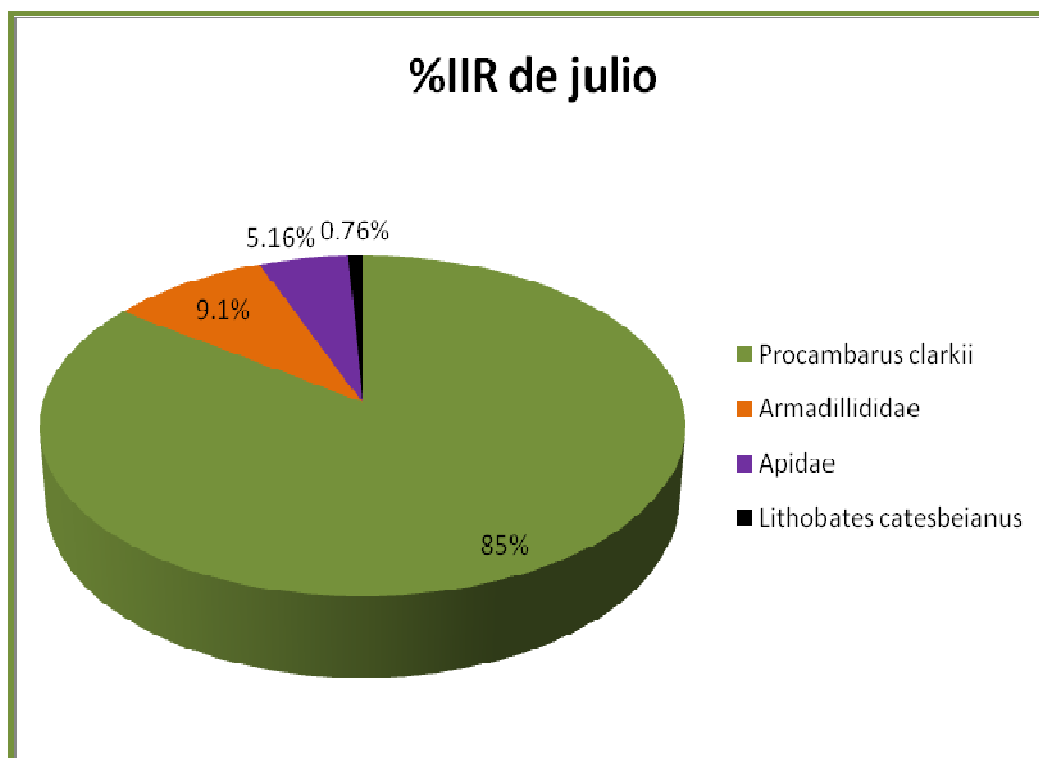


Figura 7. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* durante julio, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Tabla VII. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* durante agosto, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 16. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presas	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procambarus clarkii</i>	3	5,06	18,75	4,17	50,76	1029,94	22,85
Gomphidae	3	1,78	12,5	4,17	17,88	275,63	6,12
Armadillidiidae	56	0,08	31,25	77,8	15,27	2908,44	64,53
Hidrophilidae	1	0,09	6,25	1,39	0,29	10,50	0,23
Apidae	3	0,12	18,75	4,12	1,24	100,50	2,23
Formicidae	2	0,52	12,5	2,78	3,47	78,13	1,73
Tenebrionidae	2	1,15	6,25	2,78	7,65	65,19	1,45
Carabidae	1	0,04	6,25	1,39	0,13	9,50	0,21
Bivalvia	1	1	6,25	1,39	3,31	29,38	0,65
Total	72			100	100	4507,19	100,00

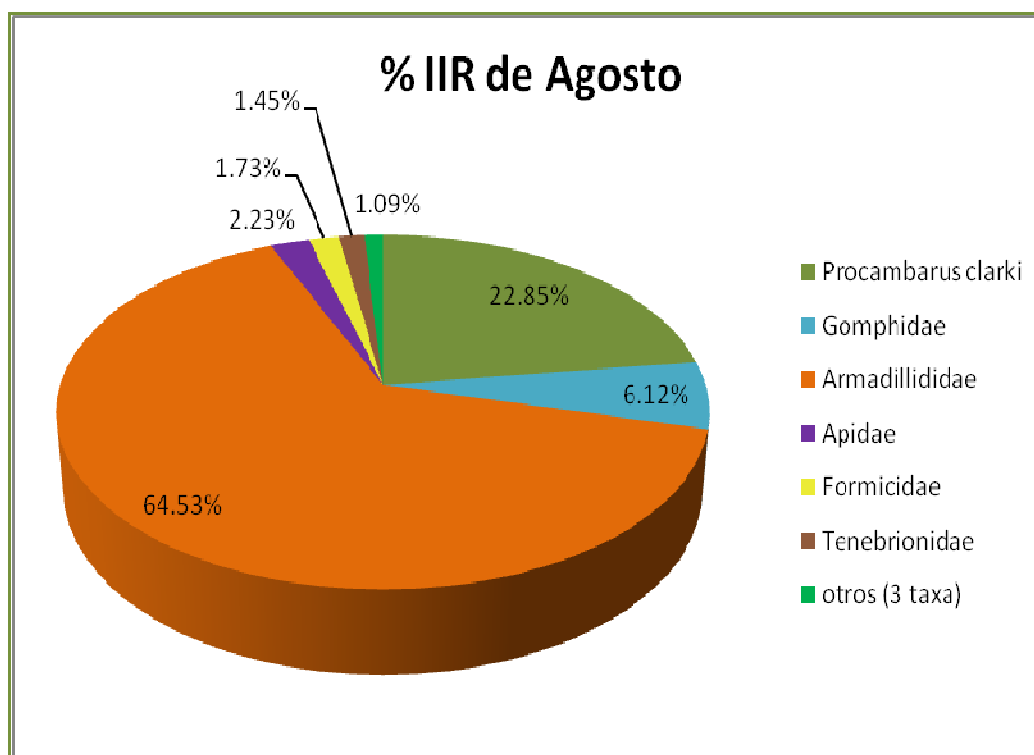


Figura 8. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* durante agosto, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Composición de la Dieta por Sexo

La composición de la dieta (%IIR) de la rana toro en relación al sexo fue como sigue. Del total de estómagos analizados, 27 correspondieron a ejemplares hembras y 20 a ejemplares machos. Las presas detectadas en los estómagos de las hembras pertenecieron a 11 familias, predominando el langostino rojo (68.9%), seguido por isópodos terrestres (familia Armadillidiidae) con el 28.4%; el resto de las presas (nueve taxa) conformaron el 2.7% (Tabla VIII, Figura 9). En cuanto a la composición de la dieta de los machos, ésta se integró por presas de seis familias, representadas principalmente por el langostino rojo (83.9%), seguido de insectos terrestres de la familia Forficulidae (8.9%). El resto de las presas (cuatro taxa) contribuyeron con 7.2% del IIR total (Tabla IX, Figura 10). Finalmente, la composición de la dieta de 17 ranas toro juveniles incluyó a presas de 10 familias, predominando isópodos de la familia Armadillidiidae (61.5%), seguido por odonatos de la familia Gomphidae (18%); el remanente de presas (ocho taxa) aportaron solo el 20.6% del IIR total (Tabla X, Figura 11).

Tabla VIII. Composición de la dieta de hembras de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a agosto de 2009. Número de ranas examinadas= 27. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presa	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procambarus clarkii</i>	14	5,35	37,04	21,87	89,12	4111,07	68,90
Curculionidae	2	0,11	7,41	3,13	0,27	25,19	0,42
Forficulidae	2	0,8	3,7	3,13	1,9	18,61	0,31
Scarabaeidae	1	0,11	3,7	1,56	0,13	6,25	0,10
Armadillidiidae	34	0,1	29,63	53,13	4,01	1693,06	28,38
Apidae	3	0,12	7,4	4,69	0,44	37,96	0,64
Formicidae	2	0,08	3,7	3,13	0,2	12,32	0,21
Tenebrionidae	2	1,14	3,7	3,13	2,72	21,65	0,36
Carabidae	2	0,13	7,4	3,13	0,32	25,53	0,43
Vespinae	1	0,02	3,7	1,56	0,02	5,85	0,10
Aracnida	1	0,73	3,70	1,56	0,87	8,99	0,15
Total	64			100	100	5966,48	100

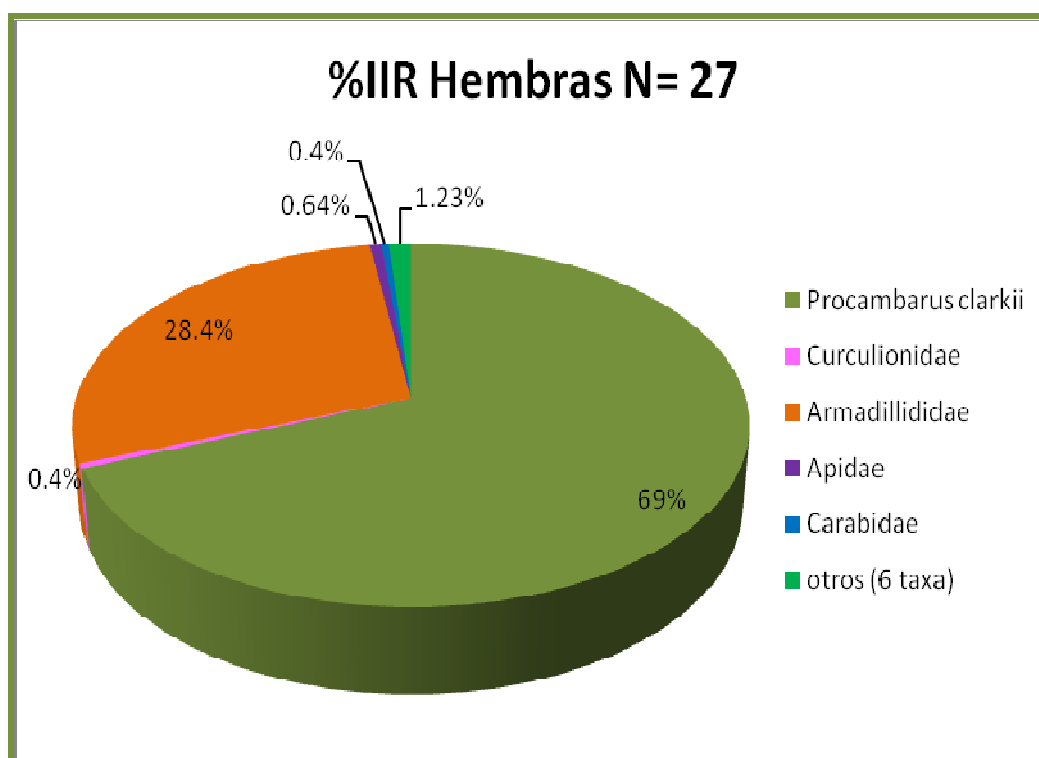


Figura 9. Porcentaje del IIR de la dieta de hembras de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a agosto de 2009.

Tabla IX. Composición de la dieta de machos de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a Agosto de 2009. Número de ranas examinadas = 20. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presa	Np	peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procamburus clarkii</i>	10	4,326	35	35,71	89,73	4390,40	83,92
Forficulidae	8	0,195	15	28,57	2,46	465,45	8,90
Scarabaeidae	1	0,11	5	3,57	0,17	18,70	0,36
Armadillidiidae	5	0,32	10	17,86	2,52	203,80	3,90
Apidae	3	0,11	10	10,71	0,55	112,60	2,15
<i>Lithobates catesbeianus</i>	1	2,9	5	3,57	4,57	40,70	0,78
Total	28			100	100	5231,65	100,00

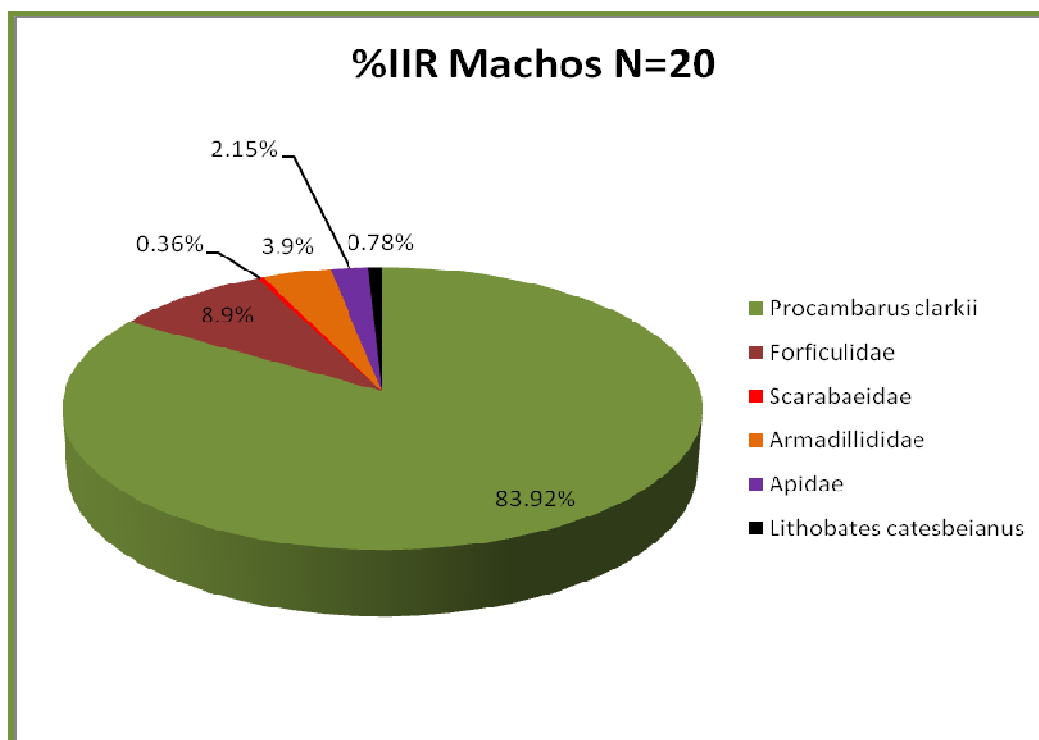


Figura 10. Porcentaje del IIR de la dieta de machos de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a agosto de 2009.

Tabla X. Composición de la dieta de juveniles de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a agosto de 2009. Número de ranas examinadas = 17. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presa	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procambarus clarkii</i>	2	3,44	11,76	3,22	33,67	433,83	9,64
Curculionidae	1	0,06	5,88	1,61	0,29	11,17	0,25
Forficulidae	7	0,06	11,76	11,3	2,2	158,76	3,53
Gomphidae	4	1,76	17,65	6,45	34,45	721,89	16,04
Armadillidiidae	41	0,09	35,29	66,13	18,03	2970,01	66,01
Hidrophilidae	2	0,1	11,76	3,23	0,77	47,04	1,05
Apidae	1	0,1	5,88	1,61	0,49	12,35	0,27
Formicidae	2	0,51	11,76	3,23	5,07	97,61	2,17
Carabidae	1	0,04	5,88	1,61	0,21	10,70	0,24
Bivalvia	1	0,99	5,56	1,61	4,84	35,86	0,80
Total	62			100	100	4499,21	100

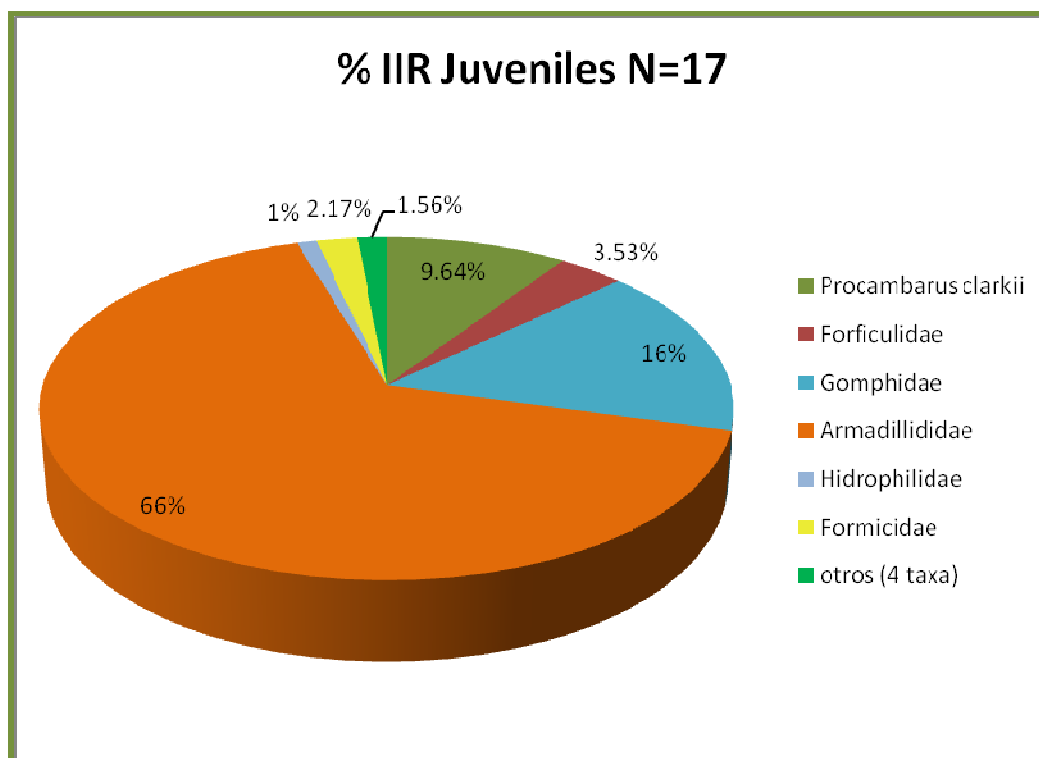


Figura 11. Porcentaje del IIR de la dieta de juveniles de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Mayo a Agosto de 2009.

Composición de la Dieta por Talla

El intervalo de tallas de las ranas toro examinadas para la determinación del contenido estomacal fue de 45 a 170 mm de longitud (hocico-cloaca). Los individuos fueron asignados a tres clases de tallas (45-86, 87-128 y 129-170 mm).

La composición de la dieta a través de los cuatro meses muestreados se ofrece a continuación. La dieta de la talla 1 (n=10, 45-86 mm) se compuso básicamente de presas de la familia Armadillidae, mismas que representaron el 60.6% de IIR total. De manera secundaria, el langostino rojo contribuyó con un 15.5% y el resto (cuatro taxa) aportaron un 23.8% (Tabla XI, Figura 12). En la clase de talla 2 (n=28, 87-128 mm), las presas más importantes en términos del IIR fueron los isópodos terrestres (Armadillidae) con el 47.9%, seguido por el langostino rojo (40.8%), mientras que el resto de las presas (ocho

taxa) arrojaron el 11.3%, (Tabla XII, Figura 13). La clase de talla 3 (n=23, 129-170 mm) presentó una dieta compuesta de una gran proporción de langostino rojo (96.8%), y el resto de las presas (9 taxa) solo representaron el 3.2% del IIR total (Tabla XIII, Figura 14).

Tabla XI. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, de la clase talla 1 (45-86 mm) del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 10. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presa	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procambarus clarkii</i>	1	2	10	3,22	28,5	317,20	10,00
Gomphidae	1	1,55	10	3,22	22,19	254,10	8,01
Armadillidiidae	26	0,1	20	83,9	33,4	2346,00	73,92
Hidrophilidae	1	0,1	10	3,22	1,25	44,70	1,41
Formicidae	1	0,038	10	3,22	0,54	37,60	1,18
Bivalvia	1	1	10	3,22	14,17	173,90	5,48
Total	31			100	100	3173,50	100

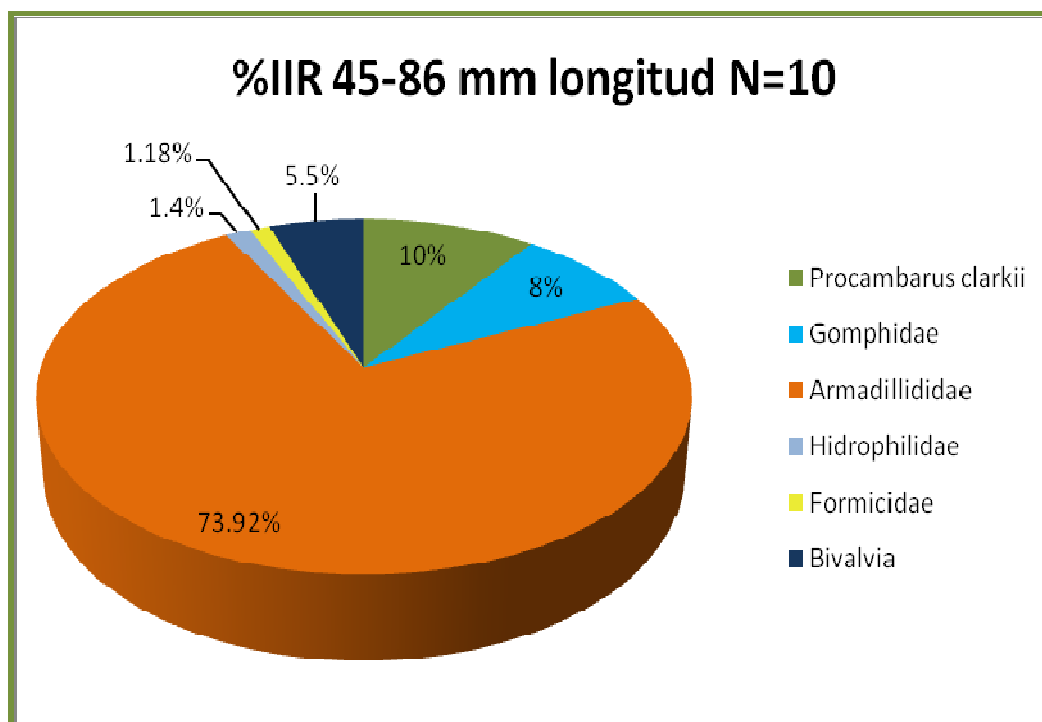


Figura 12. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* de la clase talla 1 (45-86 mm), del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Tabla XII. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, de la clase talla 2 (87-128 mm) del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 28. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presas	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procamburus clarkii</i>	11	3,8	32,14	11,22	67,1	2517,20	40,76
Curculionidae	2	0,08	7,14	2,04	0,24	16,28	0,26
Forficulidae	16	0,21	17,86	16,32	5,6	391,49	6,34
Gomphidae	3	1,83	7,14	3,06	8,82	84,82	1,37
Armadillidiidae	53	0,11	46,43	54,1	9,6	2957,59	47,89
Hidrophilidae	1	1	3,57	1,02	1,6	9,35	0,15
Apidae	7	0,11	17,86	7,14	1,31	150,92	2,44
Formicidae	1	1	3,57	1,02	1,6	9,35	0,15
Tenebrionidae	2	1,14	3,57	2,04	3,67	20,38	0,33
Carabidae	2	0,14	7,14	2,04	0,45	17,78	0,29
Total				100	99,99	6175,18	100,00

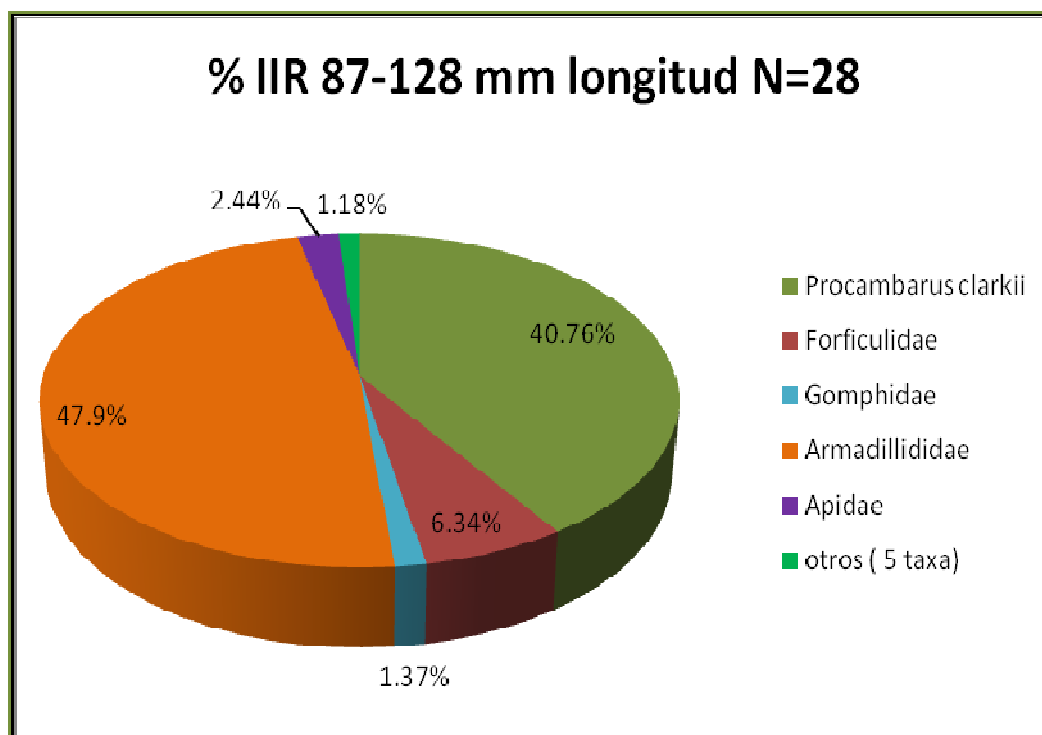


Figura 13. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* de la clase talla 2 (46-128 mm), del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Tabla XIII. Composición de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus*, de la clase talla 3 (129-170 mm), del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México. Número de ranas examinadas = 10. Np= Número de presas completas medidas, %FA= porcentaje de frecuencia de aparición, %N= porcentaje numérico, %P= porcentaje de peso, IIR= índice de importancia relativa, y %IIR= porcentaje del índice de importancia relativa.

Presa	Np	Peso promedio (gr)	%FA	%N	%P	IIR	%IIR
<i>Procamburus clarkii</i>	14	6,8	34,62	58,33	95,67	5331,48	96,79
Curculionidae	1	0,14	3,84	4,17	0,14	16,55	0,30
Forficulidae	1	0,12	3,84	4,17	0,12	16,47	0,30
Scarabaeidae	1	0,11	3,84	4,17	0,11	16,44	0,30
Armadillidiidae	1	0,09	3,84	4,17	0,1	16,40	0,30
Formicidae	2	0,08	3,84	8,33	0,16	32,60	0,59
Carabidae	1	0,03	3,84	4,17	0,03	16,13	0,29
<i>Lithobates catesbeianus</i>	1	2,9	3,84	4,17	2,92	27,23	0,49
Vespinae	1	0,02	3,84	4,17	0,02	16,09	0,29
Aracnida	1	0,73	3,84	4,17	0,73	18,82	0,34
Total	24			100	100	5508,20	100

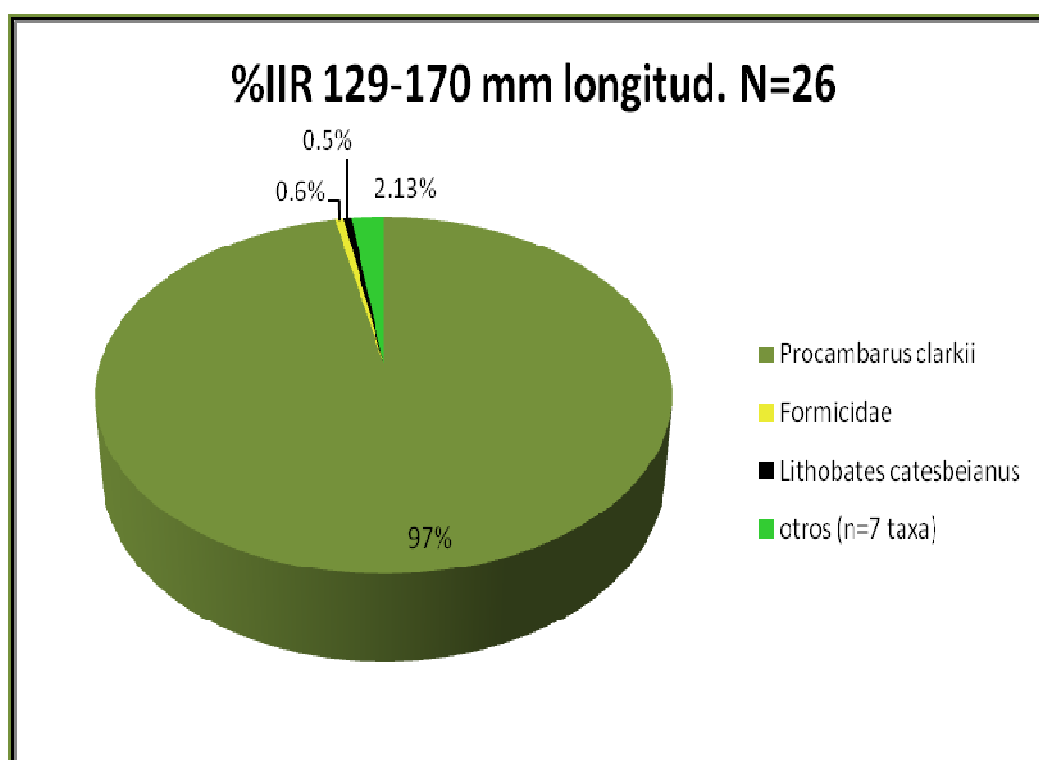


Figura 14. Porcentaje del IIR de la dieta de la rana toro, *Lithobates catesbeianus* de la clase talla 3 (129-170 mm), del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Similitud Trófica

A nivel de meses de muestreo, la composición de la dieta fue significativamente similar entre las siguientes parejas de meses: mayo y junio (60%), mayo y julio (78%) y junio y agosto (62%). Por su parte, las menores similitudes de la dieta se registraron entre los meses de mayo y agosto (35%), junio y julio (51%), y julio y agosto (34%). (Tabla XIV, Figura 15).

En función del sexo, la similitud de la dieta de la rana toro durante los cuatro meses muestreados presentó el siguiente comportamiento: la composición de la dieta entre los machos y las hembras fue significativamente similar (73.3 %), pero no entre juveniles y machos (17.3 %), así como entre juveniles y hembras (39.8 %). (Tabla XV, Figura 16).

Por último, la similitud trófica entre las clases de talla de la rana toro durante los cuatro meses muestreados, presentó los siguientes valores: la composición de la dieta de las clases talla 1 (45-86 mm) y 2 (87-128 mm) fue significativamente similar (59.58 %), no así entre las clases talla 1 y 3 (129-170 mm) con un valor de 11.06 %. Por su parte, la similitud de la dieta entre las clases talla 2 y 3 fue no significativa (42.06 %). En el dendrograma de la figura 17 se observa que las clases talla 1 y 2 son agrupadas por su mayor similitud trófica, mientras que la clase talla 3 se separa por su mayor disimilitud (Tabla XVI, Figura 17).

Tabla XIV. Similitud trófica (índice de traslape de Schoener) de la rana toro entre los meses muestreados, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Mes	mayo	junio	julio	agosto
Mayo	1,00	0,60	0,78	0,35
Junio	0,60	1,00	0,51	0,62
Julio	0,78	0,51	1,00	0,34
Agosto	0,35	0,62	0,34	1,00

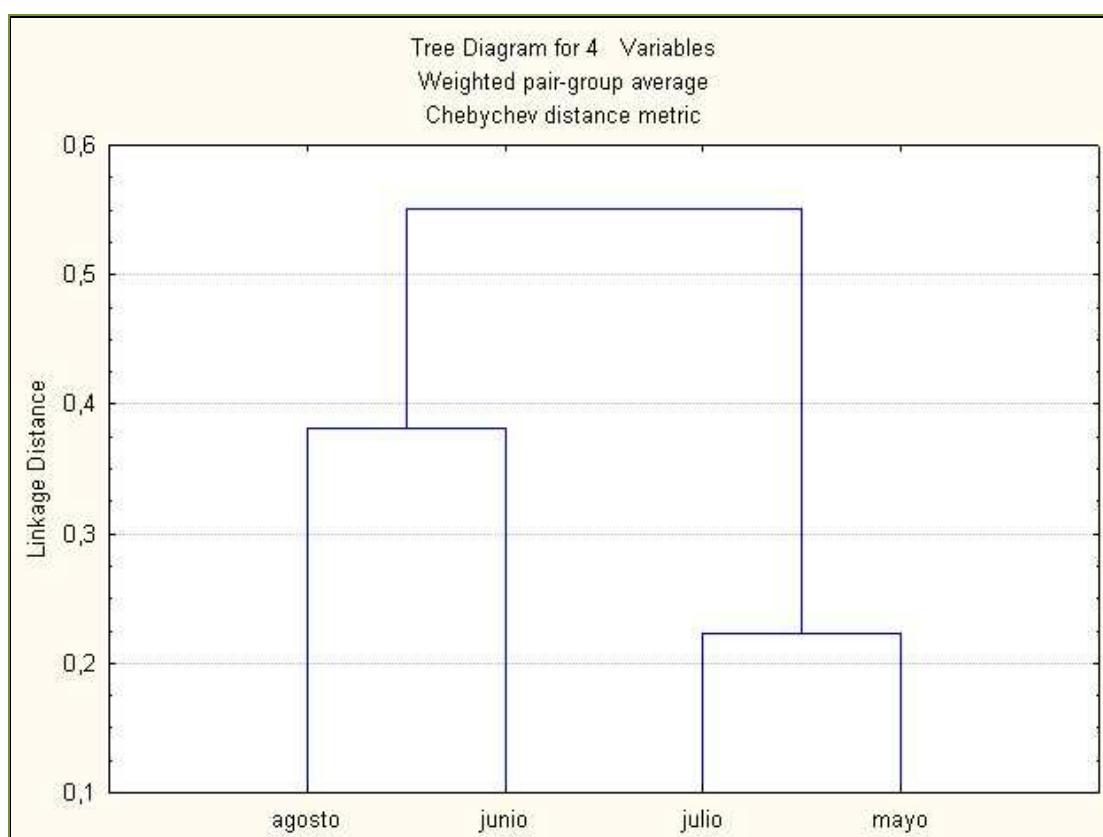
**Figura 15.** Dendrograma de similitud trófica de la rana toro entre los meses de muestreo en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Tabla XV. Similitud trófica (índice de Schoener) de la rana toro por sexo, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Sexo	Machos	Hembras	Juveniles
Machos	1,00	0,73	0,17
Hembras	0,73	1,00	0,40
Juveniles	0,17	0,40	1,00

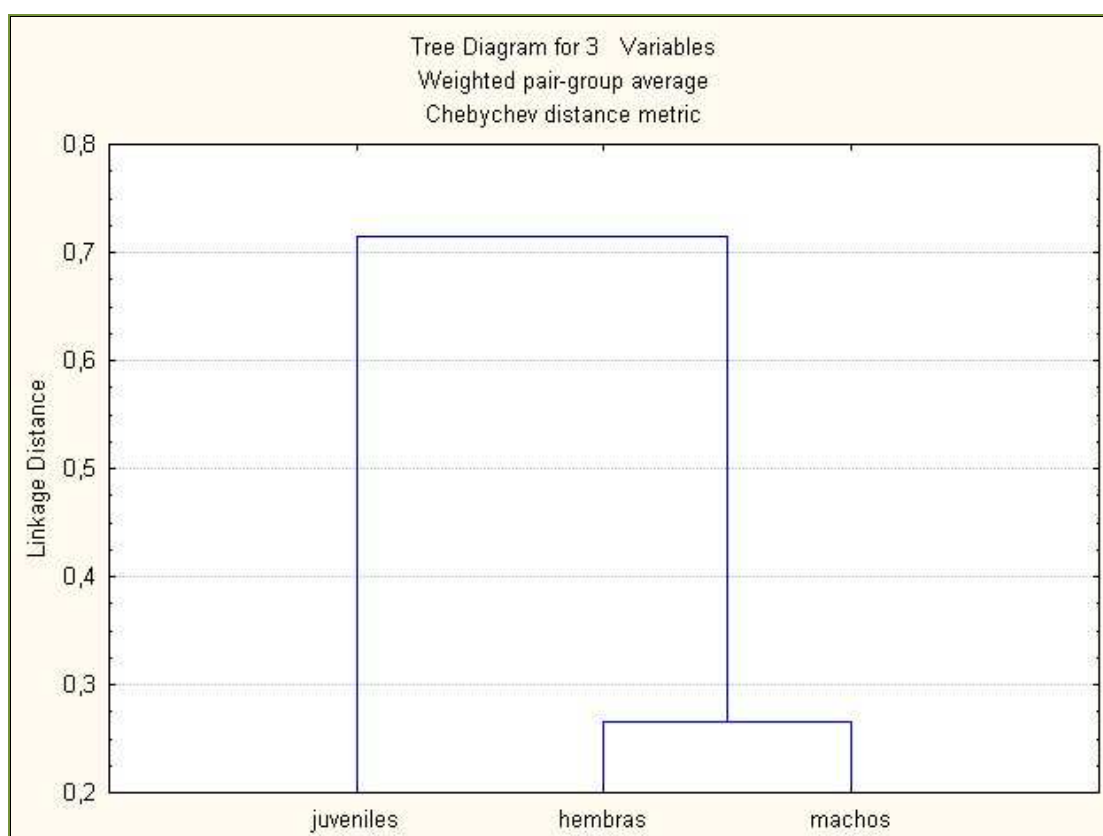
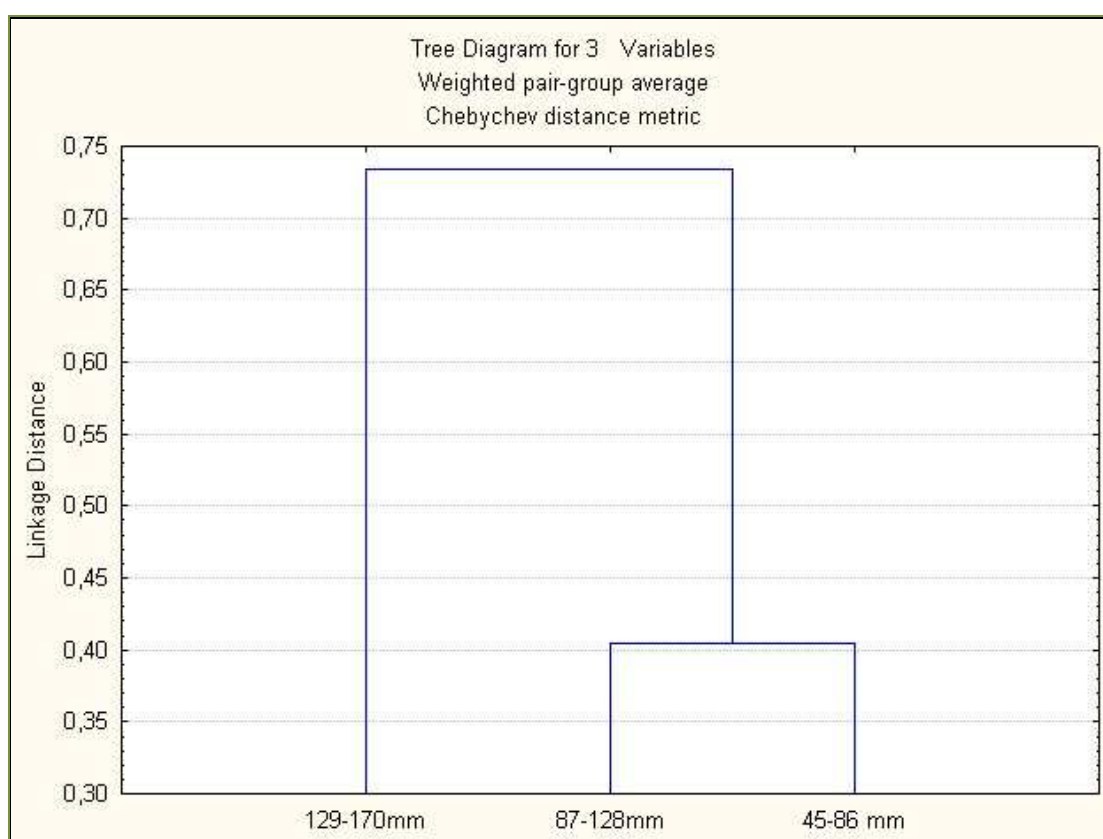
**Figura 16.** Dendrograma de similitud trófica por sexo de la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Tabla XVI. Similitud trófica (índice de Schoener) entre las diferentes clases de talla de la rana toro, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Clase talla	45-86 mm	87-128 mm	129-170 mm
45-86 mm	1,00	0,60	0,11
87-128 mm	0,60	1,00	0,42
129-170 mm	0,11	0,42	1,00

**Figura 17.** Dendrograma de similitud trófica entre clases de talla de la rana toro, en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Diversidad Trófica

La diversidad trófica promedio mensual de la rana toro osciló entre 0.08 en julio y 0.30 en mayo (Figura 18). En los meses de junio y agosto, la diversidad trófica promedio fue similar (0.22). En cuanto a la diversidad trófica promedio a nivel de sexos de la rana toro, los juveniles fueron los que presentaron la mayor diversidad (0.26), seguida por las hembras (0.23) y por último los machos (0.12; Figura 19).

La diversidad trófica (todos los sexos combinados) en cada uno de los meses muestreados, se comportó del modo siguiente: las diversidades máximas en los juveniles se registraron en mayo (0.68), mientras que en las hembras y machos ocurrieron en agosto (0.52) y mayo (0.27) respectivamente. La diversidad trófica de los juveniles fue nula durante junio y julio. Esta misma situación ocurrió en los machos durante agosto, lo cual fue resultado de la alta dominancia de un tipo de presa en el ambiente (Tabla XVII, Figura 20).

Por último, en cuanto a la diversidad trófica de la rana toro por clase de talla fue como sigue: la clase talla 2 (87-128 mm) registró la mayor diversidad trófica con 0.33, seguidos por la clase talla 3 (129-170 mm) con 0.12 y la clase talla 1 (45-86 mm) con solo 0.07 (Figura 21).

La diversidad trófica nivel mensual en cada una de las clases tallas fue como sigue: la clase talla 1 tuvo la mayor diversidad en agosto (0.07) mientras que durante los otros meses fue nula; la clase talla 2 obtuvo una mayor diversidad en los meses de mayo (0.62) y julio (0.13). Por su parte, la clase talla 3 alcanzó los valores mayores en mayo (0.13) y junio (0.19), pero con nula representación en julio y agosto (Tabla XVIII, Figura 22).

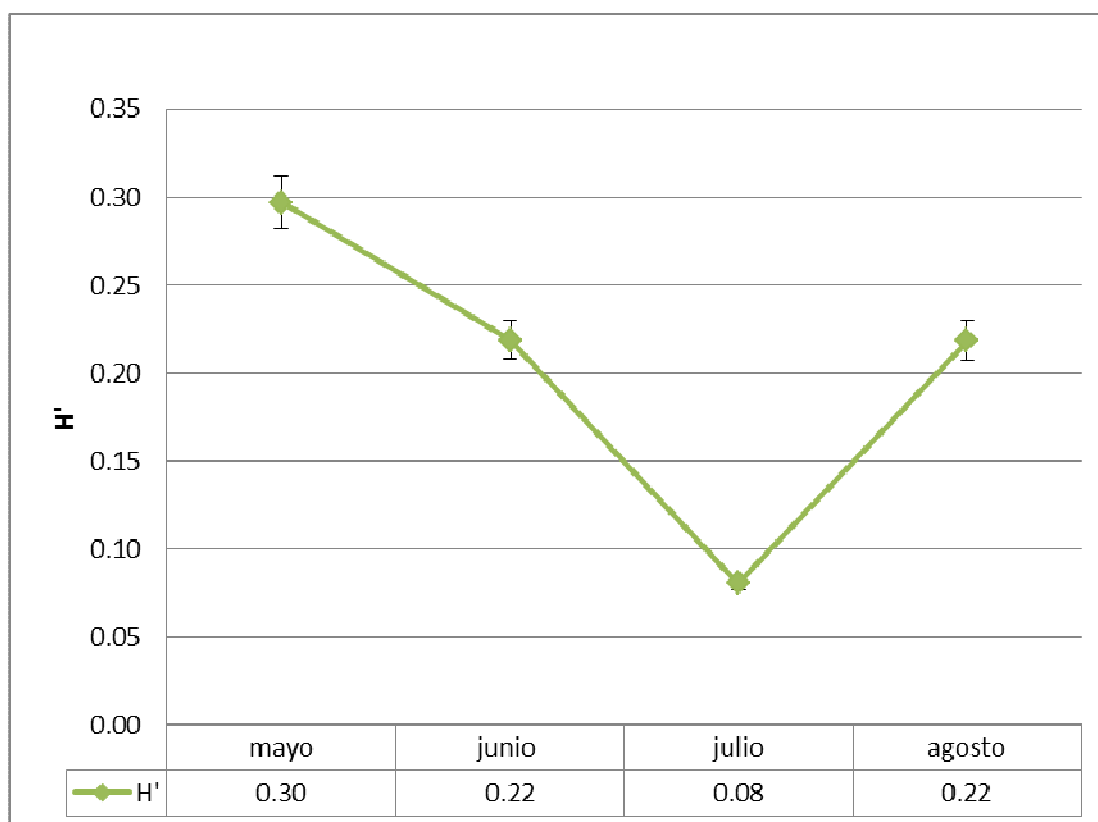


Figura 18. Promedio de diversidad trófica de Shannon de la rana toro a nivel mensual en el Arroyo San Carlos, Baja California, México.

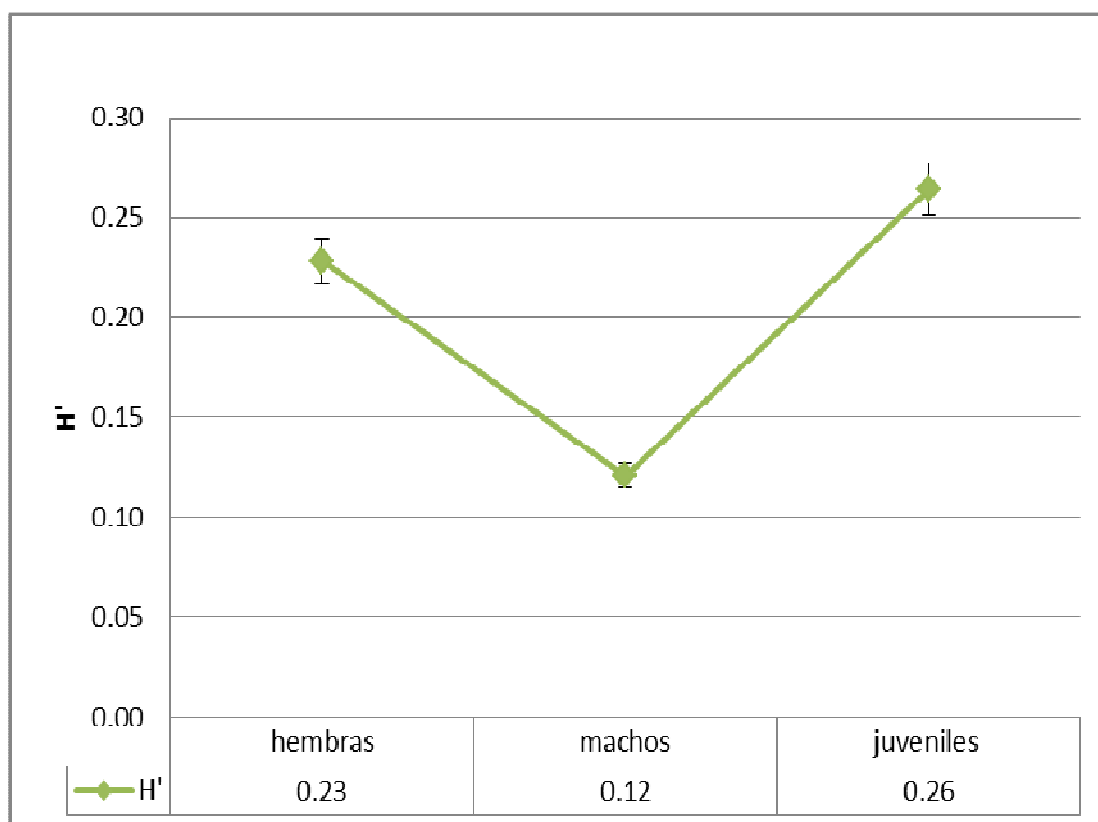


Figura 19. Promedio de diversidad trófica de Shannon en la rana toro por sexo en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Tabla XVII. Índice de diversidad trófica de Shannon por sexo y mes para la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

	Hembras	Machos	Juveniles
Mayo	0,202	0,272	0,679
Junio	0,347	0,091	0,000
Julio	0,084	0,077	0,000
Agosto	0,520	0.000	0,175

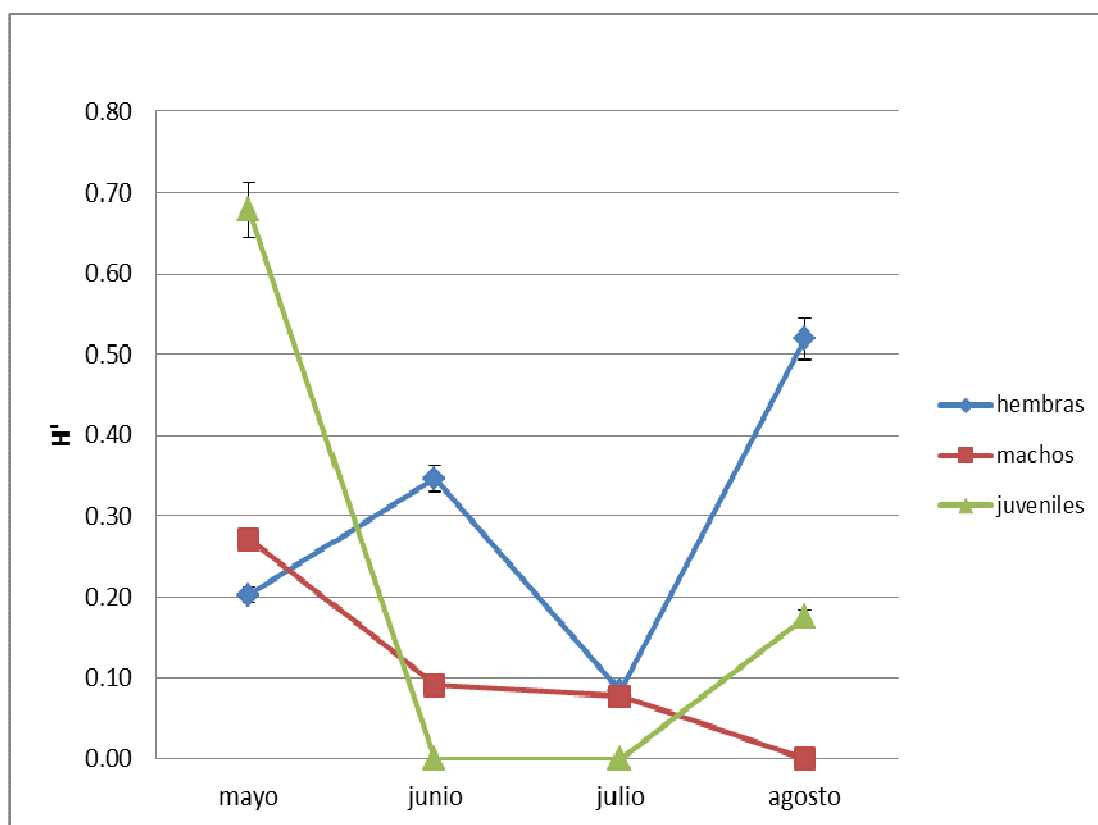


Figura 20. Índice de diversidad trófica de Shannon por sexo y por mes para la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

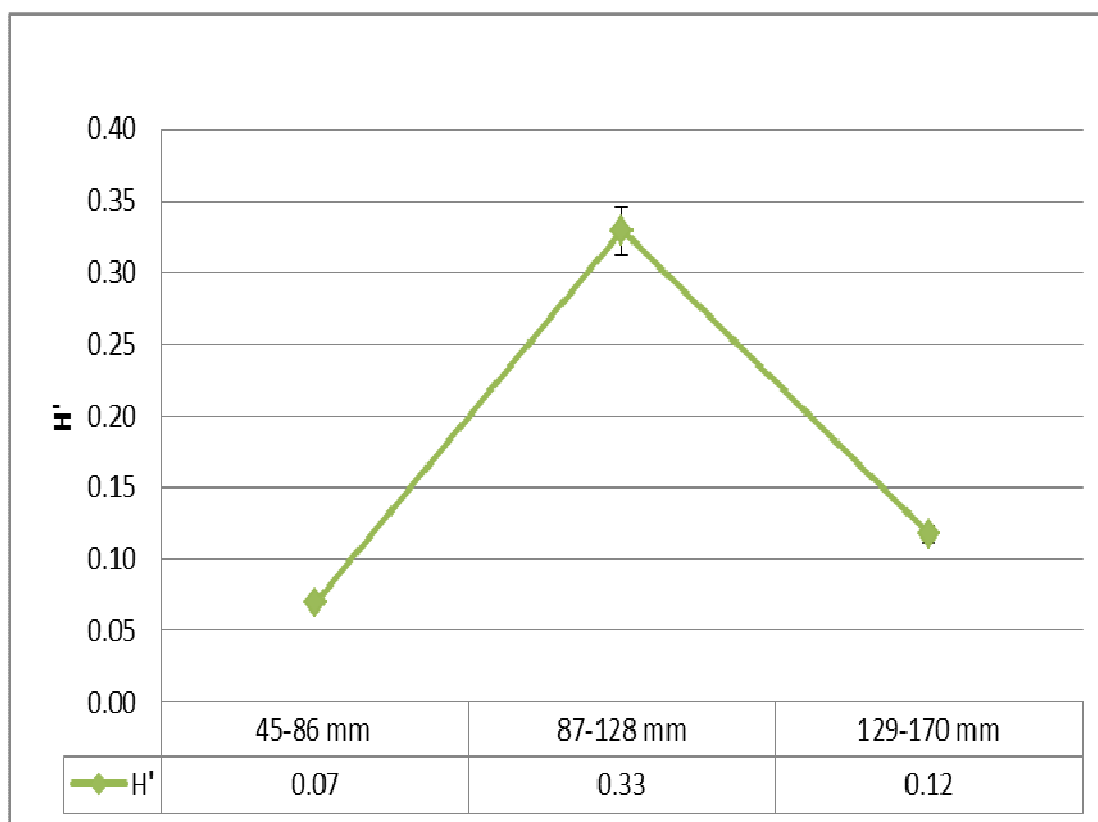


Figura 21. Promedio de diversidad trófica de Shannon en la rana toro por clase de talla en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Tabla XVIII. Índice de diversidad de Shannon por talla de la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

	45-86 mm	87-128 mm	129-170 mm
mayo	0,000	0,620	0,133
Junio	0,000	0,266	0,193
Julio	0,000	0,137	0,000
Agosto	0,077	0,400	0,000

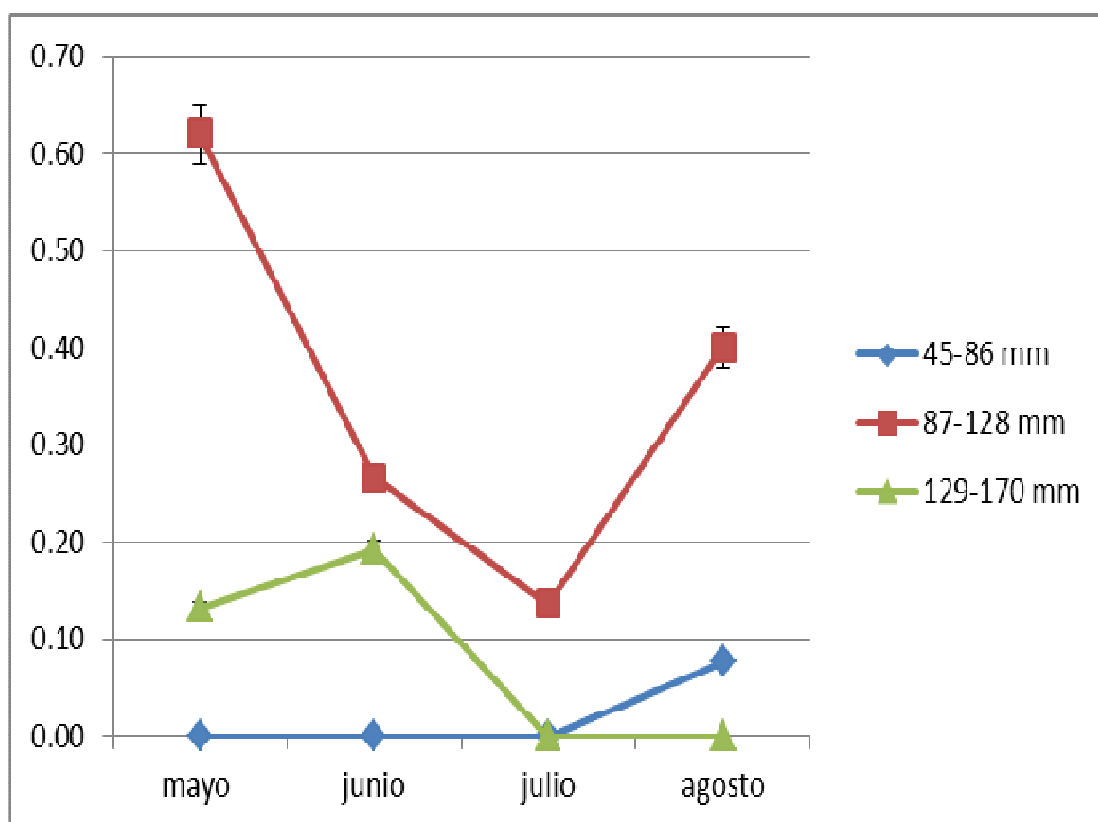


Figura 22. Promedio diversidad trófica de Shannon por clase de talla de la rana toro en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

Correlación Tamaño de Presa vs Longitud de la Rana Toro

El análisis de correlación de Pearson entre el tamaño promedio de cada taxón presa (por estómago) en relación a la longitud corporal de la rana toro, fue calculada en general para los cuatro meses muestreados. En la figura 23 se observa que la correlación entre la longitud de la rana toro y el tamaño promedio de la presa fue significativa ($n=43$, $r=0.46$, $p<0.05$), lo cual significa que el tamaño de la presa ingerida se incrementó con el tamaño de la rana toro. Asimismo, se calculó la correlación entre el tamaño del taxón presa más importante en la dieta (*Procambarus clarkii*) y el tamaño de la rana toro (Fig. 24). En esta figura se aprecia que el tamaño de presa ingerida es independiente del tamaño de la rana toro, siendo el valor de la correlación obtenida de 0.36 ($p<0.05$, $n=19$).

Adicionalmente se demostró mediante la aplicación del modelo de regresión lineal simple que el peso fresco del estómago de la rana toro fue dependiente del tamaño corporal (Figura 25), lo que significa que el tamaño del estómago se incrementó con la talla de la rana toro.

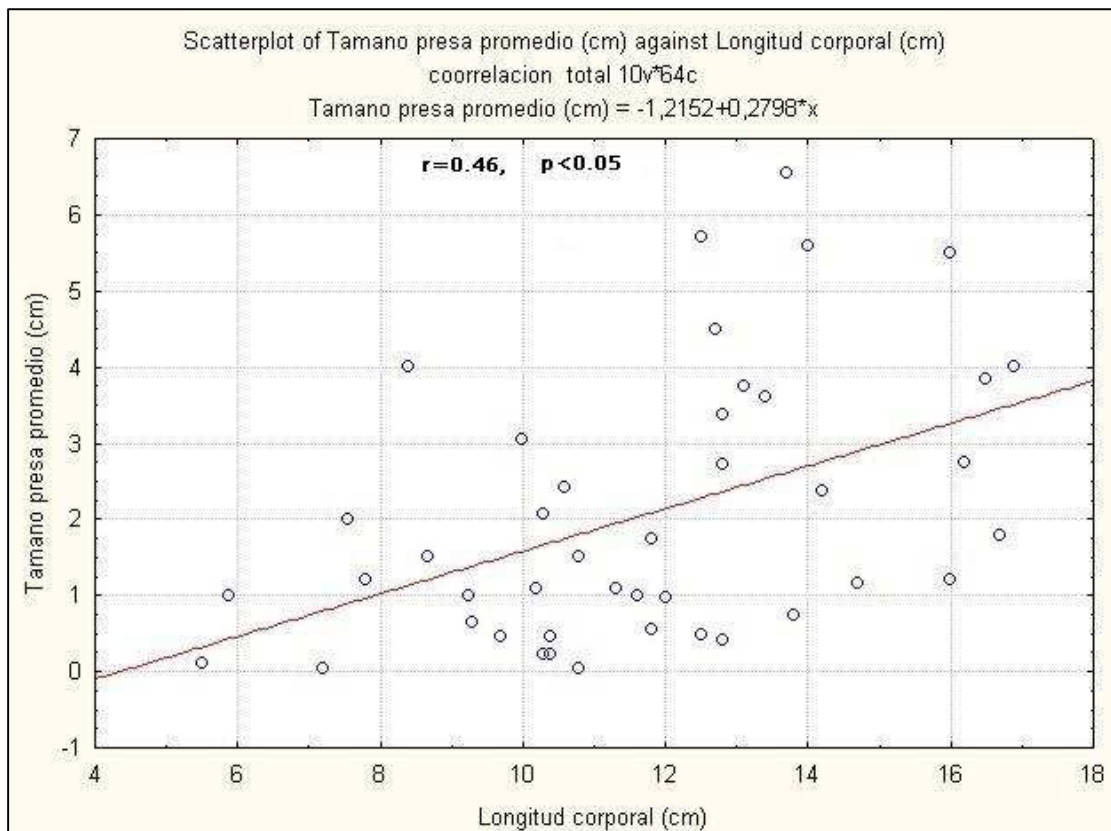


Figura 23. Correlación entre el tamaño promedio de la presa ingerida y la longitud corporal de la rana toro del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

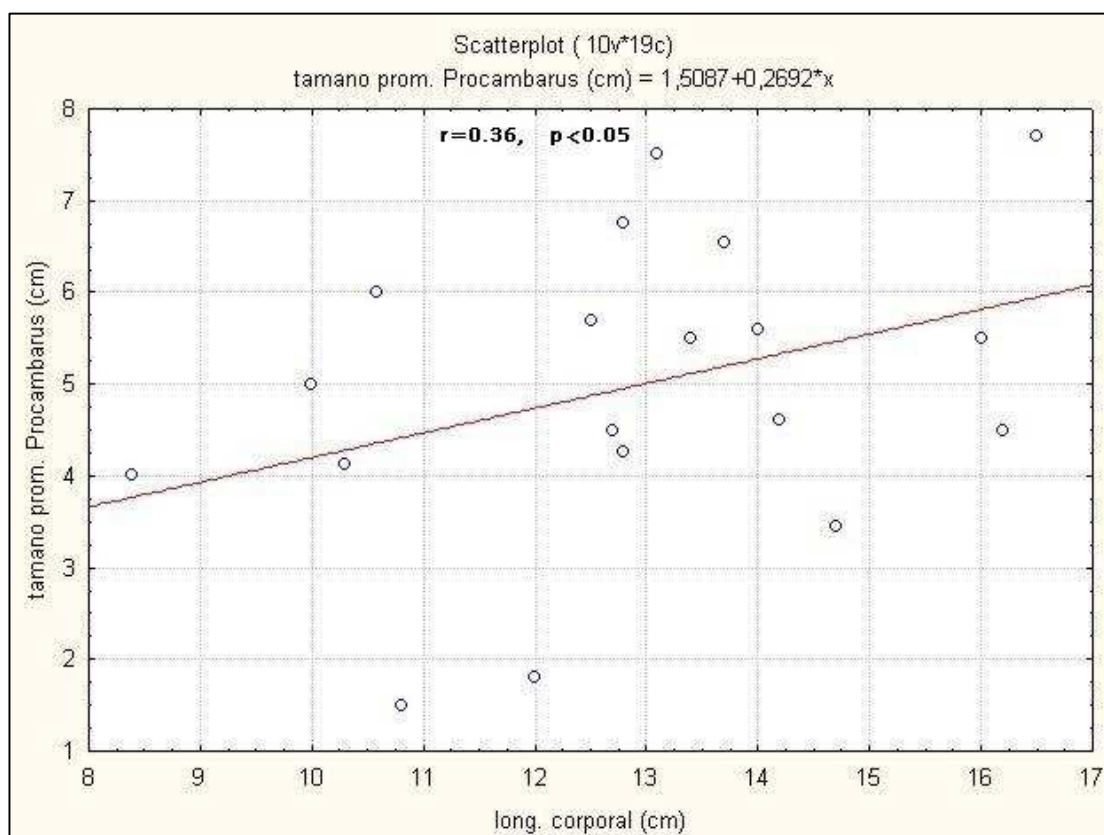


Figura 24. Correlación entre el tamaño promedio del langostino (*P. clarkii*) ingerido y la longitud corporal de la rana toro del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

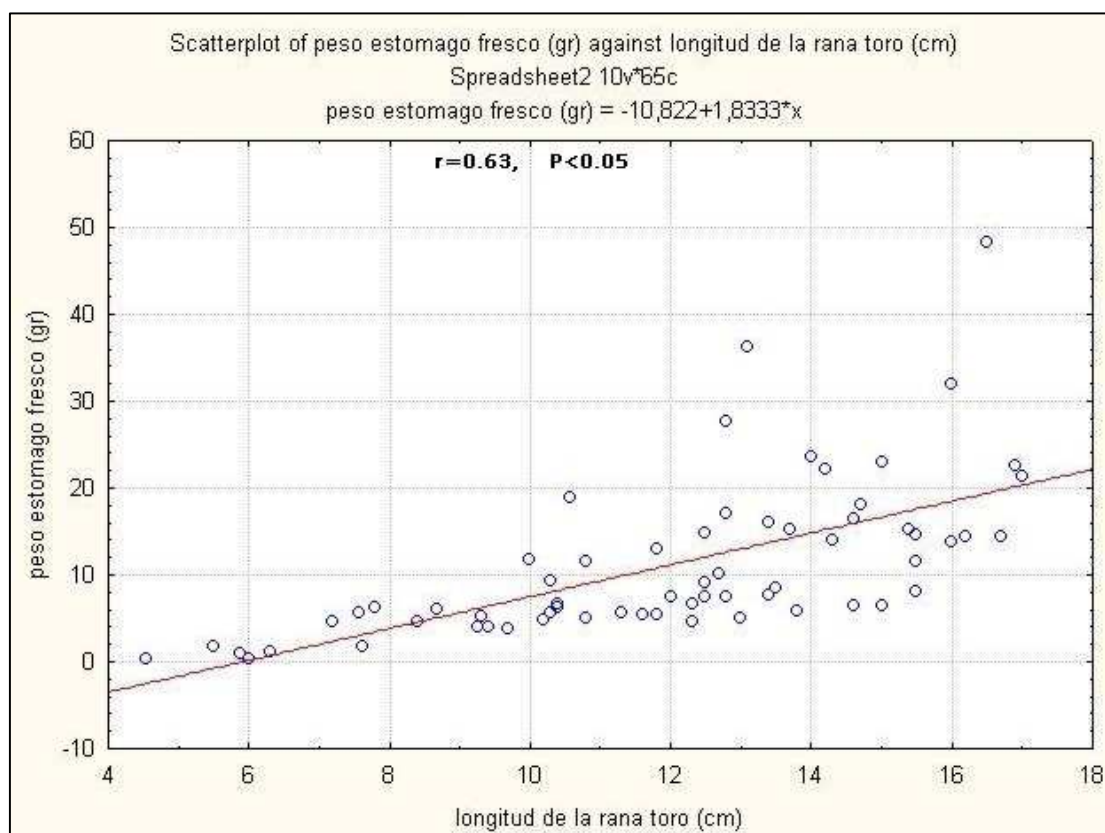


Figura 25. Correlación entre el peso fresco del estómago y longitud corporal (hocico-cloaca) de la rana toro del Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México.

DISCUSIÓN

El presente estudio demostró que la composición de la dieta de la rana toro exótica (*Lithobates catesbeianus*) en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, México, depende principalmente del consumo del langostino rojo exótico (*Procambarus clarkii*). Este rubro trófico se presentó en el contenido estomacal de las ranas toro durante los cuatro meses de muestreo (mayo a agosto de 2009). De manera similar, Clarkson y DeVos (1986) e Hirai (2004) registraron al langostino rojo como uno de los alimentos más importantes y comunes en la dieta de la rana toro. El resultado obtenido en el presente estudio es atribuido a la gran abundancia y disponibilidad del langostino rojo en el área de estudio.

La mayoría de los estudios que han sido publicados sobre la dieta de la rana toro, no hacen distinción entre la dieta de adultos (machos y hembras) y juveniles (Werner *et al.*, 1995; Hirai, 2004; Wu *et al.*, 2005), así como de la variación de la dieta en función de la talla y las estaciones del año. Por su parte, Hirai (2004) afirmó que la composición la dieta de las ranas toro adultas cambia un poco con la estacionalidad, aunque los langostinos rojos predominaron en número y volumen durante los meses de mayo a agosto, lo cual fue bastante similar con los resultados del presente estudio, donde este mismo tipo de presa predominó en la dieta de los adultos de la rana toro durante mayo a agosto, representando el 69% y el 84 % del IIR total en hembras y machos respectivamente.

Para el caso de los juveniles de la rana toro, Hirai (2004) encontró que la composición de la dieta de este anuro se compone de una gran variedad de artrópodos, siendo los más consumidos las hormigas y las arañas, aunque isópodos terrestres como las “cochinillas” fueron también comunes en la dieta; estas últimas presas aunque importantes numéricamente, su contribución en volumen fue limitada debido a su pequeño tamaño corporal. En términos de contribución por volumen en la dieta, el langostino rojo fue el alimento más importante. El presente estudio determinó que la dieta de los juveniles de la rana toro está compuesta por una gran variedad de artrópodos, siendo dominada por

presas de las familias Armadillidiidae (isópodos) y Gomphidae (odonatos) con el 66 y 16 % del IIR total respectivamente.

La dieta de la rana toro en el área de estudio registró diferencias entre los meses de muestreo. En los meses de mayo, junio y julio, el comportamiento de la dieta de la rana toro fue muy similar, puesto que la presa dominante fue el langostino rojo en términos de presencia, peso y volumen. Por su parte, en el último mes de muestreo (agosto) se registró una diferencia notable en la composición de la dieta, lo cual fue atribuible al consumo significativo de isópodos terrestres de la familia Armadillidiidae. De manera general, los mismos tipos de presa estuvieron presentes en el contenido estomacal de la rana toro para los cuatro meses de muestreo, donde lo único que variaron fueron las proporciones. Hirai (2004) encontró que la composición de la dieta de las ranas toro adultas varió un poco entre estaciones, siendo los langostinos rojos los predominantes en número y volumen en los meses de mayo a agosto.

En este estudio se encontró que la similitud trófica del contenido estomacal de la rana toro fue similar a nivel de sexo, siendo estos resultados concordantes con aquéllos de Werner *et al.* (1995) y Silva *et al.* (2009), quienes demostraron traslape o similitud trófica entre sexos. Contrariamente, Wu *et al.* (2005) determinaron una similitud baja en la dieta de la rana toro entre hembras y machos, pero no entre juveniles y machos; dicha esta diferencia en la dieta entre sexos podría ser resultante del uso diferencial de los microhábitats.

Los machos de la rana toro en el área de estudio tienden a consumir de modo oportunista al langostino rojo (*P. clarkii*) debido a su mayor tamaño, aporte energético y mayor disponibilidad en el ambiente; mientras que los juveniles de la rana toro prefieren consumir presas de menor tamaño de origen terrestre, mismas que ofrecen menor dificultad para su captura, tales como los isópodos de la familia Armadillidiidae y los

odonatos Gomphidae. En los juveniles de la rana toro, la presencia del langostino rojo fue menos significativa.

La diversidad trófica en el contenido estomacal de la rana toro del área de estudio fue mayor en el mes de mayo, cuando la presencia y abundancia de insectos terrestres es mayor. Los juveniles de la rana toro exhiben una mayor gama de tipos de presas consumidas, comparados con los machos y hembras que son más selectivos hacia las presas de mayor tamaño (langostinos rojos).

En este estudio se demostró que conforme se incrementa el tamaño corporal de la rana toro, la ingesta de presas más grandes también ocurre, siendo este resultado congruente con lo encontrado por Werner *et al.* (1995), Wu *et al.* (2005) y Silva *et al.* (2009) para la rana toro.

Por otro lado, es importante mencionar que en los contenidos estomacales examinados de la rana toro para el área de estudio, no se encontraron restos de anuros nativos, tales como *Pseudacris hypochondriaca*, *P. cadaverina*, *Anaxyrus californicus*, *A. boreas* los cuales se han registrado previamente en el Arroyo San Carlos. Además de señalar que durante los muestreos en los sitios de recolecta se detectó una muy baja incidencia de anfibios nativos en la franja riparia, pero ninguno en el espejo de agua. Por tanto, la ausencia de anfibios nativos en el contenido estomacal de la rana toro aquí estudiada podría ser atribuida a un efecto inicial de depredación seguido de un proceso de exclusión competitiva por hábitat, tal como ha sido reportado en otros ambientes de su distribución exótica (*e.g.*, Moyle, 1973; Rosen y Schwalbe, 1995; Kiesecker y Blaustein, 1998; Adams, 2000; Adams y Pearl, 2007; Silva *et al.*, 2009, 2011). Sin embargo, es necesario realizar estudios y muestreos más detallados para determinar el estado actual de las poblaciones de anfibios nativos en el Arroyo San Carlos.

No se sabe desde cuando la rana toro fue introducida en el Arroyo San Carlos, pero posiblemente haya estado en este sistema desde hace más de 13 años, lo cual está basado en los registros de recolecta de esta rana y que obran en la colección Herpetológica de la Universidad Autónoma de Baja California.

Existen diversos estudios que han demostrado la ocurrencia de pequeños anuros en la dieta de la rana toro. Por ejemplo Smith (1977), informó que los anuros constituyen el 80% de la dieta en el estanque de Kansas, mientras que Werner *et al.* (1995) reportaron que los anuros conforman del 15 al 41% de volumen del contenido estomacal en el estanque de Michigan. Por su parte Silva *et al.* (2009, 2011), registraron volúmenes importantes de anuros nativos en la dieta de la rana toro. Silva *et al.* (2011) recalcó el posible impacto negativo de la depredación de la rana toro hacia los anuros nativos sintópicos. Es importante señalar que en el presente estudio se encontraron restos de individuos de rana toro en los contenidos estomacales, denotando casos de canibalismo como lo reportado por Matsui (1981), quien detectó renacuajos y juveniles en el contenido estomacal.

En suma, se puede afirmar que la rana toro exótica del Arroyo San Carlos, Baja California, posee una estrategia de alimentación generalista, condición que puede tener importantes efectos negativos sobre las poblaciones nativas de anfibios y otros organismos en los ambientes tanto acuáticos como riparios.

CONCLUSIONES

- La rana toro exótica (*Lithobates catesbeianus*) en el Arroyo San Carlos, Ensenada, Baja California, es un depredador oportunista tanto de presas acuáticas como terrestres.
- La composición de la dieta de la rana toro durante primavera y verano (mayo a agosto) es dominada en frecuencia de aparición, número y volumen por el langostino rojo exótico (*Procambarus clarkii*).
- La composición de la dieta de la rana toro fue relativamente similar durante los cuatro meses muestreados.
- La composición alimenticia difirió entre las clases de talla más extremas (clase 1: 45-86 mm vs. clase 3: 129-170 mm).
- La similitud trófica de la rana toro fue similar entre las siguientes parejas de meses: agosto-junio, y mayo-julio.
- La similitud trófica de la rana toro fue mayor entre machos y hembras, y difirió entre adultos y juveniles.
- La diversidad trófica de la rana toro fue mayor en mayo, y menor en julio. La diversidad trófica promedio fue mayor en los juveniles de la rana toro, mientras que en los machos se registró la menor diversidad trófica.
- La diversidad trófica de la rana toro por clase de talla fue mayor en la clase talla 2 (87-128 mm), mientras que la menor diversidad ocurrió en la clase talla 1 (45-86 mm).
- El tamaño promedio de presa consumida está directamente correlacionado con la longitud corporal de la rana toro.

LITERATURA CITADA:

- Adams, M.J. 2000. Pond Permanence and the effects of exotic vertebrates on anurans. *Ecological Applications*, 10(2): 559-568.
- Adams, M.J., y C.A. Pearl. 2007. Problems and opportunities managing invasive Bullfrogs: is there any hope?. En: Gherardi, F. (ed.). *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and trends invading nature - Springer Series in Invasion Ecology* 2: 679-693.
- Álvarez-Romero, J., R.A. Medellín, H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita. 2005. *Rana catesbeiana*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Bases de datos SNIB-CONABIO, México.
- Ávila-Villegas, H., L.P. Rodríguez-Olmos, L.F. Lozano-Román. 2007. Rana toro (*Lithobates catesbeianus*): anfibio introducido en Aguascalientes, México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*. Vol. 15(1): 16-17.
- Brower, J.E., J.H. Zar, y C.V. Von Ende. 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. WCB/McGraw-Hill. Boston. 273 pp.
- Bruening, S. 2002. *Lithobates catesbeianus*, (On-line), Animal Diversity Web. University of Michigan Museum of Zoology. Consultado el 10 de Mayo de 2009 en:
http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Lithobates_catesbeianus.html
- Bury, R.B., y J.A. Whelan. 1984. *Ecology and management of the Bullfrog*. U.S. Fish and Wildlife Service Resource. Publication 155. Washington, DC.

- Casas Andreu, A.G., X. Aguilar Miguel y Y.R. Cruz. 2001. La introducción y el cultivo de la rana toro (*Rana catesbeiana*). ¿Un atentado a la biodiversidad de México?. Ciencia Ergo Sum. 8(1): 62-67.
- Casillas Trejo, M.P. 1999. Nuevas oportunidades de negocios en acuicultura, El cultivo de la rana toro. FIRA. Boletín informativo, 310(XXXI).
- Clarkson, R.W., y J.C. deVos. 1986. The Bullfrog, *Rana catesbeiana* Shaw, in the Lower Colorado River, Arizona-California. Journal of Herpetology, 20(1): 42-49.
- Comisión Nacional del Agua. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero de Maneadero, Estado de Baja California. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas.
- Corse, W.A., y D.E. Metter. 1980. Economics, adult feeding and larval growth of *Rana catesbeiana* on a fish hatchery. Journal of Herpetology, 14: 231–238.
- Delgadillo, J. 1997. Florística y ecología del norte de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Segunda edición. Ensenada, Baja California, México. 407 pp.
- Flores -Villela, O. 1993. Herpetofauna mexicana: lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. Carnegie Museum of Natural History Special Publication Num. 17. Pittsburg, EUA. i-iv: 1-73.
- Giovanelli, J.G.R., C.F.B. Haddad y J. Alexandrino. 2008. Predicting the potential distribution of the alien invasive American Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in Brazil. Biological Invasions, 10: 585-590.
- Gollop, T. 1978. Bullfrogs preying on Cedar Waxwing. Herpetological Review, 9: 47–48.

- Graham, T.E. 1984. *Pseudemys rubriventris* (Red-bellied turtle). Predation. Herpetological Review, 15: 19-20.
- Grismer, L.L. 2002. Amphibians and reptiles of Baja California, including its Pacific Islands and the Islands in the Sea of Cortés. University of California Press. Berkeley. 399 pp.
- Hammerson, G.A. 1982. Bullfrog eliminating leopard frogs in Colorado?. Herpetological Review, 13: 115-116.
- Hayes, M.P., y M.R. Jennings. 1986. Decline of ranid frog species in Western North America: are bullfrogs (*Rana catesbeiana*) responsible? Journal of Herpetology, 20(4): 490-509.
- Hecnar, S.J., y R.T. M'Closkey. 1996. Changes in the composition of a ranid frog community following Bullfrog extinction. American Midland Naturalist, 137: 145-150.
- Hirai, T. 2004. Diet composition of introduced bullfrog, *Rana catesbeiana*, in the Mizorogaike Pond of Kyoto, Japan. Ecological Research, 19: 375-380.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17: 411-429.
- INEGI, 2001. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Baja California. ISBN 970-13-3200-8. México.
- Juárez, J. R. 1977. La explotación de la rana toro en México (1953-1975). Situación actual y perspectivas. Simposio de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura. Maracay, Venezuela.
- Kiesecker, J.M., y A.R. Blaustein. 1998. Effects of introduced Bullfrogs and small mouth bass on the microhabitat use, growth and survival of native red-legged frogs. Conservation Biology, 12: 776-787.

- Kirkpatrick, J.B. y C.F. Hutchinson. 1977. The Community composition of California coastal sage scrub. *Vegetation*, 35(1): 21-33.
- Korschgen, L.J., y D.L. Moyle. 1976. Food habits of the bullfrog in central Missouri farm ponds. *American Midland Naturalist*, 54: 332-341.
- Kupferberg, S.J. 1997. Bullfrog (*Rana catesbeiana*) invasion of a California river: The role of larval competition. *Ecology*, 78: 1736-1751.
- Lagler, K.F. 1978. *Freshwater fishery biology*. Dubuque, Iowa, Wm. C. Brown Company. 421 pp.
- Lannoo, M.J., K. Lang, T. Waltz, y G.S. Phillips. 1994. An altered amphibian assemblage: Dickinson country, Iowa, 70 years after Frank Blanchard's survey. *American Midland Naturalist*, 131: 311-319.
- Luja, V.H., y R. Rodríguez-Estrella. 2008. La embestida de la rana toro. *Especies. Revista sobre conservación y biodiversidad* 17 (3): 16-22.
- Luja, V.H., y R. Rodríguez-Estrella. 2010. The invasive bullfrog *Lithobates catesbeianus* in oases of Baja California Sur, Mexico: Potential effects in a fragile ecosystem. *Biological Invasions* 12 (9): 2979-2983.
- Maeda, N. y M. Matsui. 1999. *Frogs and Toads of Japan*. Revised edition. Bun-Ichi Sogo Shuppan, Tokyo. 223pp.
- Mahrtdt, C.R., R.E. Lovich, y S.J. Zimmitti. 2002. Natural history notes. *Bufo californicus* (California Arroyo Toad), Habitat and population status. *Herpetological Review* 33: 123-125.

- Matsui, M. 1981. Amphibians in the Mizorogaike Pond-distribution and reproduction notes. Nature and Folks of Mizorogaike (a report of Scientific Research on the Mizorogaike Pond), 201-204 pp.
- McAlpine, D.F., y T.G. Dilworth. 1989. Microhabitat and prey size among three species of *Rana* (Anura: Ranidae) sympatric in eastern Canada. Canadian Journal of Zoology, 67: 2244-2252.
- McCafferty, W.P. 1998. Aquatic entomology: the fishermen's and ecologist illustrated guide to insects and relatives. Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, Massachusetts. 449 pp.
- Minton, E.J. 1949. Coral snake preyed upon by the bullfrog. Copeia, 1949: 288.
- Moyle, P.B. 1973. Effects of introduced bullfrogs, *Rana catesbeiana*, on the native frogs of the San Joaquin Valley, California. Copeia, 1973: 18-22.
- Pearl, C.A., M.J. Adams, R.B. Bury, y B. McCrearty. 2004. Asymmetrical effects of introduced Bullfrogs (*Rana catesbeiana*) on native ranid frogs in Oregon. Copeia, 1: 11-20.
- PIAE, 2008. Programa Integral del Agua del Centro de Población de Ensenada.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. John Wiley and Sons, New York, 165 pp.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant, e I.L. K. Inverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. California Department of Fish and Game, Fish Bulletin. 152: 1-105.
- Rosen, P.C., y P.R. Schwalbe. 1995. Bullfrogs: introduced predators in southwestern wetlands. En: E.T. La-Roe, G.S. Farris, C.E. Puckett, P.D. Doran, and M.J. Mac (eds.). Our living resources: a report to the nation on the distribution, abundance, and health

- of U.S. plants, animals, and ecosystems. U.S. Dept of Interior, National Biological Service, Washington, DC. p. 452-453.
- Ruiz-Campos, G. y P. Cota-Serrano. 1992. Ecología alimenticia de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*) del arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. *The Southwestern Naturalist*. 37(2): 166-177.
- Schoener, T.W. 1970. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology*, 51: 408–418.
- Silva, E.T., E.P. Reis, E.E. Feio, y O.P.R. Filho. 2009. Diet of the invasive frog *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) (Anura: Ranidae) in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. *South American Journal of Herpetology*. 4(3): 286-294.
- Silva, E.T., O.P.R. Filho, y R.N. Feio. 2011. Predation of native anurans by invasive bullfrogs in Southeastern Brazil: Spatial Variation and effect of microhabitat use by prey. *South American Journal of Herpetology*. 6(1): 1-10.
- Smith, A. K. 1977. Attraction of bullfrogs (Amphibia, Anura, Ranidae) to distress calls of immature frogs. *Journal of Herpetology*, 11: 234-235.
- Sokal, R.R., y F.J. Rohlf. 1981. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. Second ed. W.H. Freeman and Company, New York. 859 pp.
- Stebbins, R. C. 2003. *A field guide to western reptiles and amphibians*. Third edition. Houghton Mifflin, Boston, USA. 533 pp.
- Stewart, M. M., y P. Sandison. 1972. Comparative food habits of sympatric mink frogs, bullfrogs, and green frogs. *Journal of Herpetology*, 6: 241-244.

- Stumpel, A. H. P. 1992. Successful reproduction of introduced bullfrogs, *Rana catesbeiana*, in northwestern Europe: a potential threat to indigenous amphibians. *Biological Conservation*, 60: 61-62.
- Thiesmeier B., Jäger O., Fritz U. 1994. Erfolgreiche reproduktion des Ochsenfrosches (*Rana catesbeiana*) im nördlichen Landkreis Böblingen (Baden-Württemberg). *Zeitschrift für Feldherpetologie* 1: 169-176.
- Usinger, R.L. 1963. Aquatic insects of California: with keys to North American genera and California species. University of California, Berkeley. 508 pp.
- Wallace, R.K.,JR. 1981. An assessment of diet-overlap indexes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 110:72-76.
- Werner, E.E., G.A. Wellborn, y M.A. McPeck. 1995. Diet composition in postmetamorphic bullfrogs and green frogs: implications for interspecific predation and competition. *Journal of Herpetology*, 29(4): 600-607.
- Wu, Z., Y. Li, Y. Wang y M.J. Adams. 2005. Diet of introduced Bullfrog (*Rana catesbeiana*): Predation on and diet overlap with native frogs on Daishan Island, China. *Journal of Herpetology*, 39(4): 668-674.
- Zaret, T.M., y A.S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 52: 336-342.