

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS



COMPOSICIÓN ALIMENTARIA Y CONDICIÓN SOMÁTICA DEL
PEZ ESPINOCHO (*Gasterosteus aculeatus*) EN EL ESTUARIO
DEL RÍO EL ROSARIO, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

T E S I S

QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFIA COSTERA

PRESENTA

DANIELA VALENZUELA LÓPEZ

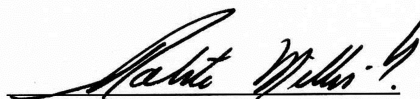
Ensenada, Baja California, México, Febrero de 2014

RESUMEN de la tesis que presenta **Daniela Valenzuela López**, como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en OCEANOGRAFÍA COSTERA. Ensenada, Baja California, México, febrero de 2014.

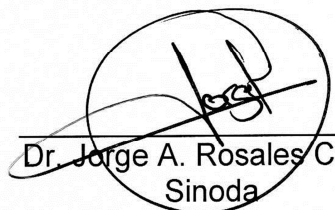
**COMPOSICIÓN ALIMENTARIA Y CONDICIÓN SOMÁTICA DEL PEZ
ESPINOCHO (*Gasterosteus aculeatus*) EN EL ESTUARIO DEL RÍO EL
ROSARIO, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

La composición alimentaria y condición somática del pez espinucho (*Gasterosteus aculeatus*) en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México, fueron estudiadas en cinco muestreos realizados entre noviembre de 2008 y junio de 2013. El análisis del contenido estomacal de 159 ejemplares (29-46 mm de longitud patrón) evidenció una dieta compuesta por 14 tipos de presas, siendo dominada en un 85% por larvas de quironómidos. A nivel de eventos de muestreo, las larvas de quironómidos fueron significativamente consumidas (>55%) durante los muestreos entre noviembre de 2008 y noviembre de 2011, mientras que las larvas de leptoflébidos dominaron la dieta (72%) en junio de 2013. La dieta del pez espinucho fue significativamente similar a nivel de sexos y clases de talla. El tamaño promedio de presas consumidas presentó una relación significativa con el tamaño de la boca del pez espinucho. El factor de condición somático relativo promedio no varió entre eventos de muestreo, sexos o clases de talla, indicando condiciones somáticas óptimas (≥ 1.0).

Resumen aprobado por:


Dr. Roberto Millán Núñez
Sinodal


Dr. Gorgonio Ruiz Campos
Director de tesis


Dr. Jorge A. Rosales Casán
Sinodal

ABSTRACT of the thesis presented by **Daniela Valenzuela López** as a partial requirement to obtain the MASTERS OF SCIENCE degree in COASTAL OCEANOGRAPHY. Ensenada, Baja California, Mexico, February 2014.

DIET COMPOSITION AND SOMATIC CONDICION OF THE THREESPINE STICKLEBACK (*Gasterosteus aculeatus*) IN THE ESTUARY OF THE RÍO EL ROSARIO, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Diet composition and somatic condition of the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) in the estuary of the Río El Rosario, Baja California, México, were studied during five sampling events carried out between November 2008 and June 2013. The stomach content analysis of 159 specimens (29-46 mm standard length) showed a diet composed by 14 types of prey, being it dominated in a 85% by chironomid larvae. By sampling event, chironomid larvae were significantly consumed (>55%) during the sampling events between November 2008 and November 2011, while the diet in June 2013 was dominated by leptophlebiid larvae (72%). The diet of threespine stickleback was significantly similar by sexes and by size classes. The average prey size consumed by the fish showed a significant relationship with the size of its mouth. The average relative condition factor of threespine stickleback was similar crossing sampling events, sexes or size-classes, indicating optimum somatic conditions (≥ 1.0).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS

**COMPOSICIÓN ALIMENTARIA Y CONDICIÓN SOMÁTICA DEL
PEZ ESPINOCHO (*Gasterosteus aculeatus*) EN EL ESTUARIO
DEL RÍO EL ROSARIO, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

Presenta

DANIELA VALENZUELA LÓPEZ

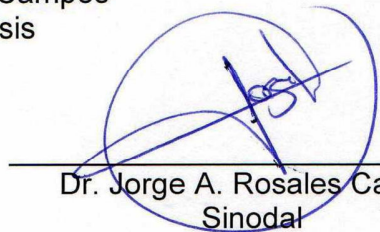
Aprobada por:



Dr. Gorgonio Ruiz Campos
Director de tesis



Dr. Roberto Millán Núñez
Sinodal



Dr. Jorge A. Rosales Casán
Sinodal

DEDICATORIA

A mi esposo:

Danijel Ferk

Por darme fuerza y motivación para luchar por mis sueños, y por
demostrarme que en todo momento cuento con él

A mis padres:

María del Refugio López Inzunza

Jesús Octavio Valenzuela Velázquez

Por ser el pilar fundamental de todo lo que soy, de toda mi educación, tanto
académica, como de la vida

A mis hermanos:

Teresa Valenzuela López

Jesús Octavio Valenzuela López

Anya Isabel Valenzuela López

Por su apoyo incondicional y comprensión, y sobre todo por su amor

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a las siguientes personas e instituciones por el apoyo brindado para la conclusión de mis estudios y tesis de posgrado.

A mi director de tesis Dr. Gorgonio Ruiz Campos, por su valioso apoyo y consejo no solo en la realización de este proyecto, si no a lo largo de mi formación académica. Con mi más profundo respeto y admiración, gracias.

A los miembros de mi comité, Dr. Roberto Millán Núñez y Dr. Jorge Adrián Rosales Casián, por las puntuales observaciones y sugerencias, y por compartir sus conocimientos y experiencia.

Agradezco de manera muy especial a mis compañeras de estudios M. en C. Paulina Díaz Murillo y M. en C. Rubi Nava Ortega, por todo su cariño, comprensión y amistad.

Al Laboratorio de Vertebrados de la Universidad Autónoma de Baja California, por brindarme el espacio y los materiales fundamentales para la realización de este proyecto.

A la Red de Especies Exóticas SEP-PROMEP (UANL-UABC-Umar) y el proyecto interno Evaluación Ecológica y Distribución de Especies Exóticas Invasivas Selectas en Humedales del Estado de Baja California (Proyecto 213), por el apoyo económico y logístico recibido para la realización de esta tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico recibido para la realización de mis estudios de posgrado.

A todas aquellas personas que de alguna manera aportaron a la realización de este proyecto, pero son omitidas aquí, reciban mi reconocimiento.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
OBJETIVOS	14
ÁREA DE ESTUDIO.....	15
METODOLOGÍA.....	20
RESULTADOS	26
1. Parámetros fisicoquímicos.....	26
2. Descripción de la muestra	28
3. Caracterización de la dieta	29
3.1. Composición de la dieta global	29
3.2. Composición de la dieta por evento de muestreo	30
3.3. Composición de la dieta por sexo	30
3.4. Composición de la dieta por clase de talla	34
3.5. Similitud de la dieta entre eventos de muestreos	35
3.6. Similitud de la dieta entre sexos.....	38
3.7. Similitud de la dieta entre clases de talla	39
3.8. Relación tamaño de presa y tamaño de boca del pez espinucho .	40
4. Crecimiento somático y relaciones biométricas	41

4.1. Relación longitud-peso.....	41
4.2. Factor de condición relativa	43
DISCUSIÓN	48
CONCLUSIONES.....	56
LITERATURA CITADA.....	58
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del estuario del Río El Rosario, Baja California, México, basado en una imagen de DigitalGlobe 2013. Coordenadas geográficas: 30°02'32.5" N, 115°47'15.6" W. La línea azul denota el área de colocación de muestreo del pez espinucho.....	18
Figura 2.	Parámetros fisicoquímicos registrados en el estuario del Río El Rosario durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013.....	27
Figura 3.	Composición alimenticia del pez espinucho en términos del porcentaje del índice de importancia relativa (%IIR) durante los diferentes eventos de muestreo (noviembre de 2008 a junio de 2013), en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.....	31
Figura 4.	Composición alimenticia de hembras y machos del pez espinucho en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México, durante los diferentes eventos de muestreos (noviembre de 2008 a junio de 2013). La "n" equivale al número de estómagos analizados.....	32
Figura 5.	Composición alimenticia de hembras (H) y machos (M) del pez espinucho durante muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.....	33
Figura 6.	Composición alimenticia de las clases de talla C1 (LP = 29-36 mm) y C2 (LP = 37-46 mm) del pez espinucho en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México, durante los muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013. La "n" equivale al número de estómagos analizados.....	36
Figura 7.	Composición alimenticia de las clases de talla C1 (29-36 mm LP) y C2 (37-46 mm LP) del pez espinucho durante los muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.....	37

- Figura 8. Factor de condición relativo del pez espinucho durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México. En el recuadro, la línea central horizontal indica la mediana, la línea vertical indica el intervalo, los asteriscos valores extremos y el valor P la significancia de la similitud entre la condición del pez espinucho de todos los muestreos..... 44
- Figura 9. Factor de condición relativo de hembras y machos del pez espinucho durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México. En el recuadro, la línea horizontal central señala la mediana, la línea vertical el intervalo, los asteriscos valores extremos y el valor P el valor de significancia de la similitud entre la condición de hembras y machos..... 46
- Figura 10. Factor de condición relativo de las clases de talla C1 (29-36 mm LP) y C2 (37-46 mm LP) del espinucho durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México. En el recuadro, la línea horizontal central señala la mediana, la línea vertical el intervalo, los asteriscos valores extremos y el valor P el valor de significancia de la similitud entre la condición de las clases de talla..... 47

LISTA DE TABLAS

Tabla I.	Número de estómagos de <i>Gasterosteus aculeatus</i> analizados por evento de muestreo, sexo y clase de talla, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.....	28
Tabla II.	Composición alimenticia global de <i>Gasterosteus aculeatus</i> en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México, durante los muestreos combinados de noviembre de 2008 a junio de 2013.....	29
Tabla III.	Similitud de la dieta del pez espinucho entre los eventos de muestreo de noviembre 2008, noviembre 2009, mayo 2010, noviembre 2011 y junio 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.....	38
Tabla IV.	Similitud de la dieta entre hembras (H) y machos (M) del pez espinucho durante los muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.....	39
Tabla V.	Similitud de la dieta entre las clases de talla C1 (29-36 mm LP) y C2 (37-46 mm LP) del pez espinucho durante los muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.....	40
Tabla VI.	Valores de correlación (r_s) entre el tamaño promedio de las presas consumidas por el pez espinucho y el tamaño de su boca, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, durante los eventos de muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013. P = nivel de significancia, N = tamaño de la muestra.....	41
Tabla VII.	Tamaño de muestra (n), longitud y peso mínimo y máximo, parámetros de la relación longitud-peso (LWR), y mediana del factor de condición relativo (K_n) del pez espinucho de manera global, por evento de muestreo (noviembre de 2008 a junio de 2013), sexo (hembras y machos), y clase de talla (C1 y C2), en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.....	42

LISTA DE LÁMINAS

Lámina 1.	Ejemplar macho adulto del pez espinucho (<i>Gasterosteus aculeatus</i>), correspondiente al morfotipo parcialmente armado, del noroeste de Baja California, México. Fotografía: Gorgonio Ruiz Campos.....	4
Lámina 2.	Vista panorámica del estuario del Río El Rosario, Baja California, México.	19

INTRODUCCIÓN

En la costa del Pacífico de Norteamérica, el pez espinucho (*Gasterosteus aculeatus* Linneaus, 1758) se distribuye desde el Estrecho de Bering, Alaska (Eigenmann, 1892) hasta el Río El Rosario, Baja California, México (Follett, 1960; Bell y Foster, 1994; Ruiz-Campos et al., 2000a, 2000b). Particularmente en Baja California, la distribución histórica del pez espinucho estuvo representada en once localidades del noroeste, pero debido a la alteración progresiva de sus hábitats ahora se distribuye en solo tres localidades (El Descanso, Cantamar, y El Rosario; Ruiz-Campos, et al., 2012). Recientemente, el estatus de conservación de esta especie ha sido establecido como en peligro de extinción (DOF, 2010).

El pez espinucho es una especie anádroma que habita en aguas marinas costeras, salobres, y en una amplia variedad de hábitats dulceacuícolas (Bell y Foster, 1994). Esta especie posee una serie de características bioecológicas como tolerancia a un amplio intervalo de salinidad y de temperatura, adaptaciones morfológicas y de comportamiento para eludir a los depredadores, así como un alto grado de cuidado parental por parte de los machos; todo ello ha permitido su éxito en colonizar una amplia variedad de ambientes (Snyder, 1984; Bell y Foster, 1994). Otro factor que contribuye al éxito de *G. aculeatus* es su comportamiento alimentario oportunista que les

permite adaptarse a los cambios en la disponibilidad de alimento (Snyder, 1984, Sánchez-González et al., 2001).

Estudios de la dieta conducidos a lo largo de su ámbito de distribución indican que esta especie se alimenta principalmente de larvas de quironómidos, copépodos, cladóceros y ostrácodos (Hynes, 1950; Greenbank y Nelson, 1959; Manzer, 1976; Thorman et al., 1983; Gross y Anderson, 1984; Snyder, 1984; Sandlund et al., 1992; Sánchez-González et al., 2001; Niksirat et al., 2010). Sin embargo, aunque la ecología alimentaria del pez espinucho está bien documentada para muchas localidades de su ámbito de distribución, en el Estado de Baja California solo se cuenta con el estudio realizado por Sánchez-González et al. (2001), en la localidad norteña de lagunita El Descanso, empero en la localidad más sureña (estuario del Río El Rosario) de su ámbito de distribución geográfica no se cuenta con ningún estudio al respecto.

En virtud de lo anterior, el objetivo del presente estudio es describir la composición alimentaria y condición somática del pez espinucho *Gasterosteus aculeatus*, en la localidad más austral de su distribución geográfica, y de ese modo contribuir a la generación de conocimiento bioecológico para la futura conservación de esta especie nativa.

ANTECEDENTES

Descripción y distribución de la especie

El pez espinucho *Gasterosteus aculeatus* (Lámina 1) es una especie de tamaño menor a 60 milímetros de longitud total, de cuerpo lateralmente comprimido y con tres espinas en la aleta dorsal, dos de las cuales son largas y serradas y se encuentran separadas, mientras que la espina más pequeña se ubica inmediatamente en frente de la aleta dorsal de radios suaves (Bell y Foster, 1994). Poseen ojos grandes, ya que son depredadores visuales; una boca en posición dorso-terminal, un pedúnculo caudal angosto y aletas pélvicas con una espina gruesa y un radio suave (Moyle, 1976).

La característica más distintiva del pez espinucho es la presencia de placas laterales. Anteriormente, esta característica era la base para la diferenciación de las tres subespecies nominales (*G.a. aculeatus*, *G.a. williamsoni*, y *G.a. microcephalus*), sin embargo en la actualidad estas subespecies son consideradas como morfotipos distintos. El morfotipo completamente armado (*G. a. aculeatus*) posee alrededor de 36 placas a cada lado del cuerpo y es característico de ambientes marinos y estuarinos (Bell, 1981; Bell y Foster, 1994); la forma parcialmente armada (*G.a. microcephalus*) que posee una región sin placas separando la línea de placas abdominales y la del pedúnculo caudal (Hagen y Gilbertson, 1973); y la forma escasamente armada o desnuda (*G.a. williamsoni*) que usualmente posee menos de siete placas laterales en la

línea abdominal y no posee placas en el pedúnculo caudal. Estas dos últimas formas morfológicas son características de ambientes dulceacuícolas (Bell y Foster, 1994).



Lámina 1. Ejemplar macho adulto del pez espinucho (*Gasterosteus aculeatus*), correspondiente al morfotipo parcialmente armado, del noroeste de Baja California, México. Fotografía: Gorgonio Ruiz Campos.

El pez espinucho es una especie ampliamente distribuida en regiones templadas del hemisferio norte en los márgenes de los océanos Atlántico y Pacífico, en aguas costeras marinas, salobres y una amplia gama de ambientes dulceacuícolas (Wootton, 1976; Bell y Foster, 1994).

En Baja California, la distribución histórica del pez espinucho abarcaba las localidades de manantiales de Agua Caliente, Arroyo Gato Bronco, bocanas de los ríos Cantamar, El Descanso, La Misión, Santo Tomás, San Vicente, San Rafael, Santo Domingo, y El Rosario (Smith, 1883; Eigenmann, 1892; Myers, 1930; Follet, 1960; Miller y Hubbs, 1969). Sin embargo, en los últimos veinte años esta especie solo ha sido registrada en las localidades de El Descanso, Cantamar, Santo Domingo y El Rosario (Ruiz-Campos, et al., 2000a; 2012). En estas localidades actuales, el pez espinoso exhibe preferencia por aguas salobres y someras, con vegetación sumergida y fondo arenoso-limoso (Ruiz-Campos et al., 2000a, 2000b).

Caracterización de la dieta

La dieta del pez espinucho ha sido ampliamente estudiada en Europa y Norteamérica, donde se ha reportado una dieta de tipo carnívora a base de larvas de quironómidos, copépodos, cladóceros y ostrácodos (Hynes, 1950; Greenbank y Nelson, 1959; Manzer, 1976; Thorman et al., 1983; Allen y Wootton, 1984; Gross y Anderson, 1984; Snyder, 1984; Bolger et al., 1990;

Sandlund et al., 1992; Frände et al., 1993; Niksirat et al., 2010). Otros rubros tróficos que han sido reportados como importantes en la dieta del pez espinucho son gamáridos (Thorman et al., 1983; Frände et al., 1993; Niksirat et al., 2010), oligoquetos (Snyder, 1984; Niksirat et al., 2010) y huevos de pez espinucho (Greenbank y Nelson, 1959; Worgan y FitzGerald, 1981). En el único estudio para Baja California, Sánchez-Gonzáles et al. (2001) reportaron, al igual que en los estudios mencionados anteriormente, una dieta dominada por copépodos y larvas de quironómidos.

Por otro lado, estudios sobre la dieta del pez espinucho considerando sus diferentes morfotipos, han reportado que la dieta del tipo “leiurus” (morfotipo parcialmente armado) es dominada por copépodos, cladóceros y larvas y pupas de quironómidos (Hynes, 1950; Greenbank y Nelson, 1959), mientras que el morfotipo completamente armado “trachurus” muestra preferencia por anfípodos y con una pequeña proporción en la dieta de copépodos, pupas de quironómidos y efemerópteros (Hynes, 1950).

Diferencias temporales en la composición de la dieta del pez espinucho han sido atribuidas, en general, a cambios en la disponibilidad de alimento (Hynes, 1950; Greenbank y Nelson, 1959; Manzer, 1976; Thorman et al., 1983; Snyder, 1984; Bolger et al., 1990; Sánchez-Gonzáles et al., 2001; Niksirat et al., 2010). También se ha reportado que, a pesar de haber variaciones en la importancia de otros componentes alimenticios, larvas de quironómidos permanecen como

un componente importante en la dieta del pez espinucho durante todo el año (Hynes, 1950; Allen y Wootton, 1984; Snyder, 1984).

En cuanto a la variación de los demás componentes alimenticios, se ha observado que el pez espinucho suele incluir en su dieta una mayor proporción de zooplancton (cladóceros, copépodos y gamáridos) durante otoño e invierno, mientras que larvas de quironómidos, poliquetos y oligoquetos suelen ser importantes en la dieta en primavera y verano (Thorman et al., 1983; Gross y Anderson, 1984; Snyder, 1984; Sánchez-González et al., 2001; Niksirat et al., 2010).

Por otro lado, se ha propuesto que la migración del pez espinucho fuera de la costa durante otoño y hacia la costa durante verano, podría estar influenciando por la disponibilidad de zooplancton en invierno, mientras que en primavera se encuentra expuesto a zooplancton y presas bénticas (Gross y Anderson, 1984).

Thorman et al. (1983) observaron que la dieta del pez espinucho en un ambiente estuarino en Suecia, cambió de ser dominada por gamáridos, ostrácodos y otros organismos del zooplancton durante abril, a ser dominada por larvas de quironómidos en mayo, y ostrácodos y otros miembros del zooplancton de junio a octubre.

Gross y Anderson (1984), por su parte, estudiaron la dieta del pez espinucho en ambientes loticos y lacustres en Europa, y reportaron que en ambientes loticos no se observó variación estacional en la dieta, mientras que

en lagos el pez espinucho consumió un mayor porcentaje de cladóceros durante otoño e invierno, y un mayor porcentaje de larvas de quironómidos y otros insectos durante primavera y verano. De la misma manera, Snyder (1984), reportó en su estudio en California que la dieta del pez espinucho estuvo dominada por crustáceos (principalmente ostrácodos) de septiembre a diciembre, mientras que oligoquetos fueron el componente alimenticio más importante de febrero a abril, y larvas de quironómidos de mayo a agosto.

Niksirat et al. (2010) estudiaron la dieta del pez espinucho como especie introducida en el sureste del Mar Caspio, y encontraron que, al igual que en otros estudios, la dieta varió estacionalmente de dominada por gamáridos durante el invierno, a poliquetos en primavera, y larvas de quironómidos en julio. Niksirat et al (2010) además reportaron que durante octubre el pez espinucho se alimentó de larvas de peces.

En Baja California, Sánchez-González et al. (2001) también encontraron que la dieta del pez espinucho estuvo dominada por copépodos en otoño e invierno, y por larvas de quironómidos en primavera. Estos cambios en la dieta fueron atribuidos a cambios en la disponibilidad de las presas, observados en el muestreo de presas en el ambiente. Además, estos mismos autores mencionan que el pez espinucho aprovechó la mayor abundancia de copépodos durante el invierno, y cuando la biomasa de éstos disminuyó en primavera, cambió su dieta hacia larvas de quironómidos.

Otros estudios, sin embargo, no han encontrado este mismo patrón en la variación estacional en la dieta del pez espinucho. Allen y Wootton (1984) encontraron en Gales una dieta dominada por copépodos durante primavera y otoño, mientras que en verano la dieta registró como presas dominantes a larvas de efemerópteros, larvas de quironómidos y huevos de pez espinucho. Hynes (1950) registró a cladóceros como el alimento más importante en la dieta del pez espinucho de marzo a julio en su estudio en el Reino Unido, mientras que copépodos, isópodos y larvas de quironómidos lo fueron durante el resto del año. Los moluscos también fueron importantes en la dieta de octubre a enero, y copépodos, isópodos y larvas de quironómidos estuvieron presentes en la dieta durante todo el año. Esta variación estacional en la dieta de acuerdo a Hynes (1950) es atribuida a la disponibilidad de las presas en el ambiente.

Sandlund et al. (1992), por su parte no registró variación estacional en la dieta del pez espinucho en su estudio realizado en un lago en Islandia, siendo la dieta compuesta principalmente de cladóceros bénticos, ostrácodos y larvas de quironómidos durante todo el año, con algunos copépodos consumidos durante Agosto y Septiembre. De manera similar, Bolger et al. (1990) reportaron que en un lago en Irlanda, la dieta de este pez se mantuvo relativamente constante a lo largo del año, excepto en julio, cuando hubo un aumento en el consumo de larvas de quironómidos.

En lo que respecta a la composición de la dieta a nivel de sexos en el pez espinucho, se conoce que los machos poseen un marcado cuidado del territorio reproductivo que les permite alimentarse en un espacio más restringido en comparación con las hembras (Snyder, 1984). Sin embargo, no se ha encontrado evidencia significativa de diferencias en la dieta a nivel de sexos del pez espinucho (cf. Worgan y FitzGerald, 1981; Snyder, 1984; Sánchez-González et al., 2001).

En referencia a variaciones en la composición de la dieta del pez espinucho en función de la longitud, se ha demostrado en condiciones de laboratorio una relación directa entre el tamaño de presa consumida y el tamaño de la boca de este pez (Gill y Hart, 1994). Sin embargo, Hangelin y Vourinen (1988), no encontraron una relación entre el tamaño de presas consumidas y el tamaño de la boca del pez espinucho, situación que fue atribuida a que los copépodos y cladóceros estuvieron en densidades altas y en el intervalo de tamaño apropiado para todas las clases de talla del pez. Similarmente, Sánchez-González et al. (2001), no encontraron relación significativa entre el tamaño de las presas consumidas y el tamaño de la boca del pez espinucho en el noroeste de Baja California, México, aunque sí encontraron diferencias en la dieta entre clases de talla en noviembre, diciembre y mayo; mientras que en enero marzo y abril las dietas fueron significativamente similares.

Considerando la relación entre el tamaño de presa consumida y el tamaño de la boca del depredador, varios estudios han sido enfocados en la similitud

entre las dietas de diferentes clases de talla del pez espinucho (cf. Hynes, 1950; Greenbank y Nelson, 1959; Manzer, 1976; Sandlund et al., 1993; Sánchez-González et al., 2001).

Hynes (1950) observó que peces pequeños se alimentaron mayormente de copépodos, cladóceros y larvas de quironómidos, y conforme el pez creció la dieta se tornó más variada e incluyó a oligoquetos, moluscos, isópodos y pupas de quironómidos, mientras que otras presas como copépodos y cladóceros disminuyeron en importancia. Hynes (1950) atribuyó las diferencias en la dieta entre clases de talla del pez espinucho al incremento en el tamaño máximo de las presas consumidas, ya que peces pequeños no pueden engullir organismos grandes tales como pupas de quironómidos; mientras que cuando los peces crecen les resulta menos productivo atrapar organismos pequeños.

Manzer (1976) en su estudio de la dieta del pez espinucho en Vancouver, encontró una relación entre el tamaño de las presas consumidas y el tamaño de los peces; donde peces de la clase de talla menor (>30 mm) se alimentaron principalmente de cladóceros y rotíferos, mientras que peces de clases de talla mayores incluyeron en la dieta una mayor proporción de copépodos y larvas de quironómidos; el consumo de otras presas como rotíferos y cladóceros disminuyó de manera significativa.

Sandlund et al. (1992), reportaron diferencias en la dieta del pez espinucho entre las dos clases de talla más pequeñas, además de similitud entre las dietas de los peces más grandes, aunque el grupo de mayor edad incluyó en

su dieta una mayor proporción de los alimentos de mayor tamaño (larvas de quironómidos, caracoles e insectos).

Crecimiento somático y relaciones biométricas

La relación longitud-peso permite entender la relación matemática que existe entre la longitud y el peso, con la que se puede determinar el valor de una variable a partir de la otra; y además, permite determinar la “condición somática o robustez”, que es la desviación del peso esperado obtenido de la longitud de cada pez, como un indicador de gordura o desarrollo gonadal (Le Cren, 1951). Cambios en la condición somática o robustez del pez han sido usualmente analizados mediante el cálculo del factor de condición (Blackwell et al., 2000).

El análisis del factor de condición resulta conveniente para medir cambios estacionales en la robustez/salud de una población, ya que puede variar debido a cambios en las condiciones ambientales, disponibilidad de alimento, y estado reproductivo de los peces (Le Cren, 1951; Lagler, 1978; Craig, 1977; Blackwell et al., 2000; Schneider et al. 2000).

Se han realizado estudios con la finalidad de determinar si existen cambios estacionales en la condición de poblaciones del pez espinucho, así como para determinar si existen diferencias en la condición entre sexos. En éstos se encontró que la condición del pez espinucho tiende a aumentar al inicio del

periodo reproductivo, y a disminuir durante el transcurso de este proceso (Wootton, 1977; Crivelli y Britton, 1987; Bakker y Mundwiller, 1994; Niksirat et al., 2010); y además se ha reportado que machos del pez espinucho presentan una mejor condición que las hembras durante el periodo reproductivo (Crivelli y Britton, 1987; Niksirat et al., 2010).

Niksirat et al. (2010) registraron un incremento en el factor de condición del pez espinucho hembra al inicio del periodo reproductivo (1.88), seguido por una disminución conforme éste avanzó (1.83). Del mismo modo, Bakker y Mundwiller (1994) registraron una disminución en el factor de condición al avanzar el periodo reproductivo, de 1.76 al inicio de junio a 1.70 a finales de agosto.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la composición alimentaria y condición somática del pez espinucho (*Gasterosteus aculeatus*) en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

Objetivos específicos

- Determinar cualitativa y cuantitativamente la composición alimentaria de la dieta del pez espinucho en el estuario del Río El Rosario, Baja California.
- Comparar la composición de la dieta de esta especie a nivel temporal, sexos y clases de talla, en el área de estudio.
- Determinar la condición somática del pez espinucho de manera global, por muestreo, por sexos y por clases de talla.

ÁREA DE ESTUDIO

El estuario del Río El Rosario (en lo sucesivo denominado “estuario”) está ubicado en la confluencia del Río El Rosario con el Océano Pacífico; en las coordenadas 30°02'32.5" N, 115°47'15.6" W (Ruiz-Campos et al., 2000a; Riviera-Campos, 2006; Figura 1). El Río El Rosario, que se origina en la parte sur de la Sierra San Pedro Mártir, es la principal entrada de agua dulce al estuario por vía epicontinental.

El Río El Rosario es de tipo permanente, aunque el estuario permanece aislado del mar en la mayor parte del año por la formación de una barra arenosa en la desembocadura, lo cual permite la formación de una laguna de inundación de aproximadamente 1.0 km de largo y 200 m de ancho máximo (Ruiz-Campos y Rodríguez-Meraz, 1993). Durante el invierno, sin embargo, y sobre todo durante pleamar, el agua de mar incursiona dentro del humedal, lo cual genera un gradiente de salinidad dentro del sistema (Ruiz-Campos y Rodríguez-Meraz, 1993; Riviera-Campos, 2006).

El estuario (Lámina 2) es relativamente somero, con una profundidad máxima es de 2.3 m en el canal original del río (Ruiz-Campos y Rodríguez-Meraz, 1993). Las condiciones físico-químicas del agua a lo largo del año, según Ruiz-Campos et al. (2000a) son: oxígeno disuelto de 2.05 a 7.72 mg l⁻¹, salinidad de 4.88 a 19.88 ppm, temperatura del agua de 15.56 a 22.08 ° C, y precipitación promedio de 157 mm año⁻¹.

El fondo es arenoso-fangoso y la vegetación en los márgenes de la laguna es de tipo marisma dominada por *Salicornia bigelovii*, con macrófitas emergentes representadas por *Typha domingensis*. La vegetación arbórea está dominada por el pino salado (*Tamarix ramossisima*; Ruiz-Campos y Rodríguez-Meraz, 1993).

El estuario está considerado como un sitio de importancia para las aves, ya que se han registrado cinco especies de aves anidando en este lugar: *Aythya americana*, *Charadrius vociferus*, *Falco peregrinus*, *Fulica americana* y *Oxyura jamaicensis* (Ruiz-Campos et al., 2005), además de tres especies amenazadas (*Passerculus sandwichensis*, *Polioptila californica* y *Vireo belli*), tres especies en peligro de extinción (*Laterallus jamaicensis*, *Pelecanus occidentalis* y *Rallus longirostris*), y seis especies sujetas a protección especial (*Accipiter striatus*, *Buteo albonotatus*, *Buteo lineatus*, *Egretta rufescens*, *Falco peregrinus* y *Larus heermanni*; Ruiz-Campos et al., 2005; SEMARNAT, 2010).

En cuanto a especies de peces, se tienen registradas para este humedal la presencia de *Gasterosteus aculeatus*, catalogada en peligro de extinción (SEMARNAT, 2010), *Gambusia affinis* (exótica), *Mugil cephalus*, *Atherinops affinis*, entre otras (Ruiz-Campos et al., 2000a).

Riviera-Campos (2006) clasificó el estuario del Río El Rosario con base en la clasificación de humedales de México propuesto por Carrera y De la Fuente (2003). De acuerdo a esta clasificación, el humedal del Río El Rosario se ubicó en el sistema estuarino, subsistema intermareal y clase vegetación emergente

bajo litoral (Riviera-Campos, 2006). También, Ruiz-Campos et al. (2005) clasificó este humedal como el humedal costero pequeño más importante en el noroeste de Baja California debido a sus altos valores de riqueza, heterogeneidad, y abundancia de aves migratorias y anidantes.

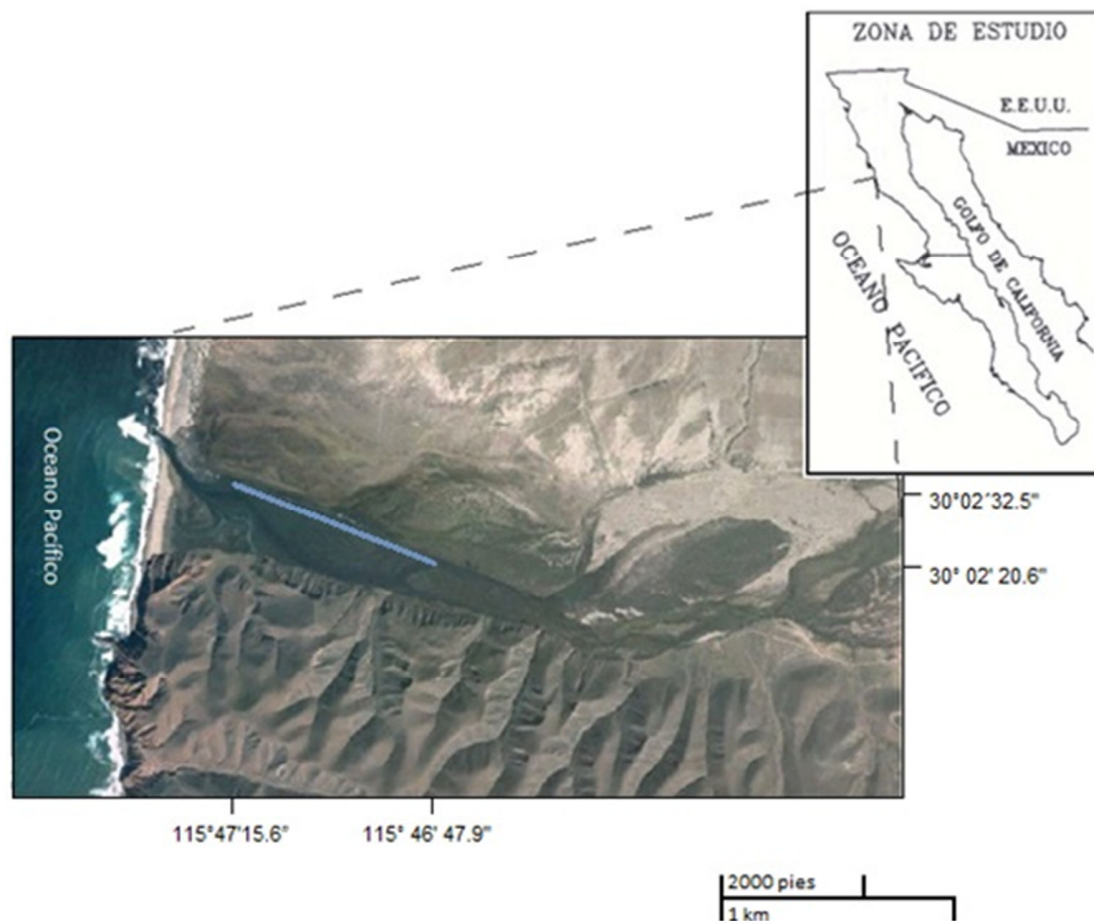


Figura 1. Localización del estuario del Río El Rosario, Baja California, México, basado en una imagen de DigitalGlobe 2013. Coordenadas geográficas: 30°02'32.5" N, 115°47'15.6" W. La línea azul denota el área de colocación de muestreo del pez espinucho.



Lámina 2. Vista panorámica del estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

METODOLOGÍA

Muestreo ictiológico

Se realizaron cinco muestreos de ejemplares de pez espinucho en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México, durante los meses de noviembre 2008, noviembre 2009, mayo 2010, noviembre 2011 y junio 2013.

Los ejemplares del pez espinucho fueron capturados utilizando 10 trampas tipo “minnow” por evento de muestreo, mismas que fueron colocadas en los márgenes del estuario (Fig. 1), con una distancia aproximada de 50 metros entre cada trampa. Considerando que el pez espinucho es un depredador diurno, se optó por utilizar malvaviscos como atrayente visual. En cada evento de muestreo, las trampas fueron colocadas al atardecer y retiradas por la mañana, permaneciendo en operación por alrededor de 15 horas.

Al momento de retirar las trampas se midieron las variables fisicoquímicas de temperatura (°C), salinidad (ppt), oxígeno disuelto (mg/l) y potencial de hidrógeno en cada uno de los puntos de ubicación de las trampas. Para esto se utilizó un equipo mutianalizador Hydrolab Scout 2 (Hydrolab Co., Austin, Texas).

Los ejemplares recolectados fueron colocados en bolsas de plástico microperforadas, etiquetados, fijados en formaldehído al 10% y transportados al laboratorio. A los siete días a partir del muestreo, los organismos fueron

colocados en agua corriente por un día y después transferidos a alcohol isopropílico al 50% para su preservación.

Análisis del contenido estomacal

La longitud total, longitud patrón, y el ancho de boca de cada ejemplar de pez espinucho se registró con ayuda de un vernier digital (precisión 0.01 mm) conectado a una computadora personal, y el peso mediante una balanza electrónica (precisión 0.01 g). En promedio se analizaron 32 ejemplares de pez espinucho por muestreo.

El análisis de la dieta se realizó a partir de los estómagos, los cuales fueron seccionados a nivel de esófago y esfínter pilórico. El contenido de cada estómago fue colocado en una caja de Petri, donde los diferentes rubros alimenticios fueron separados, identificados y cuantificados con ayuda de un microscopio estereoscópico. En el conteo de las presas, cada cabeza fue considerada como un individuo.

En cuanto a los índices utilizados para describir la dieta, se ha encontrado que el porcentaje numérico tiende a sobreestimar la importancia de presas pequeñas presentes en grandes números, que contribuyen muy poco al volumen de alimentos consumidos por la población (Hyslop, 1980; Wallace, 1981; Liao et al., 2001); el porcentaje de volumen a su vez, sobreestima la importancia de componentes alimenticios de gran volumen presentes en unos

pocos individuos de la población (Liao et al., 2001); mientras que la frecuencia de aparición a pesar de no presentar sesgos en cuanto al tamaño de las presas, no se considera una medida de importancia en la dieta apropiada cuando las presas son de diferente tamaño (Liao et al., 2001).

Por otro lado, también se reconocen las bondades asociadas con estos índices, como son que el porcentaje de número provee información sobre el comportamiento alimenticio, mientras que el volumen refleja el valor nutricional de las presas en la dieta de los peces (Macdonald and Green, 1983), y la frecuencia de aparición indica el hábito de búsqueda del depredador hacia las diferentes presas, con lo que refleja la estrategia alimenticia de la población (Liao et al., 2001).

Con la finalidad de disminuir los sesgos observados en los índices individuales y a la vez conservar sus bondades, se ha extendido el empleo de índices compuestos para la descripción de la dieta, de los que el índice de importancia relativa (IRI, por sus siglas en inglés) es el más ampliamente usado (Cortés, 1997).

En el presente estudio, para describir la composición de la dieta se utilizó el índice de importancia relativa, a partir de la ecuación 1 (Pinkas et al., 1971), el cual está conformado por los índices individuales de (a) porcentaje numérico (%N), que es el porcentaje en el que cada categoría alimenticia contribuye al número total de presas en todos los estómagos analizados; (b) porcentaje de volumen (%V) que es el promedio de los porcentajes en que cada categoría

alimenticia contribuye al volumen total de alimento en cada estomago analizado; y por último (c) porcentaje de frecuencia de aparición (%FA), que es el porcentaje de todos los estómagos con alimento en el que ocurrió cada categoría alimenticia (Wallace, 1981). En el presente estudio el volumen se determinó de manera indirecta, a partir del cálculo de las dimensiones promedio de las presas según su forma geométrica más cercana (Hyslop, 1980).

$$IRI = (\%N + \%V) (\%FA) \dots \text{Ecuación (1)}$$

Para propósitos comparativos, el IRI fue estandarizado como %IRI (Cortés, 1997), según la ecuación 2, donde el IRI de cada categoría alimenticia (IRI_i) es representado como %IRI_i.

$$\%IRI_i = (IRI_i / \sum IRI_i) * 100 \dots \text{Ecuación (2)}$$

La similitud en la dieta entre muestreos, sexos y clases de edad se calculó mediante la ecuación de traslape trófico de Schoener (1970), como se indica en la ecuación 2, donde α = traslape trófico, P_{xj} = proporción del taxón presa j en la dieta del grupo x (i.e. muestreo, sexo o clase de talla x), y P_{yj} = proporción del taxón presa j (%IRI_i) en la dieta del grupo y (i.e. muestreo, sexo o clase de talla y).

$$\alpha = [1 - 0.5 (\sum |P_{xj} - P_{yj}|)] * 100 \dots \text{Ecuación (3)}$$

La similitud en la dieta se consideró significativa para valores $\geq \%60$ (Zaret y Rand, 1971).

La relación entre el tamaño de presas y el tamaño de la boca del pez espinucho se calculó a partir de la longitud promedio de las presas consumidas y el ancho de la boca de cada pez individual, mediante la correlación no paramétrica de Spearman, debido a que los datos no cumplieron con los supuestos necesarios para utilizar la correlación paramétrica (Siegel, 1995).

Crecimiento somático y relaciones biométricas

Para la determinación del factor de condición relativo primero se determinó la relación longitud-peso, la cual se calculó según la ecuación de potencia (Ricker, 1975; ecuación 4), donde W = el peso de cada pez en gramos, y L = longitud patrón en milímetros.

$$W = aL^b \dots \text{Ecuación (4)}$$

Los parámetros a y b se calcularon utilizando el programa FishParm 3.0, el cual se basa en la estimación de la ecuación alométrica mediante el algoritmo de Marquardt para mínimos cuadrados no lineales (Prager et al., 1989).

Para determinar si el crecimiento fue de tipo isométrico ($b = 0$) ó alométrico ($b > 3.0$ ó $b < 3.0$) se empleó la prueba t de Student (Wayne, 1989).

Para la determinación de la relación longitud-peso y el factor de condición relativo no se consideraron los ejemplares parasitados con nematodos, debido a que Dauod et al. (1985) reportaron un incremento del 4 al 20% en el factor de condición del pez espinucho asociado a la presencia de parásitos.

La condición somática de cada ejemplar se calculó con la ecuación del factor de condición relativo (Le Cren, 1951; ecuación 5), la cual se utiliza para especies que exhiben un crecimiento de tipo alométrico.

$$Kn = W / aL^b \quad \text{o bien } K = W / W' \dots \text{Ecuación (5)}$$

Donde, W = peso del pez individual (g), a y b , son constantes de la regresión longitud-peso, L = longitud del pez individual (mm), y W' = peso calculado correspondiente a la longitud observada, el cual es obtenido mediante la LWR (ecuación 4).

Las diferencias en la condición entre muestreos y entre sexos de cada clase de edad se determinaron por medio de la prueba de Kruskal-Wallis, debido a que la prueba de Anderson-Darling reveló que no todos los grupos tuvieron una distribución normal, y además, mediante la prueba F de homogeneidad de varianzas se observó que no existió homogeneidad entre todos los grupos (Wayne, 1989). De la misma manera, debido a que no existió homogeneidad de varianzas entre sexos ni entre grupos tallas, ni una distribución normal en todos los grupos, las diferencias en la condición entre sexos y grupos de tallas se determinaron mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney (Siegel, 1995).

RESULTADOS

1. Parámetros fisicoquímicos

De los cinco muestreos realizados en el estuario del Río El Rosario, tres correspondieron a la estación de otoño con temperaturas del agua promedio de 15.8 °C (noviembre de 2008), 14.5 °C (noviembre de 2009) y 16.7 °C (noviembre de 2011); y dos muestreos a la de primavera con temperaturas de agua promedio de 22.7 °C (mayo de 2010) y 21.5 °C (junio de 2013; Figura 2).

La salinidad registrada fue baja, sobre todo durante los muestreos de otoño, con valores promedio de 3.3, 3.4 y 2.2 ‰ (noviembre de 2008, noviembre de 2009 y noviembre de 2011, respectivamente), y se incrementó en los muestreos de primavera (6.2 ‰ en mayo de 2010 y 4.2 ‰ en junio de 2013). Los valores mínimos de pH fueron registrados durante los muestreos de otoño, con valores promedio de 8.8 (noviembre de 2008) a 9.5 (noviembre de 2009), y los valores máximos durante los muestreos de primavera (10.2 en mayo de 2010, y 10.4 en junio de 2013). Por otro lado, los valores mínimos de oxígeno disuelto se registraron durante los muestreos de noviembre de 2011 y junio de 2013 (1.6 y 2.6 mg/l, respectivamente), mientras que en el valor máximo se registró en mayo de 2010 (11 mg/l; Figura 2).

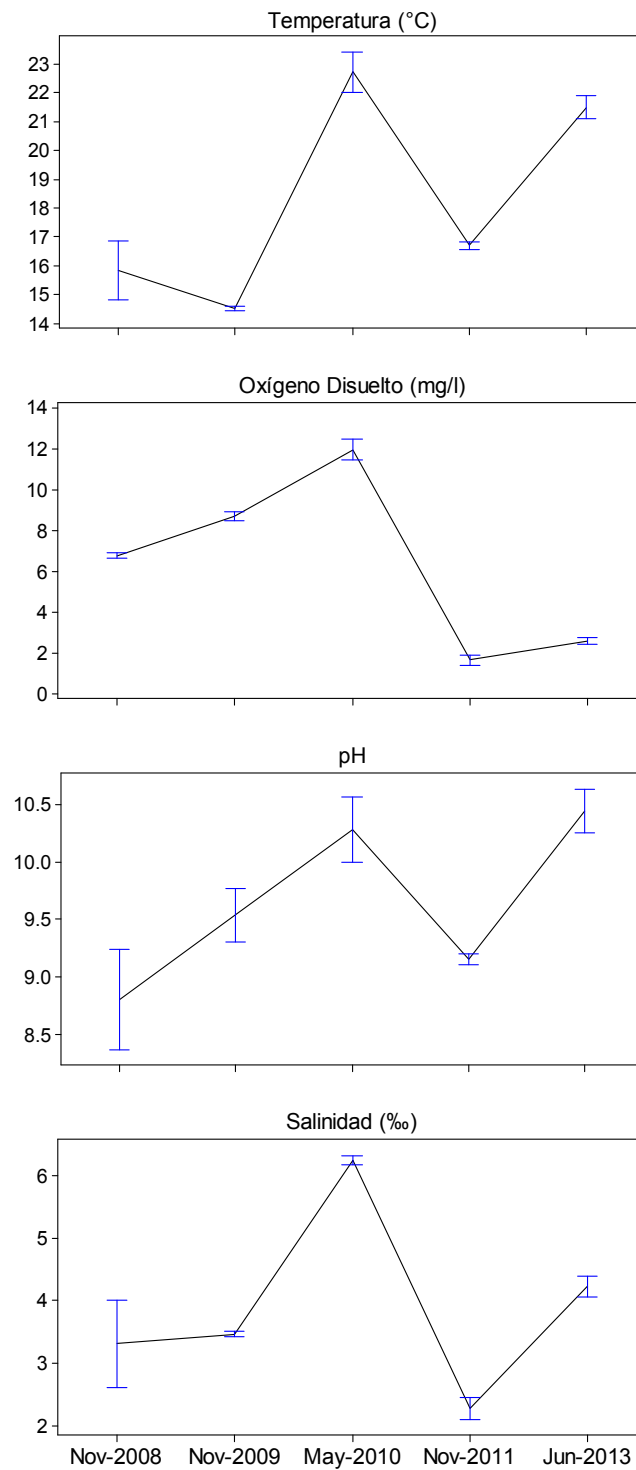


Figura 2. Parámetros fisicoquímicos registrados en el estuario del Río El Rosario durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013.

2. Descripción de la muestra

En total se analizaron 159 estómagos de *Gasterosteus aculeatus* que proceden de especímenes recolectados en el estuario del Río El Rosario, durante cinco muestreos: noviembre de 2008 (n= 31), noviembre de 2009 (n= 35), mayo de 2010 (n= 32), noviembre de 2011 (n= 34) y junio de 2013 (n= 27).

Dos clases de tamaño corporal del pez espinucho fueron determinados con base en la frecuencia de tallas de la longitud patrón, el primero formado por individuos con un intervalo de talla de 29 a 36 mm, y el segundo grupo por aquéllos en el intervalo de 37 a 46 mm. Sesenta y un estómagos analizados correspondieron a la clase de talla 1, y otros 71 estómagos a la clase de talla 2. En la tabla I se ofrece el número de estómagos analizados por mes de muestreo, sexo y clase de talla.

Tabla I. Número de estómagos de *Gasterosteus aculeatus* analizados por evento de muestreo, sexo y clase de talla, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

Mes	Sexos		Clase de talla (mm LP)		Total
	Hembras	Machos	C1	C2	
Nov-2008	19	12	8	23	31
Nov-2009	18	17	14	21	35
May-2010	7	25	19	13	32
Nov-2011	24	10	20	14	34
Jun-2013	15	12	18	9	27

3. Caracterización de la dieta

3.1. Composición de la dieta global

La composición de la dieta de manera global (todos los eventos de muestreo combinados) estuvo representada por 14 rubros alimenticios (Tabla II). La contribución de las presas en términos del porcentaje del índice de importancia relativa (%IRI) fue dominada de manera significativa por larvas de quirónomidos (84.8%), siendo muy poca la contribución del resto de presas y ninguna de ellas por encima del 4%.

Tabla II. Composición alimenticia global de *Gasterosteus aculeatus* en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México, durante los muestreos combinados de noviembre de 2008 a junio de 2013.

Categoría alimenticia	% V	% N	% FA	%IRI
Cladocera	0.1	3.3	8.2	*
Ostracoda	5.9	9.4	18.9	3.5
Copepoda	2.1	13.1	8.8	1.6
Decapoda	0.6	0.0	0.6	*
Chirono (larva)	55.2	48.8	67.9	84.8
Chirono (pupa)	6.3	1.8	13.8	1.3
Baetidae	1.6	0.5	3.8	*
Leptophlebiidae	15.2	1.8	18.2	3.7
Sialidae	0.9	0.9	1.3	*
Coenagrionidae	2.7	0.2	3.1	*
Corixidae	3.1	12.0	17.0	3.1
Oribatida	0.0	0.1	1.9	*
Ephydriidae	0.2	0.0	0.6	*
Huevos de peces	6.1	7.8	8.2	1.4

* < 1%

3.2. Composición de la dieta por evento de muestreo

La dieta del pez espinucho en términos de %IIR estuvo dominada por larvas de quironómidos durante noviembre de 2008 (89.3%), noviembre de 2009 (94.7%), mayo de 2010 (73%), y noviembre de 2011 (55.7%); mientras que en junio de 2013, los leptoflébidos fueron el componente alimenticio de mayor importancia (71.7%).

3.3. Composición de la dieta por sexo

A nivel de sexos del pez espinucho, la dieta durante el periodo de estudio (todos los eventos de muestreo combinados) estuvo compuesta de modo notable por larvas de quironómidos, tanto en hembras (88.8%) como en machos (78.2%; Figura 4).

Al considerar cada evento de muestreo por separado, las larvas de quironómidos fueron el componente alimenticio de mayor importancia en la dieta de las hembras durante noviembre de 2008 (97.6%), noviembre de 2009 (96.4%) y mayo de 2010 (70.3%), y fueron consumidos en menor proporción durante noviembre de 2011 (44.6%) y junio de 2013 (24.6%), en los cuales las hembras tuvieron una mayor proporción de presas consumidas de tipo zooplancton (Fig. 5).

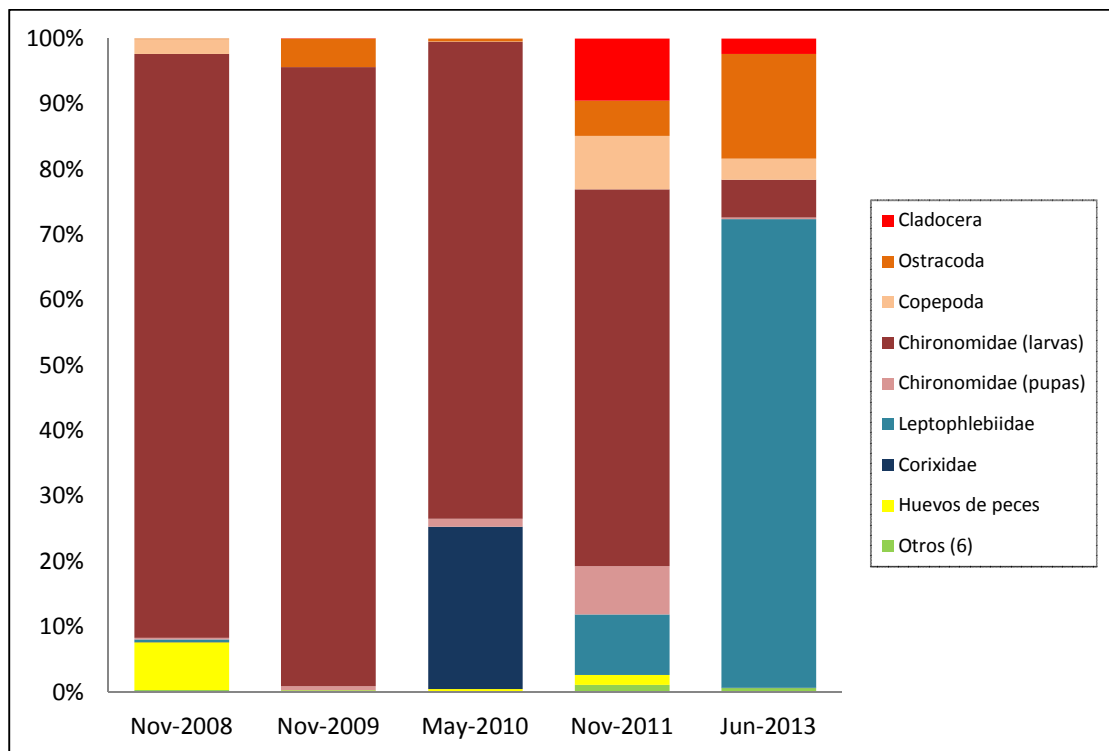


Fig. 3. Composición alimenticia del pez espinucho en términos del porcentaje del índice de importancia relativa (%IIR) durante los diferentes eventos de muestreo (noviembre de 2008 a junio de 2013), en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

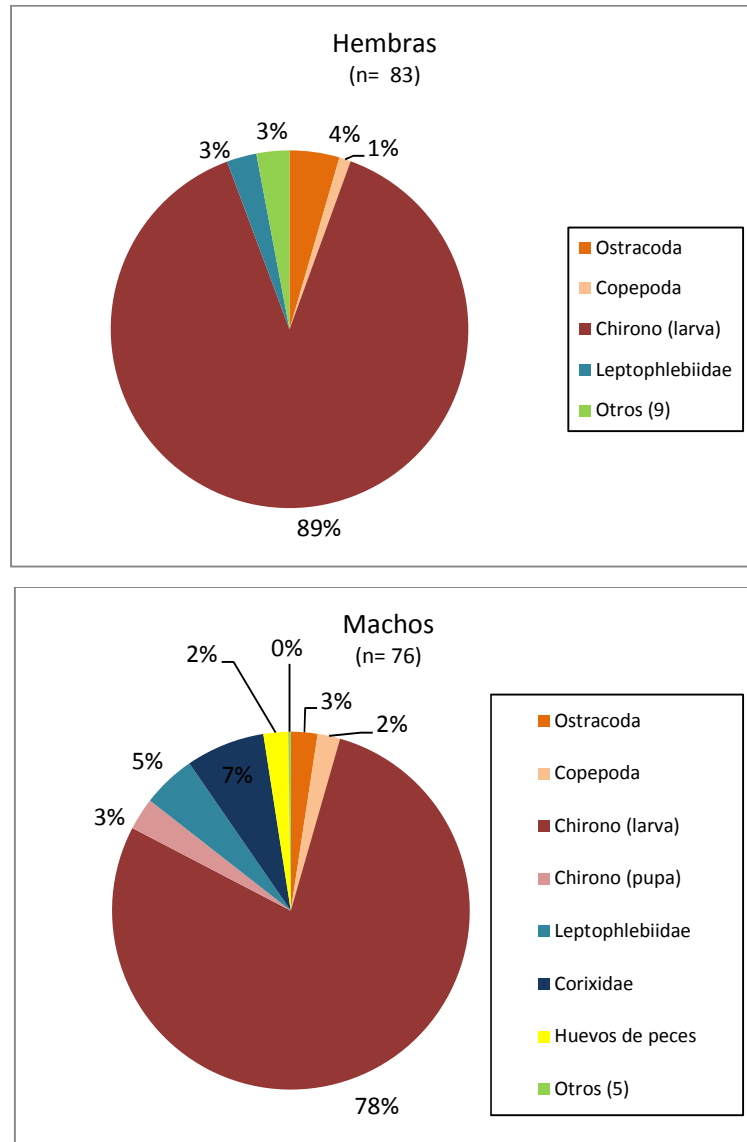


Fig. 4. Composición alimenticia de hembras y machos del pez espinucho en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México, durante los diferentes eventos de muestreos (noviembre de 2008 a junio de 2013). La “n” equivale al número de estómagos analizados.

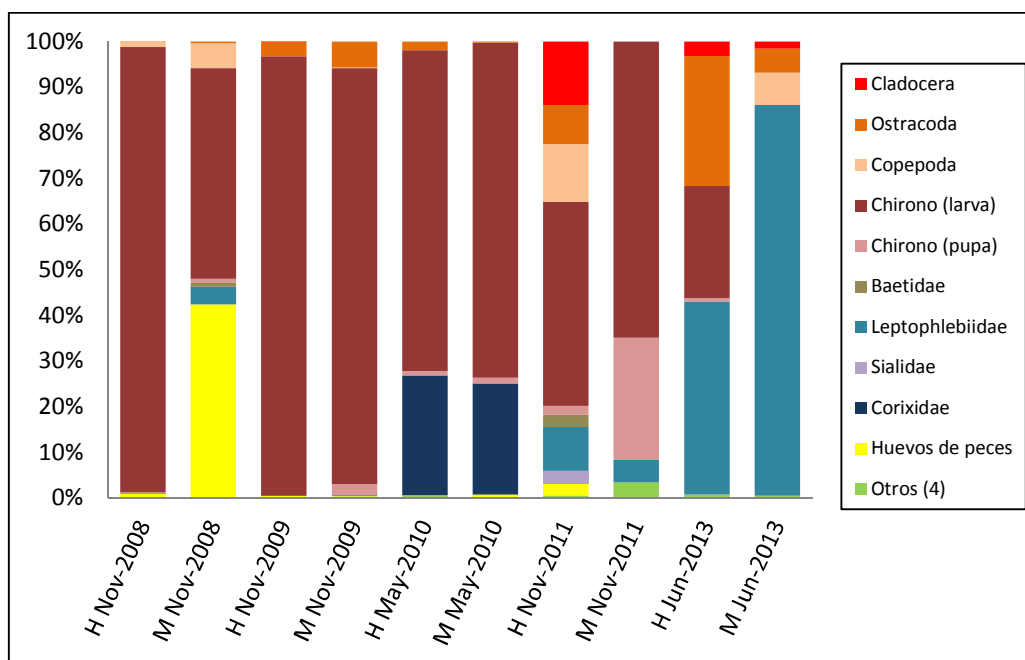


Fig. 5. Composición alimenticia de hembras (H) y machos (M) del pez espinucho durante muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

Los machos, por su parte, presentaron una dieta dominada por larvas de quironómidos durante los eventos de muestreo de noviembre de 2009 (91.1%), mayo de 2010 (73.4%) y noviembre de 2011 (64.9%), mientras que éstas estuvieron presentes en menor medida en la dieta en noviembre de 2008 (46.2%), y ausentes en el evento de muestreo de junio de 2013, en el cual la dieta estuvo dominada por larvas de leptoflébidos (85.7%).

3.4. Composición de la dieta por clase de talla

De manera general, las dietas de las clases de talla C1 (29 a 36 mm) y C2 (37 a 46 mm) del pez espincho estuvieron dominadas respectivamente por larvas de quironómidos (80.2 y 86.4%), seguidas por ostrácodos (7 y 1.3%) (Fig. 6).

La dieta a nivel mensual para la clase de talla C1 mostró dominancia por larvas de quironómidos durante los eventos de muestreo de noviembre de 2008 (89.8%), noviembre de 2009 (92.7%), mayo de 2010 (75.1%) y noviembre de 2011 (72.1%). En junio de 2013, por otro lado, larvas de quironómidos representaron solo el 8.1% de la dieta, a la vez que larvas de leptoflébidos y ostrácodos presentaron una importancia de 51.4 y 27.4%, respectivamente.

En la clase de talla C2, la dieta estuvo dominada por larvas de quironómidos en noviembre de 2008 (89.8%), noviembre de 2009 (95.4%) y

mayo de 2010 (70.1%). El elenco de presas en la dieta en noviembre de 2011 estuvo compuesto por copépodos (32.6%), cladóceros (20.5%) y larvas de quironómidos (13.9%). En junio de 2013, por otro lado, la dieta estuvo fuertemente dominada por larvas de leptoflébidos (92.6%), y larvas de quironómidos constituyeron solo el 3.3% de la dieta.

3.5. Similitud de la dieta entre eventos de muestreos

La similitud de la dieta del pez espinucho a nivel de eventos de muestreo resultó significativa (>60%) en los muestreos de noviembre de 2008, noviembre de 2009, mayo de 2010 y noviembre de 2011 (Tabla III). El nivel de similitud más alto se observó entre noviembre de 2008 y noviembre de 2009 (90%), seguido por noviembre de 2009 y mayo de 2010 (74.3%), y noviembre de 2008 y mayo de 2010 (73.9%); mientras que noviembre de 2011 presentó niveles de similitud apenas por arriba del nivel de significancia con noviembre de 2008 (60.7%) y noviembre de 2009 (61.1%), y por debajo del nivel de significancia con mayo de 2010 (57.9%). Junio de 2013 no mostró un traslape trófico significativo con ninguno de los otros muestreos.

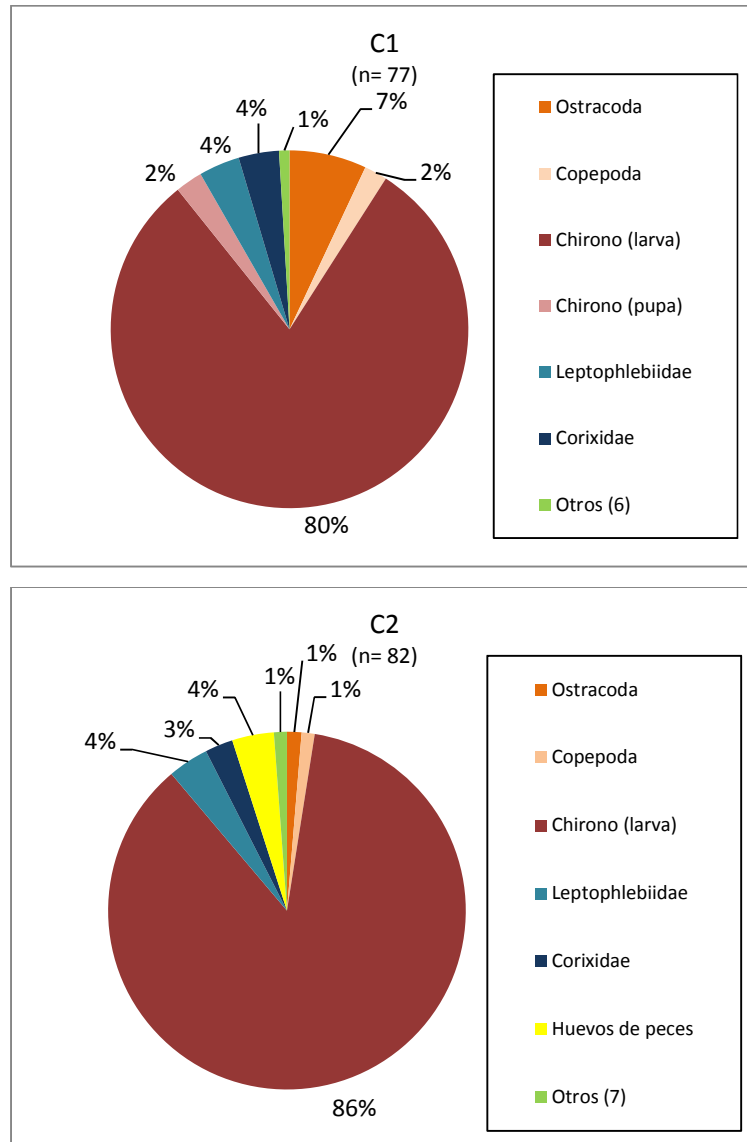


Fig. 6. Composición alimenticia de las clases de talla C1 (LP = 29-36 mm) y C2 (LP = 37-46 mm) del pez espinoco en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México, durante los muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013. La “n” equivale al número de estómagos analizados.

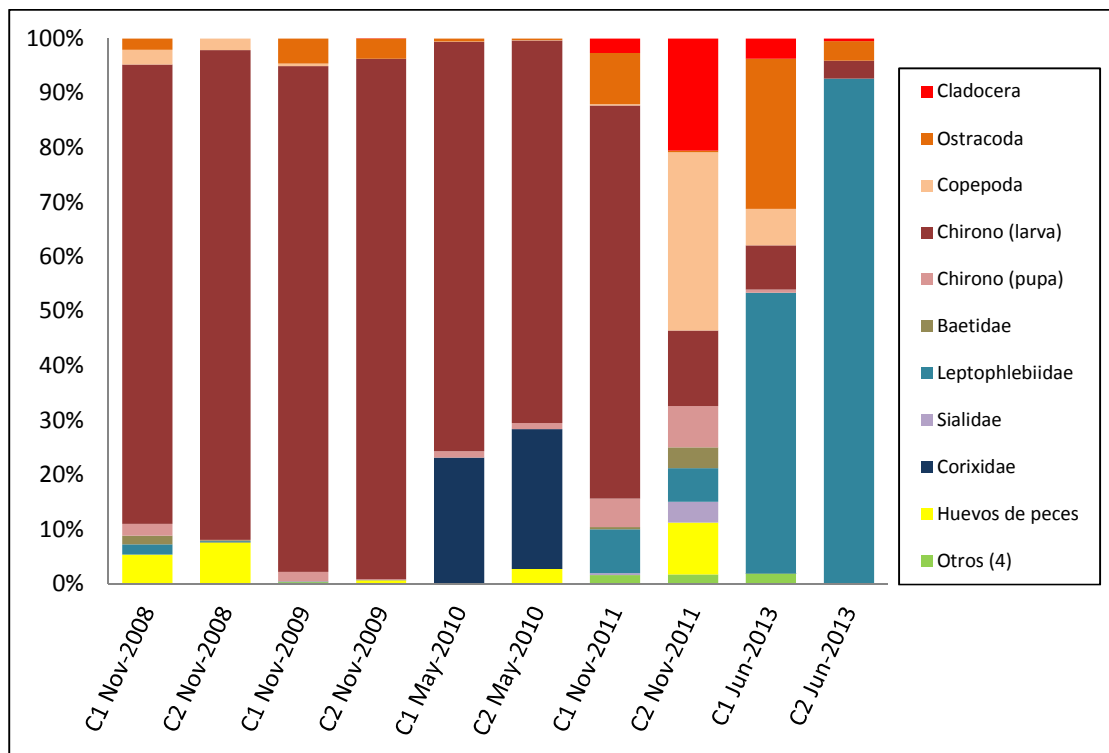


Fig. 7. Composición alimenticia de las clases de talla C1 (29-36 mm LP) y C2 (37-46 mm LP) del pez espinucho durante los muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

Tabla III. Similitud de la dieta del pez espinucho entre los eventos de muestreo de noviembre 2008, noviembre 2009, mayo 2010, noviembre 2011 y junio 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

Muestreos	Nov-08	Nov-09	May-10	Nov-11	Jun-13
Nov-08	xxxxxx	90.0	73.9	60.7	8.8
Nov-09		xxxxxx	74.3	61.1	10.5
May-10			xxxxxx	57.9	6.5
Nov-11				xxxxxx	26.4
Jun-13					xxxxxx

3.6. Similitud de la dieta entre sexos

La composición de la dieta de hembras y machos del pez espinucho (muestreos combinados) presentó una similitud significativa con un valor de traslape del 86.2%. Asimismo, la dieta entre sexos del pez espinucho fue significativa durante los eventos de muestreo de noviembre 2009 (94.5) y mayo de 2010 (95.7%). En los restantes tres muestreos, por otro lado, no se observó un traslape trófico significativo entre las dietas de hembras y machos (Tabla IV).

Tabla IV. Similitud de la dieta entre hembras (H) y machos (M) del pez espinocha durante los muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

	H Nov-2008	M Nov-2008	H Nov-2009	M Nov-2009	H May-2010	M May-2010	H Nov-2011	M Nov-2011	H Jun-2013	M Jun-2013
H Nov-2008	xxxxxx	48.5	96.8	91.6	70.4	74.5	47.0	65.0	24.7	1.3
M Nov-2008		xxxxxx	47.0	48.0	47.4	48.1	58.8	50.9	29.5	9.7
H Nov-2009			xxxxxx	94.5	72.2	74.1	48.3	64.9	27.8	3.2
M Nov-2009				xxxxxx	73.1	75.0	53.1	67.7	31.4	5.9
H May-2010					xxxxxx	95.7	47.5	65.8	27.2	2.0
M May-2010						xxxxxx	46.9	66.1	25.5	0.3
H Nov-2011							xxxxxx	51.9	47.0	23.8
M Nov-2011								xxxxxx	30.8	5.3
H Jun-2013									xxxxxx	49.6
M Jun-2013										xxxxxx

3.7. Similitud de la dieta entre clases de talla

La similitud entre la dieta de clases de talla C1 y C2 del pez espinocha fue significativo de manera global con un valor de traslape trófico del 90%. En cuanto a evento de muestreo, de la misma manera, se obtuvo una similitud significativa entre las clases de talla C1 y C2 en noviembre de 2008 (92%), noviembre de 2009 (96.7%), y mayo de 2010 (94.7%).

En noviembre de 2011 y junio de 2013, el traslape trófico de las clases de talla fue no significativo (29.4% y 58.8%, respectivamente). Los valores de traslape trófico entre las clases de talla de cada muestreo se presentan en la tabla V.

Tabla V. Similitud de la dieta entre las clases de talla C1 (29-36 mm LP) y C2 (37-46 mm LP) del pez espinucho durante los muestreos entre noviembre de 2008 y junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

	C1 Nov-2008	C2 Nov-2008	C1 Nov-2009	C2 Nov-2009	C1 May-2010	C2 May-2010	C1 Nov-2011	C2 Nov-2011	C1 Jun-2013	C2 Jun-2013
C1 Nov-2008	xxxxxx	92.0	88.7	87.2	76.9	74.2	78.9	27.9	15.3	7.2
C2 Nov-2008		xxxxxx	90.5	90.6	75.2	72.9	72.7	24.0	10.4	3.4
C1 Nov-2009			xxxxxx	96.7	76.9	71.6	79.2	16.5	14.2	7.0
C2 Nov-2009				xxxxxx	75.8	71.3	76.0	15.1	12.0	6.9
C1 May-2010					xxxxxx	94.7	73.9	15.4	9.3	3.8
C2 May-2010						xxxxxx	71.6	17.9	9.1	3.6
C1 Nov-2011							xxxxxx	29.4	30.6	15.3
C2 Nov-2011								xxxxxx	25.7	10.3
C1 Jun-2013									xxxxxx	58.8
C2 Jun-2013										xxxxxx

3.8. Relación tamaño de presa y tamaño de boca del pez espinucho

En el presente estudio se encontró una correlación significativa ($r_s = 0.208$, $P = 0.009$) entre el tamaño promedio de las presas consumidas por el pez espinucho y el ancho de su boca de manera global. En cuanto a evento de muestreo, dicha correlación fue significativa en noviembre de 2009 ($r_s = 0.336$, $P = 0.049$), y no significativa en los demás muestreos (Tabla VI).

Tabla VI. Valores de correlación (r_s) entre el tamaño promedio de las presas consumidas por el pez espinucho y el tamaño de su boca, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, durante los eventos de muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013. P = nivel de significancia, N = tamaño de la muestra.

	r_s	P	N
Muestreo			
Nov-2008	0.068	0.716	22
Nov-2009	0.336	0.049	33
May-2010	0.134	0.463	30
Nov-2011	-0.087	0.625	17
Jun-2013	0.220	0.271	27
Total	0.208	0.009	159

4. Crecimiento somático y relaciones biométricas

4.1. Relación longitud-peso

El pez espinucho en el estuario del Río El Rosario presentó un intervalo de longitud patrón de 27.2 mm a 45.6 mm, mientras que el peso osciló entre 0.3 y 1.5 g (Tabla VII). El parámetro b de la relación longitud-peso (LWR) del pez espinucho fue de 3.45 y el crecimiento fue de tipo alométrico positivo ($t = 3.70$, $P < 0.05$).

En el evento de muestreo de junio de 2013 se registró una longitud patrón mínima de 27.2 mm y un peso mínimo de 0.3 g del pez espinucho, mientras que la longitud patrón máxima (45.6 mm) y el peso máximo (1.5 g) se

registraron en noviembre de 2009. El parámetro b de la LWR registró valores de 2.78 (noviembre de 2011) a 4.52 (junio de 2013), siendo su crecimiento de tipo isométrico en noviembre de 2008 ($t = 0.35$, $P > 0.05$) y noviembre de 2011 ($t = 1.23$, $P > 0.05$), y de tipo alométrico positivo en noviembre de 2009 ($t = 3.70$, $P < 0.05$), mayo de 2010 ($t = 2.18$, $P < 0.05$) y junio de 2013 ($t = 3.91$, $P < 0.05$).

Tabla VII. Tamaño de muestra (n), longitud y peso mínimo y máximo, parámetros de la relación longitud-peso (LWR), y mediana del factor de condición relativo (Kn) del pez espinucho de manera global, por evento de muestreo (noviembre de 2008 a junio de 2013), sexo (hembras y machos), y clase de talla (C1 y C2), en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México.

	N	Longitud		Peso		LWR					Kn
		Min.	Max.	Min.	Max.	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i> ²	<i>t</i>	<i>P</i>	Mediana
Muestreos											
Nov-08	30	33.8	45.1	0.6	1.4	0.01	2.91	0.83	0.35	>0.05	1.01
Nov-09	35	30.9	45.6	0.4	1.5	0.01	3.45	0.85	-3.70	<0.05	1.01
May-10	32	32.5	41.4	0.4	1.0	0.01	3.47	0.90	-2.18	<0.05	0.99
Nov-11	29	29.6	42.9	0.3	1.0	0.01	2.78	0.90	1.23	>0.05	0.98
Jun-13	26	27.2	40.8	0.3	1.4	0.01	4.52	0.88	-3.91	<0.05	1.01
Sexos											
Hembras	74	27.2	45.6	0.3	1.5	0.01	3.50	0.84	-2.67	<0.05	0.99
Machos	78	29.6	41.7	0.3	1.2	0.01	3.83	0.87	-4.77	<0.05	0.92
Tallas											
C1	74	27.2	36.9	0.3	0.9	0.01	3.41	0.64	-1.26	>0.05	1.09
C2	78	37.0	45.6	0.7	1.5	0.01	3.10	0.62	-0.37	>0.05	1.08
Total	152	27.2	45.6	0.3	1.5	0.01	3.45	0.85	-3.70	<0.05	0.99

En hembras, las longitudes corporales mínima y máxima fueron de 27.2 mm y 45.6 mm, mientras que en machos éstas fueron de 29.6 mm y 41.7 mm. El

peso, por otro lado, registró un intervalo de 0.3 a 1.5 g en hembras, y de 0.3 a 1.2 g en machos. El crecimiento registrado fue de tipo alométrico positivo tanto en hembras ($b = 3.50$, $t = 2.67$, $P < 0.05$) como en machos ($b = 3.83$, $t = 4.77$, $P < 0.05$).

La longitud de la clase de talla C1 osciló desde un valor mínimo de 27.2 mm hasta un máximo de 36.9 mm, mientras que la clase de talla C2 fue desde un mínimo de 37 mm hasta un máximo de 45.6 mm. El peso presentó un intervalo de 0.3 a 0.9 g en la clase de talla C1, y de 0.7 a 1.5 g en la clase de talla C2. El crecimiento fue de tipo isométrico en las clases de talla C1 ($t = 1.26$, $P > 0.05$) y C2 ($t = 0.37$, $P > 0.05$), y el valor de la pendiente (b) fue de 3.41 y 3.1, respectivamente.

4.2. Factor de condición relativa

El valor de la mediana del factor de condición relativo (K_n) fue de 0.99 de manera global. En cuanto a evento de muestreo, el valor de la mediana del K_n fue mayor que 1.0 (condición óptima) durante noviembre de 2008, noviembre de 2009 y junio de 2013 (Fig. 8), y menor que 1.0 (condición sub-óptima) en mayo de 2010 (0.99) y noviembre de 2011 (0.98). No se encontraron diferencias significativas en el K_n entre los eventos de muestreos ($H = 0.31$, d.f. = 4, $P = 0.989$).

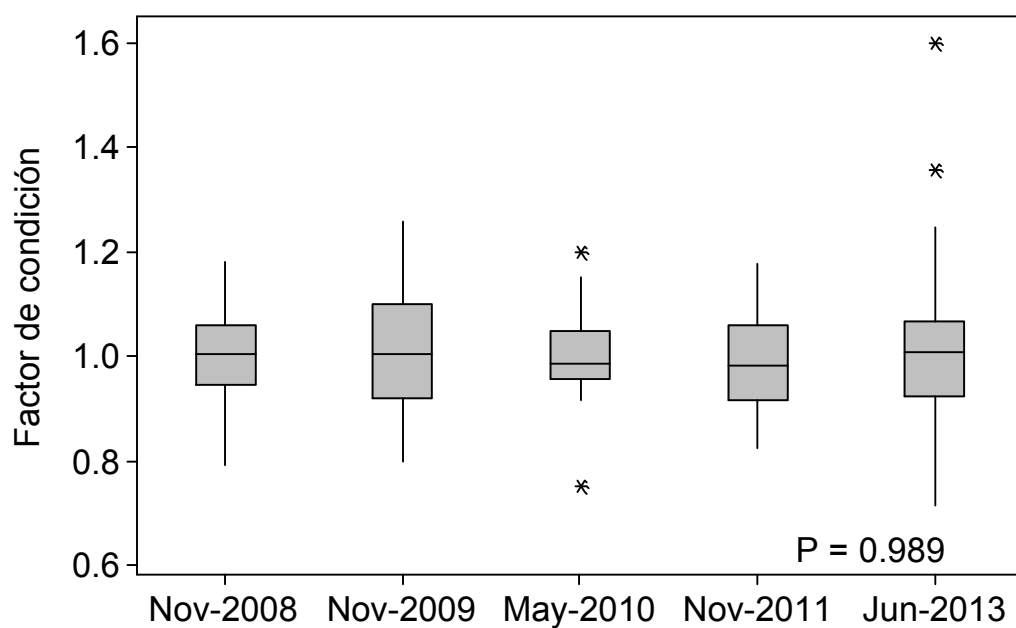


Figura 8. Factor de condición relativo del pez espinocha durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México. En el recuadro, la línea central horizontal indica la mediana, la línea vertical indica el intervalo, los asteriscos significan valores extremos y el valor P la significancia de la similitud entre la condición del pez espinocha de todos los muestreos.

Para hembras y machos del pez espinucho no se encontraron diferencias significativas en el Kn ($W= 5958$, d.f.= 77, $P = 0.975$), y el valor de la mediana del Kn fue de 0.99 y 0.92, respectivamente (Fig. 9).

En cuanto a clases de talla, de la misma manera, no se encontraron diferencias significativas en el Kn ($W= 5682$, d.f.= 77, $Z= <0.01$, $P= 0.939$), pero en este caso los valores de la mediana del Kn mostraron condiciones óptimas en la clase de talla C1 (1.09) y C2 (1.08; Fig. 10).

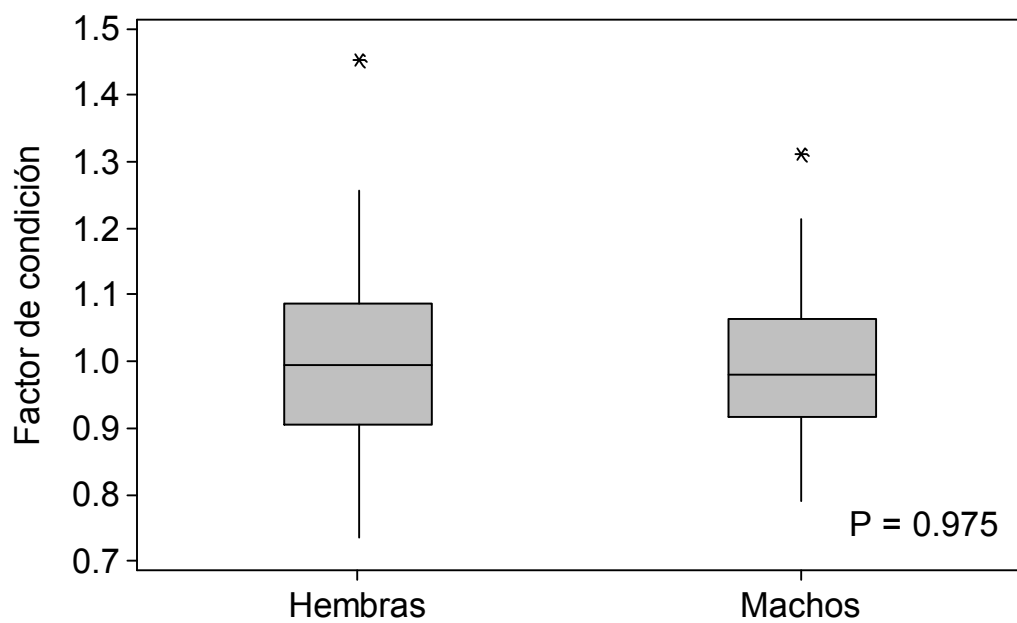


Figura 9. Factor de condición relativo de hembras y machos del pez espinucho durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México. En el recuadro, la línea horizontal central señala la mediana, la línea vertical el intervalo, los asteriscos valores extremos y el valor P el valor de significancia de la similitud entre la condición de hembras y machos.

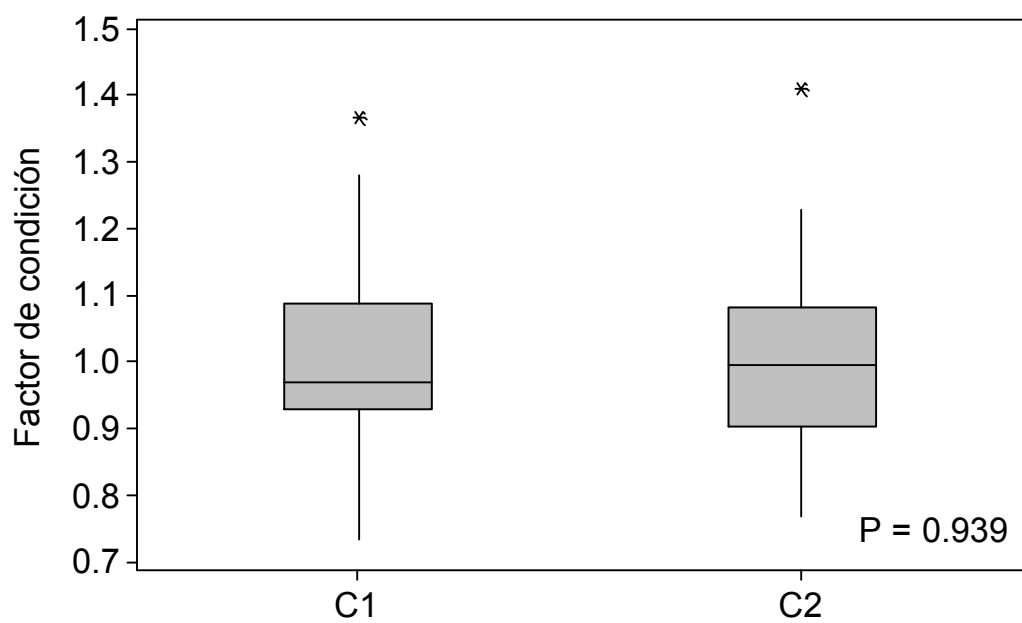


Figura 10. Factor de condición relativo de las clases de talla C1 (29-36 mm LP) y C2 (37-46 mm LP) del espinucho durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México. En el recuadro, la línea horizontal central señala la mediana, la línea vertical el intervalo, los asteriscos valores extremos y el valor P el valor de significancia de la similitud entre la condición de las clases de talla.

DISCUSIÓN

Factores fisicoquímicos

El pez espinocha es una especie holártica que habita aguas frías, aunque tolera un intervalo térmico relativamente amplio. Por ejemplo, en su distribución nortea, en la Columbia Británica, Manzer (1976) registró la presencia del pez espinocha a temperaturas entre 4 y 24 °C, mientras que en Baja California, mucho más al sur, éste ha sido detectado en un ámbito térmico de 14.5 a 30.5 °C (Ruiz-Campos et al., 2000a, 2000b). En el presente estudio en el estuario del Río El Rosario, que es la distribución más sureña del pez espinocha, éste fue muestreado a temperaturas promedio de 14.5 a 22.7 °C, lo cual lo ubica dentro de los intervalos térmicos previamente reportados (Manzer, 1976; Ruiz-Campos et al., 2000a, 2000b).

Los valores de salinidad promedio registrados en este estudio para los hábitats de distribución del pez espinocha en el estuario del Río El Rosario, fueron de 2.3 a 6.2 ‰, mismos que son relativamente menores cuando comparados con aquéllos reportados por Sánchez-Gonzales et al. (2001) en una localidad (Lagunita El Descanso) del noroeste de Baja California (9.5 a 14.5 ‰), pero se encuentran dentro del intervalo de salinidad registrado por Ruiz-Campos et al. (2000a, 2000b) para el noroeste de Baja California (1.0 a 15.0 ‰).

Por otro lado, los valores de pH promedio registrados en el presente estudio fueron similares a los reportados por Sánchez-Gonzales et al. (2001; 8 a 9.5) y por Ruiz-Campos et al. (2000a; 7.8 a 9.2) durante los muestreos de otoño (8.8 a 9.5). No obstante, los muestreos de primavera registraron valores de pH promedio (10.28 en mayo de 2010 y 10.45 en junio de 2013) mayores a los reportados por los estudios antes citados. Los valores promedio de oxígeno disuelto fueron de 2.3 a 6.2 mg/l, lo cual también coincidió con los reportados de 2.5 a 14.6 mg/l por Sánchez-Gonzales et al. (2001; 2.5 a 14.6 mg/l), aunque se ubicaron dentro del ámbito reportado por Ruiz-Campos et al. (2000a; 2.1 a 14.6 mg/l) para el noroeste de Baja California.

Caracterización de la dieta

La dieta del pez espinucho en el estuario del Río El Rosario, Baja California mostró dominancia por larvas de quironómidos (84.8%), las cuales han sido determinadas como las presas principales en la dieta del pez espinucho en estudios anteriores en diferentes localidades de su ámbito de distribución (e.g., Hynes, 1950; Greenbank y Nelson, 1959; Manzer, 1976; Worgan y FitzGerald, 1981; Thorman et al., 1983; Allen y Wootton, 1984; Gross y Anderson, 1984; Snyder, 1984; Bolger et al., 1990; Sandlund et al., 1992; Frände et al., 1993; Sánchez-González et al., 2001; Niksirat et al., 2010). En algunos de estos estudios se ha reportado a larvas de quironómidos como un alimento

importante en la dieta del pez espinucho a lo largo del año (Hynes, 1950; Allen y Wootton, 1984; Snyder, 1984).

A nivel estacional, diversos estudios han encontrado una variación en la dieta del pez espinucho, con aumento en el consumo de zooplancton durante otoño e invierno, y dominancia de larvas de quironómidos y otras presas bénticas durante primavera y verano (Thorman et al., 1983; Gross y Anderson, 1984; Snyder, 1984; Sánchez-González et al., 2001; Niksirat et al., 2010). En el presente estudio, en los tres eventos de muestreo realizados durante el otoño, la dieta del pez espinucho fue dominada por larvas de quironómidos (89.3% en noviembre de 2008; 94.7% en noviembre de 2009; y 55.7% en noviembre de 2011), y solo en noviembre de 2011 (22.6%) se registró un consumo significativo de presas del zooplancton. En los muestreos realizados en primavera (mayo de 2010 y junio de 2013), la dieta mostró dominancia por presas bénticas, lo cual coincide con lo reportado por los estudios previamente citados.

A diferencia de los otros muestreos, en junio de 2013 las larvas de leptoflébidos fueron el componente alimenticio más importante en la dieta del pez espinucho (71.7%), mientras que las larvas de quironómidos representaron solo el 5.8% de la dieta. Aunque los efemerópteros (leptoflébidos) no habían sido reportados como componentes de la dieta del pez espinucho en estudios anteriores (cf. Sánchez-González et al., 2001), su presencia en el presente estudio es indicativo de la estrategia alimentaria de tipo oportunista que exhibe

el pez espinucho cuando la disponibilidad de sus presas favoritas disminuye (Sánchez-González et al., 2001), por lo cual una baja disponibilidad de larvas de quironómidos en el ambiente durante el muestreo de junio de 2013 pudo ser el factor que ocasionó que el pez espinucho cambiara su mayor consumo hacia las larvas de los efemerópteros.

La dieta del pez espinucho fue significativamente similar entre los eventos de muestreo de noviembre de 2008 a mayo de 2010. En Noviembre de 2011, por su parte, la dieta del pez espinucho mostró similitud apenas por encima del nivel de significancia con respecto a noviembre de 2008 (60.7%) y noviembre de 2009 (61.1%), y por debajo del nivel de significancia con respecto a mayo de 2010 (57.9%); mientras que la dieta en junio de 2013 fue significativamente diferente con los demás eventos de muestreo. La baja similitud de la dieta del pez espinucho en los muestreos de noviembre de 2011 y de junio de 2013 en comparación con los otros muestreos podrían estar indicando un cambio gradual en la composición de las presas en el ambiente, que se reflejaría en cambios en la dieta en respuesta a la disponibilidad de las presas. Evidencia de esto podría ser la presencia de larvas de leptoflébidos en la dieta durante el muestreo de noviembre 2011, y su posterior dominancia en la dieta del pez espinucho durante el muestreo de junio de 2013.

La composición de la dieta del pez espinucho mostró una similitud significativa entre hembras y machos durante los eventos de muestreo de noviembre de 2009 (94.5%) y mayo de 2010 (95.7%), con dietas dominadas

por larvas de quironómidos. Estos resultados son concordantes con lo reportado en otros estudios, donde también encontraron una similitud trófica entre sexos (Worgan y FitzGerald, 1981; Snyder, 1984; Sánchez-González et al., 2001). En apoyo a lo anterior, Worgan y FitzGerald (1981) sugirieron que la similitud en las dietas de hembras y machos del pez espinucho podría estar asociada a la abundancia de alimento en el ambiente, lo cual propicia la no competencia y la homogeneidad de la dieta entre ambos sexos.

En los muestreos de noviembre de 2008, noviembre de 2011 y junio de 2013, no hubo similitud significativa entre las dietas de hembras y machos (48.5%, 51.9% y 49.6%, respectivamente). En noviembre de 2008 se observó un mayor consumo de huevos de peces por parte de machos, lo cual ha sido relacionado en esta especie con la disminución en la disponibilidad de alimento (Hyatt y Ringler, 1989a), y ha sido observado en mayor medida en machos (Kynard, 1978; Snyder, 1984; Hyatt y Ringler, 1989b). En noviembre de 2011 y junio de 2013, las diferencias en la dieta entre sexos se vieron en la forma de un mayor consumo de presas del zooplancton por parte de hembras (35.2% y 31.7%, respectivamente), a diferencia de los machos que se alimentaron casi exclusivamente de presas bénticas (98.3% en noviembre 2011, y 86.1% en junio 2013).

Worgan y FitzGerald (1981) atribuyeron la similitud entre las dietas de hembras y machos del pez espinucho a que el alimento no se encontró limitado en el lugar de estudio, por lo que diferencias entre el tamaño del área de

forrajeo de hembras y machos no generó diferencias en la dieta. En el presente estudio, por tanto, diferencias en la dieta entre sexos en noviembre de 2008, noviembre de 2011 y junio de 2013 podrían atribuirse a diferencias en el tamaño de las áreas de forrajeo, que llevó a los machos en noviembre de 2008 a incluir en su dieta de manera importante huevos de peces; y a un mayor consumo de presas del zooplancton en hembras en noviembre de 2011 y junio de 2013 debido a que éstas cuentan con un área de forrajeo mayor que los machos.

La composición de la dieta del pez espinocho no mostró diferencias significativas entre las clases de talla C1 (29-36 mm LP) y C2 (37-46 mm LP) durante los eventos de muestreo de noviembre de 2008 (92%), noviembre de 2009 (96.7%), y mayo de 2010 (94.7%); como resultado de la notable dominancia de las larvas de quironómidos. Los valores de similitud en la dieta indican que en dichos eventos de muestreos no existió segregación en la dieta debida a la talla del pez espinocho (Hangelin y Vourinen, 1988). Esta misma situación de no diferencia en la dieta en función de la talla fue también registrada por Hynes (1950), Sandlund et al. (1992), y Sánchez-Gonzáles et al. (2001).

En los eventos de muestreo de noviembre de 2011 y junio de 2013, la similitud de las dietas entre las clases de talla no fue significativa (29.4% y 58.8%, respectivamente). En noviembre 2011 se registró un mayor consumo de presas del zooplancton por la clase de talla C2 en comparación con la clase

de talla C1; sin embargo, la clase de talla C2 durante este muestreo estuvo compuesta casi exclusivamente por hembras, lo cual explica que el zooplancton fuera de mayor importancia en su dieta en comparación con la de la clase de talla C1. Por su parte, en junio de 2013, se observó un mayor consumo de presas del zooplancton por la clase de talla C1 (37.9%), mientras que la clase de talla C2 se alimentó casi exclusivamente de presas del bentos, las cuales al ser de mayor tamaño, maximizan su ganancia energética (Townsend y Winfield, 1987).

En el presente estudio se encontró una relación significativa entre el tamaño promedio de las presas consumidas por el pez espinucho y el ancho de su boca (Townsend y Winfield, 1987). Esta relación podría ser explicada con base en una de las reglas de forrajeo óptimo en peces que establece que el depredador tiende a consumir aquellas presas más grandes que les retribuye un mayor valor energético, es decir, conforme aumenta el tamaño de la boca del depredador se incrementa el consumo de presas de un mayor tamaño.

Factor de condición relativo

El pez espinucho exhibió valores de K_n mayores a 1.0 (condición óptima) durante la mayoría de los eventos de muestreo, con excepción de noviembre de 2011, donde el valor de la mediana del K_n fue de 0.98, con lo que se ubicó por debajo de la condición óptima. En esta especie se ha observado una

disminución en el factor de condición al inicio del periodo reproductivo (Wootton, 1977; Crivelli y Britton, 1987; Bakker y Mundwiller, 1994; Niksirat et al., 2010) lo cual ha sido relacionado con la formación y maduración de las gónadas (Weatherley y Gill, 1987). En el presente estudio, el valor de Kn de condición sub-óptima durante noviembre de 2011 podría estar asociado al inicio del periodo reproductivo.

CONCLUSIONES

1. La dieta del pez espinucho en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México estuvo compuesta por catorce categorías alimenticias, siendo dominada en un 85% por larvas de quironómidos.

2. La dieta del pez espinucho fue significativamente similar y estuvo dominada por larvas de quironómidos durante la mayoría de los eventos de muestreo, con excepción de junio de 2013 donde fue dominada por larvas de leptoflébidos.

3. Entre sexos la dieta mostró una similitud significativa entre los muestreos de noviembre de 2009 y mayo de 2010, reflejando un consumo dominante de larvas de quironómidos, y fue significativamente diferente en los muestreos de noviembre de 2008, noviembre de 2011 y junio de 2013.

4. La composición de la dieta entre sexos del pez espinucho fue significativamente similar en los muestreos de noviembre de 2008, noviembre de 2009 y mayo de 2010, como resultado de una notable dominancia por larvas de quironómidos.

5. El tamaño promedio de las presas consumidas por el pez espinucho presentó una relación significativa con el ancho de la boca del pez espinucho.

6. El factor de condición (Kn) del pez espinucho en el estuario del Río El Rosario representó condiciones óptimas (≥ 1.0) durante la mayoría de los

muestreos, con excepción de noviembre de 2009, el cual presentó un K_n característico de condiciones sup-óptimas (0.98) posiblemente como resultado del inicio del periodo reproductivo.

LITERATURA CITADA

- Anderson, R.O.; S.J. Gutreuter, 1983. Length, weight, and associated structural indices. 283-300 p. en: Fisheries techniques (L.A. Nielsen; D.L. Johnson eds). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Allen, J.R.; R.J. Wootton 1984. Temporal patterns in diet and rate of food consumption of the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) in Llyn Frongoch, an upland Welsh lake. *Freshwater Biology*, 14:335-346.
- Bakker, T.C.M; B. Mundwiller, 1994. Female mate choice and male red coloration in a natural three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) population. *Behavioral Ecology*, 5(1):74-80.
- Bell, M.A., 1981. Lateral plate polymorphism and ontogeny of the complete plate morph of threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *Evolution*, 35:67-74.
- Bell, M.A.; S.A. Foster, 1994. *The Evolutionary Biology of the Threespine Stickleback*. Oxford University Press, Oxford. 571 p.
- Blackwell, B.G.; M.L. Brown; D.W. Willis, 2000. Relative weight (W_r) status and current use in fisheries assessment and management. *Reviews in Fisheries Science*, 8(1): 1-44.

- Bolger, T.; J.J. Bracken; H.A. Dauod, 1990. The feeding relationships of brown trout, minnow and three-spined stickleback in an upland reservoir system. *Hydrobiologia*, 208: 169-185.
- Cortés, E., 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54:726-738.
- Craig, J.F., 1977. The body composition of adult perch, *Perca fluviatilis* in Windermere, with reference to seasonal changes and reproduction. *Journal of Animal Ecology*, 46:617-632.
- Crivelli, A.; R. Britton, 1987. Life history adaptations of *Gasterosteus aculeatus* in a Mediterranean wetland. *Environmental Biology of Fishes*, 18(2):109-125.
- Dauod, H.A.; T. Bolger; J.J. Bracken, 1985. Studies on the three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus* L. from an upland Irish reservoir system. *Irish Fisheries Investigations Series A*, No. 27. 17 p.
- DOF (Diario Oficial de la Federación), 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 30 diciembre 2010.

- Eigenmann, C.H., 1892. The fishes of San Diego. Proceedings of the United States National Academy of Sciences Museum, 15:123-178.
- Follett, W.I., 1960. The freshwater fishes: their origins and affinities. Symposium on biogeography of Baja California and adjacent seas. Systematic Zoology, 9:212-232.
- Frände, C.; J. Kjellman, A. Leskelä; R. Hudd, 1993. The food of three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) on a whitefish (*Coregonus lavaretus*) nursery area in the Bay of Bothnia. Aqua Fennica, 23(1):85-87.
- Gill, A.B.; P.J.B. Hart, 1994. Feeding behaviour and prey choice of the threespine stickleback: the interacting effects of prey size, fish size and stomach fullness. Animal Behaviour, 47:921-932.
- Greenbank, J.; P.R. Nelson, 1959. Life history of the threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus in Karluk Lake and Bare Lake, Kodiak Island, Alaska. U.S. Fish and Wildlife Service, Fisheries Bulletin, 59:537-559.
- Gross, H.P.; J.M. Anderson, 1984. Geographic variation in the gillrakers and diet of european threespine sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. Copeia, 1984(1):87-97.
- Hagen, D.W.; L.G. Gilbertson, 1973. The genetics of plate morphs in freshwater threespine sticklebacks. Heredity, 31:75-84.

- Hangelin, C.; I. Vourinen, 1988. Food selection in juvenile three-spined sticklebacks studied in relation to size, abundance and biomass of prey. *Hydrobiologia*, 157:169-177.
- Hyatt, K.D.; N.H. Ringler, 1989a. Egg cannibalism and the reproductive strategies of threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) in a coastal British Columbia lake. *Canadian Journal of Zoology*, 67(8):2036-2046.
- Hyatt, K.D.; N.H. Ringler, 1989b. Role of nest raiding and egg predation in regulating population density of threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) in a coastal British Columbia lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46(3):372-383.
- Hynes, H.B.N., 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19:36-58.
- Hyslop, E.J., 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17:411-429.
- Kislalioglu, M.; R.N. Gibson, 1976. Prey “handling time” and its importance in food selection by the fifteen-spined stickleback, *Spinachia spinachia*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 25:151-158.
- Kynard, B.E., 1978. Breeding behavior of a lacustrine population of threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.). *Behaviour*, 67:178-207.

- Lagler, K.F. 1978. Freshwater fishery biology. WM. C. Brown Co. Publishers, Dubuque, Iowa. 421 p.
- Le Cren, E.D., 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). Journal of Animal Ecology, 20:201-219.
- Liao, H.; C.L. Pierce; J.G. Larscheid, 2001. Empirical assessment of indices of prey importance in the diets of predacious fish. Transactions of the American Fisheries Society, 130: 583-591.
- Macdonald, J.S.; R.H. Green, 1983. Redundancy of variables used to describe importance of prey species in fish diets. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 40: 635-637.
- Manzer, J.I., 1976. Distribution, food, and feeding of the threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in Great Central Lake, Vancouver Island, with comments on competition for food with juvenile sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. Fishery Bulletin, 74(3):647-668.
- Miller, R.R.; C.L. Hubbs, 1969. Systematics of *Gasterosteus aculeatus* on the Pacific Coast of North America. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 27:147-155.
- Moyle, P.B., 1976. Inland Fishes of California. University of California Press, Berkeley, 450 p.

- Myers, G.S., 1930. The killifish of San Ignacio and the stickleback of San Ramon, lower California. Proceedings of the California Academy of Sciences, Serie 4, 19:95-104.
- Niksirat, H.; A. Hatef; A. Abdoli, 2010. Life cycle and feeding habits of the threespined stickleback *Gasterosteus aculeatus* (Linnaeus, 1758): an alien species in the southeast Caspian Sea. International Aquatic Research, 2: 97-104.
- Pinkas, L.; M.S. Oliphant; I.L.K. Iverson, 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. California Department of Fish and Game Fish Bulletin, 152:1-105.
- Prager, M.H.; S.B. Saila; C.W. Recksiek, 1989. FISHPARM: a microcomputer program for parameter estimation of nonlinear models in fishery science. University Oceanography Technical Report, 1:87-90.
- Riviera-Campos, R.U., 2006. Valoración ecológica de humedales costeros pequeños del noroeste de Baja California. Tesis para Maestría en Ciencias. CICESE, Ensenada. 91 p.
- Ruiz-Campos G.; M. Rodríguez-Meraz, 1993. Notas ecológicas sobre la avifauna de la Laguna El Rosario, Baja California, México. The Southwestern Naturalist, 38(1): 59-64.
- Ruiz-Campos, G.; S. Contreras-Balderas; M.L. Lozano-Vilano; S. González-Guzmán; J. Alaníz-García, 2000a. Ecological and distributional status of

the continental fishes of northwestern Baja California, Mexico. Bulletin of the Southern California Academy of Sciences, 99:59-90.

Ruiz-Campos, G.; S. Contreras-Balderas; M.L. Lozano-Vilano; J. De La Cruz-Agüero, 2000b. Catálogo sinóptico de los peces continentales del noroeste de Baja California, México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Proyecto FN667/S087/99.

Ruiz-Campos, G.; E. Palacios; J.A. Castillo-Guerrero; S. González-Guzmán; E.H. Bathe-González, 2005. Composición espacial y temporal de la avifauna de humedales pequeños costeros y hábitat adyacentes en el noroeste de Baja California, México. Ciencias Marinas, 31(3):553-576.

Ruiz-Campos, G.; A.F. González Acosta; J. De La Cruz Agüero, 2006. Length-weight and length-length relationships for some continental fishes of northwestern Baja California, México. Journal of Applied Ichthyology, 22:314-315.

Ruiz-Campos, G.; F. Camarena-Rosales; A. Andreu-Soler; A.F. Gonzáles-Acosta; M.A. Flores-Galván; F. Solís-Carlos, 2012. Sobre el estatus de conservación actual de seis especies nativas de peces dulceacuícolas de la península de Baja California, México. XIII Congreso Nacional de Ictiología y 1er Simposio Latinoamericano de Ictiología. San Cristobál de las Casas, Chiapas. 29 octubre-2 noviembre 2012 (Resumen).

- Sánchez-González, S.; G. Ruiz-Campos; S. Contreras-Balderas, 2001. Feeding ecology and habitat of the threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus microcephalus*, in a remnant population of northwestern Baja California, México. Ecology of Freshwater Fish, 10: 191-197.
- Sandlund, O.T.; P.M. Jónasson; B. Jonsson; H.J. Malmquist; S. Skúlason; S.S. Snorrason, 1992. Threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus* in Thingvallavatn: habitat and food in a lake dominated by arctic charr *Salvelinus alpinus*. OIKOS, 64: 365-370.
- Schneider, J. C.; P. W. Laarman; H. Gowing, 2000. Length-weight relationships. Capítulo 17 en: Manual of Fisheries Survey Methods II: With Periodic Updates (Schneider, J.C. ed.). Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor.
- Schoener, T.W., 1970. Nonsynchronous Spatial Overlap of Lizards in Patchy Habitats. Ecology, 51:408-418.
- Schoener, T.W., 1971. Theory of feeding strategies. Annual Reviews of Ecology and Systematics, 11:369-404.
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales], 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección Ambiental.- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres.- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.- Lista de

- especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Miércoles 6 de marzo del 2002. Segunda sección. 81 p.
- Siegel, S., 1995. Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta, cuarta edición. Editorial Trillas, México.
- Smith, R., 1883. Notes on the fishes of Todos Santos Bay, Lower California. Proceedings of the United States National Academy of Sciences Museum, 6:232-236.
- Snyder, R.J., 1984. Seasonal variation in the diet of the threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in Contra Costa County, California. California Fish and Game, 70(3):167-172.
- Thorman, S.; A. Wiederholm, 1983. Seasonal occurrence and food resource use of an assemblage of nearshore fish species in the Bothnian Sea, Sweden. Marine Ecology Progress Series, 10: 223-229.
- Townsend, C.R.; I.J. Winfield, 1987. The application of Optimal Foraging Theory to Feeding Behaviour in Fish. 67-98 En: Fish Energetics: New Perspectives (Tytler, P. y Calow, P.). The John Hopkins Univ. Press, Baltimore (Maryland).
- Wallace, R.K., 1981. An assessment of diet-overlap indexes. Transactions of the American Fisheries Sciences, 110:72-76.
- Wayne, W.D., 1989. Bioestadística Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa, México. 667 p.

- Wootton, R.J., 1976. The Biology of the Sticklebacks. Academic Press, London, 387 p.
- Wootton, R.J., 1977. Effect of food limitation during the breeding season on the size, body components and egg production of female sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). Journal of Animal Ecology, 46:823-834.
- Wootton, R.J., 1985. Effects of food and density on the reproductive biology of the threespine stickleback with a hypothesis on population limitation in sticklebacks. Behaviour, 93:101-111.
- Worgan, J.P.; G.J. FitzGerald, 1981. Diel and diet of three sympatric sticklebacks in tidal salt marsh pools. Canadian Journal of Zoology, 59:2375-2379.
- Zaret, T.M.; S. Rand, 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. Ecology, 52:336-342.

ANEXOS

Anexo I. Composición alimenticia del pez espinucho de manera global, por sexos y por clases de talla, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México, durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013 combinados.

Categoría alimenticia	Muestra total								Sexo								Clase de talla							
					Hembras				Machos				C1				C2							
	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI				
Cladocera	0.1	3.3	8.2	0.3	5.2	4.6	6.0	0.7	7.1	10.3	10.5	2.2	1.3	2.7	1.3	0.1	10.7	11.8	14.6	3.8				
Ostracoda	5.9	9.4	18.9	3.5	0.2	6.2	12.0	0.9	<0.1	1.0	3.9	0.1	0.1	3.1	7.8	0.3	0.1	3.5	8.5	0.4				
Copepoda	2.1	13.1	8.8	1.6	3.1	7.9	8.4	1.1	1.0	17.2	9.2	2.0	1.0	20.5	7.8	2.1	3.1	7.2	9.8	1.2				
Decapoda	0.6	<0.1	0.6	<0.1	2.4	0.8	6.0	0.2	0.7	0.3	1.3	<0.1	0.8	0.7	3.9	0.1	2.3	0.4	3.7	0.1				
Chirono (larva)	55.2	48.8	67.9	84.8	13.6	1.7	15.7	2.7	16.9	1.9	21.1	4.8	14.6	1.9	18.2	3.7	15.7	1.7	18.3	3.7				
Chirono (pupa)	6.3	1.8	13.8	1.3	57.1	59.1	67.5	88.8	53.1	40.7	68.4	78.2	53.6	41.0	68.8	80.2	56.7	55.0	67.1	86.4				
Baetidae	1.6	0.5	3.8	0.1	7.8	10.5	21.7	4.5	3.8	8.6	15.8	2.4	8.9	15.3	23.4	7.0	3.0	4.8	14.6	1.3				
Leptophlebiidae	15.2	1.8	18.2	3.7	<0.1	0.2	2.4	<0.1	<0.1	0.1	1.3	<0.1	<0.1	0.1	1.3	<0.1	<0.1	0.1	2.4	<0.1				
Sialidae	0.9	0.9	1.3	<0.1	2.0	5.8	7.2	0.6	4.2	17.0	27.6	7.1	4.5	11.8	18.2	3.6	1.7	12.2	15.9	2.5				
Coenagrionidae	2.7	0.2	3.1	0.1	3.9	1.0	7.2	0.4	8.9	2.5	21.1	2.9	9.0	2.0	18.2	2.5	3.7	1.7	9.8	0.6				
Corixidae	3.1	12.0	17.0	3.1	0.4	0.1	1.2	<0.1									0.4	0.1	1.2	<0.1				
Oribatida	<0.1	0.1	1.9	<0.1					1.3	0.1	1.3	<0.1					1.2	0.1	1.2	<0.1				
Ephydriidae	0.2	<0.1	0.6	<0.1	1.8	2.0	2.4	0.1																
Huevos de peces	6.1	7.8	8.2	1.4	2.5	0.2	2.4	0.1	2.9	0.2	3.9	0.2	5.5	0.4	6.5	0.5								

Anexo III. Composición alimenticia de hembras y machos del pez espinucho durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México (parte 1).

Categoría alimenticia	Nov-08								Nov-09								May-10			
	Hembras				Machos				Hembras				Machos				Hembras			
	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI
Cladocera	6.6	4.9	10.5	0.9	30.1	45.0	41.7	42.3	5.3	6.9	5.6	0.4	1.3	2.0	5.9	0.1				
Ostracoda									<0.1	0.3	5.6	<0.1								
Copepoda	5.3	10.4	10.5	1.2	1.9	22.2	16.7	5.4					0.3	2.0	11.8	0.2				
Decapoda	5.3	0.3	5.3	0.2	4.6	2.9	8.3	0.8												
Chirono (larva)					14.7	2.3	16.7	3.9					1.7	1.0	11.8	0.2				
Chirono (pupa)	79.7	83.1	84.2	97.6	43.7	24.6	50.0	46.2	86.7	77.2	94.4	96.4	68.5	70.7	94.1	91.1	67.7	55.0	85.7	70.3
Baetidae	0.1	0.8	5.3	<0.1	2.1	1.2	8.3	0.4	8.0	15.2	22.2	3.2	8.9	18.9	29.4	5.7	1.8	5.0	42.9	2.0
Leptophlebiidae					<0.1	0.6	8.3	0.1	<0.1	0.3	5.6	<0.1								
Sialidae	1.7	0.3	5.3	0.1													19.1	36.1	71.4	26.3
Coenagrionidae	1.4	0.3	5.3	0.1	2.9	1.2	16.7	0.9					14.8	5.1	17.6	2.4	6.3	3.3	14.3	0.9
Corixidae																	5.0	0.6	14.3	0.5
Oribatida																				
Ephydriidae																				
Huevos de peces													4.4	0.3	5.9	0.2				

Anexo IV. Composición alimenticia de hembras y machos del pez espinicho durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México (parte 2).

Categoría alimenticia	May-10								Nov-11								Jun-13							
	Machos				Hembras				Machos				Hembras				Machos				Hembras			
	% V	% N	% FA	% IRI	% V	% N	% FA	% IRI	% V	% N	% FA	% IRI	% V	% N	% FA	% IRI	% V	% N	% FA	% IRI	% V	% N	% FA	% IRI
Cladocera	6.2	9.9	8.0	0.8	8.9	6.6	8.3	2.6																
Ostracoda					0.4	26.8	25.0	13.9									0.4	11.7	20.0	3.2	0.0	5.3	25.0	1.5
Copepoda	0.0	0.9	8.0	0.0	6.9	22.8	20.8	12.7													4.1	69.4	8.3	7.1
Decapoda					4.2	3.5	16.7	2.6																
Chirono (larva)					19.3	3.1	20.8	9.6	11.7	9.1	20.0	4.9	44.8	15.6	53.3	42.4	82.7	6.3	83.3	85.7				
Chirono (pupa)	75.9	48.6	96.0	73.4	36.1	11.4	45.8	44.6	42.6	50.0	60.0	64.9	19.5	27.3	40.0	24.6								
Baetidae	0.3	2.0	16.0	0.2	6.5	13.6	20.8	8.6					22.2	42.9	33.3	28.5	9.0	18.3	16.7	5.3				
Leptophlebiidae					0.1	0.4	4.2	0.0																
Sialidae	12.5	36.9	80.0	24.3													0.1	0.4	8.3	0.0				
Coenagrionidae	5.1	1.8	28.0	1.2	6.6	1.3	12.5	2.0	25.7	31.8	40.0	26.9	6.6	1.3	6.7	0.7								
Corixidae																								
Oribatida									10.0	4.5	10.0	1.7												
Ephydriidae					6.4	10.1	8.3	2.8																
Huevos de peces					4.5	0.4	4.2	0.4	10.0	4.5	10.0	1.7	6.7	1.3	6.7	0.7	4.0	0.4	8.3	0.4				

Anexo V. Composición alimenticia de las clases de talla C1 (29 a 36 mm) y C2 (37 a 46 mm) del pez espiñocho durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México (parte 1).

Categoría alimenticia	Nov-08								Nov-09								May-10							
	C1				C2				C1				C2				C1				C2			
	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI
Cladocera	12.5	22.1	12.5	5.3	16.8	16.1	26.1	7.6					5.6	6.2	9.5	0.7								
Ostracoda													0.0	0.2	4.8	0.0								
Copepoda	2.4	15.0	12.5	2.7	4.5	13.9	13.0	2.1	0.4	3.6	14.3	0.4					0.0	1.2	5.3	0.0				
Decapoda	6.9	3.6	12.5	1.6	4.3	0.3	4.3	0.2																
Chirono (larva)	10.0	2.1	12.5	1.9	4.2	0.3	4.3	0.2	1.8	1.2	7.1	0.2	0.2	0.2	4.8	0.0								
Chirono (pupa)	59.0	51.4	62.5	84.2	68.1	69.0	73.9	89.8	68.2	61.3	92.9	92.7	84.3	79.0	95.2	95.4	75.9	60.2	89.5	75.1				
Baetidae	3.4	3.6	25.0	2.1					10.7	31.0	14.3	4.6	6.9	11.5	33.3	3.8	0.8	3.4	21.1	0.5				
Leptophlebiidae	0.0	0.7	12.5	0.1									0.0	0.2	4.8	0.0								
Sialidae					1.4	0.3	4.3	0.1									18.0	32.9	73.7	23.1				
Coenagrionidae	5.8	1.4	25.0	2.2	0.7	0.3	4.3	0.0	13.5	2.4	14.3	1.8	3.0	2.6	4.8	0.2	5.3	2.2	26.3	1.2				
Corixidae																								
Oribatida																								
Ephydriidae																								
Huevos de peces									5.3	0.6	7.1	0.3												

Anexo VI. Composición alimenticia de las clases de talla C1 (29 a 36 mm) y C2 (37 a 46 mm) del pez espiñocho durante los muestreos de noviembre de 2008 a junio de 2013, en el estuario del Río El Rosario, Baja California, México (parte 2).

Categoría alimenticia	May-10						Nov-11						Jun-13							
	C2						C1						C2							
	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI	% V	% N	% FA	%IRI				
Cladocera	11.9	15.0	15.4	2.6				16.0	10.4	14.3	9.5									
Ostracoda					0.0	19.8	10.0	2.7	0.7	27.8	28.6	20.5	0.3	6.7	27.8	3.8	0.0	6.1	11.1	0.5
Copepoda	0.0	0.2	7.7	0.0	0.3	3.8	5.0	0.3	11.9	33.3	28.6	32.6	2.7	60.1	5.6	6.7				
Decapoda					0.4	2.8	10.0	0.4	7.0	3.5	14.3	3.8								
Chirono (larva)					18.2	5.7	25.0	8.0	15.0	2.1	14.3	6.2	48.5	4.9	50.0	51.4	86.1	42.4	100.0	92.6
Chirono (pupa)	71.4	40.3	100.0	70.1	49.4	27.4	70.0	72.1	20.1	5.6	21.4	13.9	14.0	4.9	22.2	8.1	5.2	15.2	22.2	3.3
Baetidae	0.5	1.9	23.1	0.3	6.6	28.3	20.0	9.4	1.2	0.7	7.1	0.3	20.5	22.3	33.3	27.4	8.7	36.4	11.1	3.6
Leptophlebiidae									0.2	0.7	7.1	0.2								
Sialidae	8.0	40.3	84.6	25.7									0.1	0.3	5.6	0.0				
Coenagrionidae	5.5	2.1	23.1	1.1	12.9	6.6	20.0	5.2	11.9	2.1	21.4	7.6	5.6	0.3	5.6	0.6				
Corixidae	2.7	0.2	7.7	0.1																
Oribatida									8.0	0.7	7.1	1.6								
Ephydriidae					2.2	3.8	5.0	0.4	8.0	13.2	7.1	3.8								
Huevos de peces					10.0	1.9	10.0	1.6					8.3	0.6	11.1	1.9				