

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“Composición Trófica del Pez Endémico Amenazado *Fundulus lima*
Vaillant 1894, en Dos Cuencas Hidrológicas Prioritarias de Baja California
Sur, México”**

Tesis Profesional

Que para Obtener el Título de

BIÓLOGO

Presenta:

DINORA ACOSTA ZAMORANO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

AGOSTO DE 2006

**COMPOSICIÓN TRÓFICA DEL PEZ ENDÉMICO AMENAZADO *Fundulus
lima* VAILLANT 1894, EN DOS CUENCAS HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS
DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO**

Tesis Profesional

Que para Obtener el Título de

BIÓLOGO

Presenta:

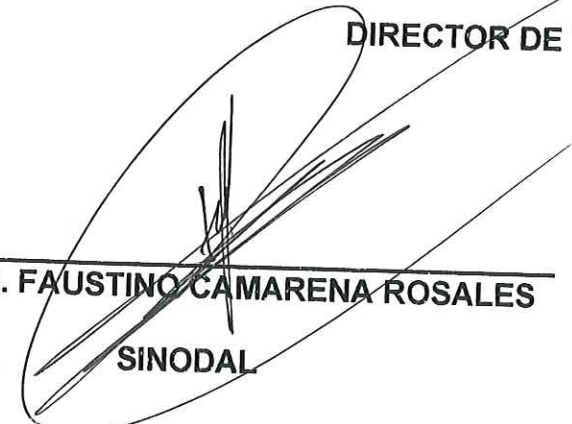
DINORA ACOSTA ZAMORANO

Aprobado Por:



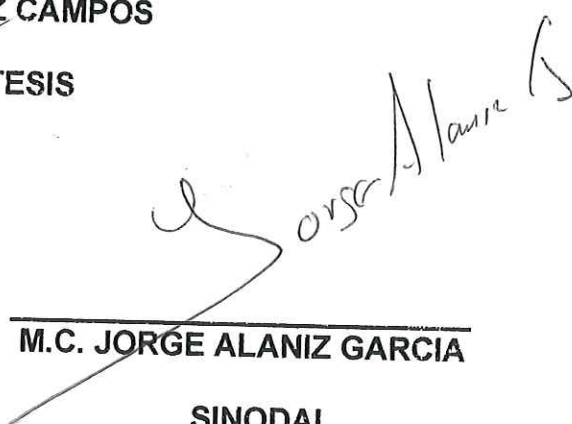
DR. GORGONIO RUIZ CAMPOS

DIRECTOR DE TESIS



DR. FAUSTINO CAMARENA ROSALES

SINODAL



M.C. JORGE ALANIZ GARCIA

SINODAL

DEDICATORIA

A MI PAREJA:

FRANCO FORNASARI

**Porque siempre ha estado a mi lado
Siendo el apoyo incondicional
Brindándome todo su amor y respeto
en todo momento**

A MIS PADRES:

CARLOS ACOSTA RIOS

LUPITA ZAMORANO ESPINOZA

**Por todo su apoyo brindado
Desde el momento en que llegué a este mundo**

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, Dr. Gorgonio Ruiz Campos, por todo su apoyo brindado en la realización de esta tesis, ya que ha sido una pieza clave en la realización de la misma y, sobre, todo sin dejar a un lado la paciencia, además de ser un excelente compañero y amigo, siempre con un buen consejo, haciéndonos crecer como personas y también como profesionistas.

Al incondicional apoyo y excelente codirección del Dr. Faustino Camarena Rosales, mi más sincero agradecimiento, ya que desde que inicié mi carrera profesional y hasta el día de hoy, su apoyo siempre ha estado ahí, con un buen consejo y buen ánimo para seguir adelante.

Quiero agradecer al M.C. Jorge Alaníz García, por sus consejos brindados en la realización de esta tesis, así como también los buenos momentos brindados como maestro hacia sus alumnos.

De igual manera quiero agradecer a los maestros y docentes de la Facultad de Ciencias por su apoyo y sus consejos para la realización de esta tesis: Biól. Marcelo Rodríguez, M.C. Sonia Ayala, M.C. Claudia Reyes, Dr. María del Refugio González, M.C. Olivia Tapia, Dr. José Delgadillo, M.C. Miguel Carrillo, y M. C. Martha Valles.

Asimismo, mi agradecimiento a las instituciones que apoyaron económicamente la realización de esta tesis, a través del otorgamiento de una beca tesis: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Consejo

Nacional de Ciencia y Tecnología (convenio SEMARNAT-CONACyT T02C1-173 "Evaluación Ecológica y Distribucional de Peces Exóticos en las Regiones Hidrológicas Prioritarias de San Ignacio y La Purísima, B.C.S., México, y su Impacto en las Poblaciones del Pez Endémico Amenazado, *Fundulus lima*") y la Universidad Autónoma de Baja California (convenio UABC-1275 "Evaluación Ecológica y Distribucional de Peces Exóticos en los Oasis de San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, y su Impacto sobre las Poblaciones del Pez Endémico Peninsular, *Fundulus lima*").

A mis compañeros y amigos durante toda la carrera, los incondicionales Tanya e Iván que aunque no nos veamos mucho se que puedo contar con ellos en todo momento; Cuquis siempre con sus consejos y buena vibra; Claudia contagiando con su vitalidad para seguir adelante en las buenas y en las malas; a Sonia que es un ejemplo a seguir al igual que Chalo, Vale, Pavel, Echánove, Sharon, Jorge, Richie, Emma, Jorge V., entre otros.

De igual manera a todo el personal administrativo y técnico que labora en la Universidad, principalmente a las secretarias de la Facultad de Ciencias y al personal de la biblioteca.

Por último, quiero dar las gracias a todas las personas que de una u otra forma estuvieron conmigo apoyándome en todo momento, pero es imposible nombrarlas, todas ellas están presentes en mi pensamiento.

RESUMEN

Se analiza y se compara la diversidad trófica del pez endémico *Fundulus lima* Vaillant 1894, en dos cuencas hidrológicas prioritarias de Baja California, Sur, (Río San Ignacio y Río La Purísima). Los peces fueron recolectados durante los periodos de lluvia (Enero 2004 y Marzo 2004) y seca (Febrero 2003, Septiembre 2003 y Julio 2004). Un total de 22 componentes alimentarios fueron identificados en los contenidos estomacales de 192 ejemplares examinados. Según el índice de importancia relativa, los componentes más importantes en la dieta de ejemplares del Río San Ignacio (n=125) fueron: granos de arena (39 %), larvas de dípteros (19 %) y algas filamentosas (17%); en ejemplares del Río La Purísima (n= 67), la dieta fue dominada por granos de arena (47%), larvas de dípteros (19%), larvas de tricópteros (16%) y algas filamentosas (12%). Una alta similitud trófica (74%) fue registrada entre ejemplares de la cuenca del Río San Ignacio y aquéllos del Río La Purísima. Los valores promedio de diversidad trófica fueron estadísticamente diferentes entre ejemplares de las localidades estudiadas. La dieta fue de tipo oportunista (NB bajo y PSI alto) en el periodo de lluvias, cambiando a tipo especialista (NB bajo y PSI bajo) durante el periodo de secas.

INDICE

	Págs.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1. Taxonomía y Distribución.....	3
2.2. Descripción de la Especie	4
3. HIPÓTESIS	8
4. OBJETIVO.....	9
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	10
6. MATERIALES Y MÉTODO.....	14
7. RESULTADOS	27
7.1. Parámetros Físico-químicos.....	27
7.1.1. Cuenca Río San Ignacio.....	27
7.1.2. Cuenca Río La Purísima	29
7.2. Disponibilidad de Presas en el Ambiente.....	32
7.2.1. Cuenca Río San Ignacio.....	32
7.2.2. Cuenca Río La Purísima	34
7.3. Análisis de Contenido Estomacal.....	36
7.3.1. Composición Cualitativa de Presas.....	36
7.3.2 Composición Cuantitativa de la Dieta.....	39
7.3.3. Composición de la dieta por época del año.....	53
Periodo de Seca.....	53
Periodo de Lluvia.....	53
7.3.4. Composición de la Dieta por Clase de Talla y Sexo.....	56
Cuenca Río San Ignacio.....	56
Cuenca Río La Purísima	59
7.4. Similitud Trófica.....	62
Similitud trófica por localidad.....	62
Clase de talla.....	64
Sexo	66
Epoca del Año	66
7.5. Relación del Tamaño de Presa y Tamaño de la Boca.....	68
7.6. Diversidad Trófica.....	70
Cuenca del Río San Ignacio	70
Cuenca Río La Purísima	75
Epoca del año	77
7.7. Amplitud de Nicho Trófico y Similitud Proporcional.....	78
Epoca del año	78
8. DISCUSIÓN	80
9. CONCLUSIONES.....	85
10. LITERATURA CITADA.....	87

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.-** Ubicación geográfica de los sitios de muestreo en los oasis de San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, México. Localidades: 3 (Poza Larga), 4 (Los Corralitos), 5 (San Sabas), 6 (Ojo de Agua), 7 (Presa Carambucho), y 9 (El Pilón). Las localidades 1,2, y 8 no fueron analizadas en el presente estudio. 15
- Figura 2.** Dinámica del nivel de inundación en uno de los sitios de muestreo (Poza Larga) del Río San Ignacio, Baja California Sur, México. (A) periodo de seca (Septiembre 2003) y (B) periodo de lluvia (Enero 2004). Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos. 16
- Figura 3.** Vista Panorámica de los sitios de muestreo en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México. (A) Poza Larga, (B) Los Corralitos, y (C) San Sabas. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos. 17
- Figura 4.** Vista panorámica de los sitios de muestreo en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México. (A) Ojo de Agua, (B) Presa Carambucho, y (C) El Pilón. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos. 18
- Figura 5.** Ejemplares de *Fundulus lima* en diferentes localidades de la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México. (A) Poza Larga, (B) Los Corralitos, y (C) San Sabas. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos. 19
- Figura 6.** Ejemplares de *Fundulus lima* en diferentes localidades de la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México. (A) Ojo de Agua, (B) Presa Carambucho, y (C) El Pilón. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos. 20

Figura 7. Parámetros físico-químicos registrados en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México, durante el periodo Febrero 2003 a Marzo 2004. (A) Temperatura, (B) Oxígeno disuelto, (C) Potencial de iones hidrógeno (pH), y (D) Salinidad.....	28
Figura 8. Parámetros físico-químicos registrados en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México, durante Enero 2004 a Julio 2004. (A) Temperatura, (B) Oxígeno disuelto, (C) Potencial de iones hidrógeno (pH), y (D) Salinidad.....	30
Figura 9.- Composición porcentual de presas presentes en el hábitat de <i>Fundulus lima</i> , en las cuencas del Río San Ignacio, Baja California Sur, Mexico, durante el periodo Febrero 2003 a Julio 2004.....	33
Figura 10.- Composición porcentual de presas presentes en el hábitat de <i>Fundulus lima</i> en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, Mexico, durante el periodo Febrero 2003 a Julio 2004.	35
Figura 11. Espectro alimenticio global (ambas cuencas combinadas) del pez <i>Fundulus lima</i> , según el índice de importancia relativa (%IIR) durante el periodo de estudio (Enero 2003 a Julio de 2004). N = Número de estómagos examinados.....	40
Figura 12. Espectro alimenticio global (todas las localidades combinadas) del pez <i>Fundulus lima</i> , según el índice de importancia relativa (%IIR) en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). N = Número de estómagos examinados.....	41
Figura 13. Espectro alimenticio del pez <i>Fundulus lima</i> en la localidad de San Sabas, cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.....	42

- Figura 14.** Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* en la localidad Los Corralitos, cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados. 44
- Figura 15.** Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* en la localidad de Poza Larga, cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados..... 45
- Figura 16.** Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* en la localidad de Paso Los Pinos, cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados..... 47
- Figura 17.** Espectro alimenticio global (todas las localidades combinadas) del pez *Fundulus lima*, según el índice de importancia relativa (%IIR) en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). N = Número de estómagos examinados..... 49
- Figura 18.** Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* de la localidad El Pilón, cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados..... 50
- Figura 19.** Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* de la localidad de Carambucho, cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados..... 51

- Figura 20.** Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* de la localidad de Ojo de Agua, cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados..... 52
- Figura 21.** Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* durante el periodo de seca (Febrero 2003, Septiembre 2004 y Julio 2004) en la cuenca del Río San Ignacio, según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados. 54
- Figura 22.** Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* durante el periodo de lluvia (Enero 2004 y Marzo 2004) en la cuenca del Río La Purísima, según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados..... 55
- Figura 23.** Composición trófica global por clase de talla del pez *Fundulus lima* en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Febrero 2003 a Marzo 2004). Clase de talla I (<40 mm), clase de talla II (40-60 mm) y clase de talla III (>60 mm). N = Número de estómagos examinados..... 57
- Figura 24.** Espectro alimenticio por sexo del pez *Fundulus lima* en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Febrero 2003 a Marzo de 2004). N = Número de estómagos examinados. 58
- Figura 25.** Composición trófica global por clase de tallas del pez *Fundulus lima* en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2004 a Julio 2004). Clase de talla I (< 40 mm LP), clase de talla II (40-60 mm LP y clase de talla III (> 60 mm LP). N = Número de estómagos examinados..... 60

- Figura 26.** Espectro alimenticio hembras y machos del pez *Fundulus lima* en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2004 a Julio 2004). N = Número de estómagos examinados. . 61
- Figura 27.** Diversidad trófica (estomacal) promedio del pez *F. lima* en las cuencas de los ríos San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). 71
- Figura 28.** Diversidad trófica (estomacal) promedio por localidad del pez *F. lima*, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). (A) Cuenca Río San Ignacio (B) Cuenca Río La Purísima..... 72
- Figura 29.** Diversidad trófica (estomacal) promedio en el periodo de lluvias (Enero 2004 y Marzo 2004) y secas (Febrero 2003, Septiembre 2003 y Julio 2004) del pez *F. lima*, en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México. 73
- Figura 30.** Diversidad trófica (estomacal) promedio por clases de tallas del pez *F. lima*, en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). Talla I = < 40 mm, Talla II = 40-60 mm y Talla III = > 60 mm..... 74
- Figura 31.** Diversidad trófica (estomacal) promedio por sexos, del pez *F. lima*, en las cuencas de los ríos San Ignacio (A) y La Purísima (B), Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). 76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contribución en términos del índice de importancia relativa (%IIRi) de los diferentes componentes detectados en la dieta de <i>Fundulus lima</i> , en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México. Febrero de 2003 a Julio de 2004. Número de estómagos analizados= 125.....	37
Tabla 2. Contribución en términos del índice de importancia relativa (%IIRi) de los diferentes componentes detectados en la dieta de <i>Fundulus lima</i> , en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México. Febrero de 2003 a Julio de 2004. Número de estómagos analizados= 67.....	38
Tabla 3. Similitud (%) de la dieta (índice de Schoener) de <i>Fundulus lima</i> a nivel de localidades, en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004).	63
Tabla 4. Similitud (índice de Schoener) de la dieta del pez <i>Fundulus lima</i> en clases de talla equivalentes entre cuencas (Río San Ignacio y Río La Purísima), Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004).	65
Tabla 5. Similitud (%) de la dieta (índice de Schoener) durante el periodo de lluvia y seca del pez <i>Fundulus lima</i> , en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004).	67
Tabla 6. Valores de correlación (r^2) entre el tamaño de presas consumidas por el pez <i>Fundulus lima</i> , y el tamaño de su boca, a nivel global, periodo de seca y a nivel cuenca del Río San Ignacio, Baja	

California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). N = tamaño de muestra, p = nivel de significancia..... 69

1. INTRODUCCIÓN

La parte central de la península de Baja California experimentó durante el Cuaternario un cambio radical en sus condiciones climáticas que dieron como resultado la transformación de un área húmeda con biota mesófila a un área árida con biota xerófila (Axelrod, 1979). Esta transformación dejó lugares mesófilos relictos bordeados por desiertos que dieron lugar a la formación de los llamados oasis (Grismer y McGuire, 1993).

Estos ambientes acuáticos y en aislamiento desde los inicios del Holoceno (ca. 8,000 años) fueron el escenario de procesos de diferenciación biológica que condujeron a endemismos como aquéllos de *Fundulus lima* en la región central peninsular (Ruiz-Campos et al., 2002) y *Gobiesox juniperoserrai* al norte de La Paz (Espinosa-Pérez y Castro-Aguirre, 1996). El pez *F. lima*, conocido como guayacón de San Ignacio o sardinilla peninsular, es una de las tres especies ícticas dulceacuícolas exclusivas de la península de Baja California (Ruiz-Campos, 2002), y actualmente considerada en peligro de extinción debido a la interacción competitiva con el cíclido exótico *Tilapia* cf. *zillii* en muchos oasis de su ámbito de distribución (Ruiz-Campos et al., 2006).

En el año de 1996 se introdujo el cíclido *Tilapia* cf. *zillii* en el oasis de San Ignacio, mismo que se ha vuelto la especie íctica dominante en ésta y otras localidades dentro de la cuenca (Ruiz-Campos et al., 2002, 2006). Debido a lo anterior, es posible que la

composición de la dieta del pez nativo *F. lima* haya cambiado por efecto de la exclusión de hábitat generado por el cíclido antes citado.

Uno de los requisitos básicos para el estudio bioecológico de un taxón, es la determinación de sus hábitos alimentarios. Así, la determinación del contenido estomacal de una especie puede indicar los requerimientos tróficos, como también la disponibilidad de recursos presa en el ambiente (Bagenal, 1978). Para el caso de las especies ícticas que habitan los oasis de la península de Baja California, se requieren de estudios autoecológicos y sinecológicos que permitan conocer sus requerimientos e interrelaciones ecológicas.

En virtud de lo anterior, el presente estudio pretende determinar cualitativa y cuantitativamente la composición alimentaria estacional del pez nativo *F. lima* en las cuencas hidrológicas prioritarias de los ríos San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur. Asimismo, la información aquí generada servirá de base para futuras investigaciones encaminadas a la conservación de este taxón endémico y de su hábitat.

2. ANTECEDENTES

2.1. Taxonomía y Distribución

Los Fundúlidos de Norteamérica son representantes del gran orden Cyprinodontiformes, los cuales habitan una gran variedad de hábitat tanto dulceacuícolas como estuarinos (Parenti, 1981). Este último autor en su extensiva obra analítica del orden Cyprinodontiformes, reclasificó a varios grupos incluidos en este orden con base en características osteológicas. Asimismo estableció que los miembros del género *Fundulus* junto con otros cuatro grupos, forman una familia distinta denominada Fundulidae.

La especie *Fundulus lima* Vaillant, 1894, conocido como guayacón de San Ignacio o sardinilla peninsular, es endémica de los oasis sudcalifornianos, desde la cuenca del Río San Ignacio hasta la cuenca del Río Las Pocitas (Ruiz-Campos, 2000; Ruiz-Campos et al., 2002). Este especie de origen vicaria (Follett, 1960; Ruiz-Campos et al., 2002) derivó evolutivamente de su ancestro costero *Fundulus parvipinnis* (Camarena-Rosales et al., 2001), este último con distribución a través de la provincia San Dieguina (Ruiz-Campos et al., 2000).

El primer registro de recolecta de esta especie fue efectuado por M. León Diguët en 1892, en el oasis de San Ignacio. Los especímenes fueron facilitados a L. Vaillant del Museo de Historia Natural de París, quien en 1894 la describió como especie nueva para la ciencia, denominándola *Fundulus lima*. Posteriormente, el 8 de

Octubre de 1905, Edward W. Nelson capturó otros 19 ejemplares en la localidad antes citada, los cuales sirvieron de base para que Barton W. Evermann la describiera como *Fundulus meeki* en 1908; cabe señalar que esta última denominación fue posteriormente sinonimizada con *Fundulus lima* por Myers (1930).

Follett (1960) reportó 21 especies nativas de peces en las aguas continentales de Baja California Sur, la mayoría de ellas de la boca y la parte baja de los ríos Mulegé y San José del Cabo. Ruiz-Campos y Contreras-Balderas (1987) aumentaron este número a 28 especies (25 nativas y 3 exóticas), agregando los primeros registros de *Harengula thrissina*, *Hypsopsetta guttulata* y *Achirus mazatlanus* en las aguas interiores de Baja California Sur. Recientemente, Ruiz-Campos et al. (2002), con base en muestreos entre 1994 y 2002 en alrededor de 40 localidades dulceacuícolas de Baja California Sur, registraron 25 especies (19 nativas y 6 exóticas) para esa región.

En las mismas localidades motivo de este estudio, Ruiz-Campos et al. (2006) evaluaron la abundancia poblacional de *F. lima*, registrando una correlación inversa entre la densidad de esta especie con aquélla de la especie exótica *Tilapia* cf. *zillii*. Asimismo, reportan dos nuevas localidades para *F. lima* en la cuenca del Río San Ignacio, y confirman su presencia en la cabecera del Río La Purísima.

2.2. Descripción de la Especie

La clasificación taxonómica de la especie *Fundulus lima* sigue a

Mayden et al. (1992):

Orden: Cyprinodontiformes

Familia: Fundulidae

Subfamilia: Fundulinae

Género: *Fundulus*

Subgénero: *Xenisma*.

Especie: *Fundulus lima* Vaillant, 1894.

Esta especie se identifica por poseer 11 radios en las aletas dorsal y anal; su diámetro ocular y tamaño de la boca caben 4.5 y 4.1 veces respectivamente en la longitud cefálica; las escamas en serie lateral del cuerpo varía de 34 a 38 (promedio = 36); los machos reproductivamente activos desarrollan ctenas en las escamas laterales del pedúnculo caudal (Evermann, 1908; Camarena-Rosales et al., 1999).

Las características ecomorfológicas de *F. lima* ligadas con el tipo de alimentación y hábitat, son: boca tipo sub-tubular y de posición dorsoterminal; premaxila y mandíbula protusibles, siendo la mandíbula más extensible; boca en estado protusible es más terminal que dorso terminal; primer arco branquial con 12 espinas cortas ligeramente cónicas; tracto digestivo corto en forma de "Z", siendo el estómago de forma sacular y diferenciable del intestino (Alaníz-García, 1995).

Se conoce poco sobre los requerimientos ecológicos de esta especie a diferencia de otros fundúlidos de Norteamérica (e.g., *F.*

heteroclitus, *F. diaphanus*). En el caso de la especie *F. lima*, este pez prefiere fondos rocosos alternados con parches de arena/grava, y salinidades en el ámbito de 0.1 a 4.3 ‰ (Ruiz-Campos et al., 2006). Basados en la coloración nupcial y la presencia de ctenas bien desarrolladas en los machos se ha llegado a la conclusión que la época de reproducción de *F. lima* ocurre en primavera (Ruiz-Campos, 2000).

En relación a estudios previos sobre los hábitos alimentarios de *F. lima* destacan aquéllos realizados por Alaníz-García (1995) y Alaníz-García et al. (2004) en una localidad del Río San Ignacio (manantial), donde se evaluó además la interacción competitiva con el pecílido exótico *Xiphophorus hellerii*. Ambos estudios determinaron como presas más importantes en la dieta a las algas filamentosas, diatomeas, ostrácodos y cladóceros.

En otras especies del género *Fundulus* en Norteamérica se han realizados diferentes estudios, y por tanto son incluídos aquí para fines de comparación. Keast y Webb (1966) basados en las características ecomorfológicas y la forma de alimentación de *Fundulus diaphanus*, la categorizan como una especie tróficamente versátil, siendo efectiva en todos los niveles tróficos a pesar de tener una boca protusible de posición dorsoterminal. Asimismo, presenta una gran habilidad para consumir presas de cuerpo duro gracias a la presencia de dientes marginales.

Baker y Dittus (1978) estudiaron el traslape trófico de tres especies simpátricas del género *Fundulus* (*F. majalis*, *F. heteroclitus* y *F. diaphanus*) en el estuario del Río Patuxent en Maryland (EE.UU), encontrando un consumo variado de presas, pero con un alto traslape en sus dietas. Un total de 24 taxa presas fueron encontrados, siendo dominantes los microcrustáceos, poliquetos, insectos acuáticos, material vegetal, huevecillos, bivalvos y gasterópodos.

En un estudio referente a la alimentación en *Fundulus catenatus* en el estado de Missouri, EE.UU., se detectó un alto consumo de presas tanto bénticas como pelágicas, sobresaliendo los microcrustáceos (ostrácodos y copépodos), larvas de dípteros y rotíferos (McCaskill et al., 1972; Fisher 1981).

Varios autores (e.g., McCaskill et al., 1972; Fisher, 1981, Alaníz-García, 1995; Alaníz-García et al., 2004) reportan la presencia de granos de arena en la dieta del género *Fundulus*, lo cual es indicativo de la conducta de alimentación en la zona béntica.

Es importante señalar que a pesar de que se conoce los hábitos alimentarios estacionales del pez *F. lima* en una localidad (cf. Alaniz-García, 1995), no se ha determinado su variación espacial dentro y entre cuencas, como también de su estrategia alimentaria en función de la disponibilidad de presas en el ambiente.

3. HIPÓTESIS

- a) La composición y diversidad trófica del pez endémico peninsular *Fundulus lima*, es variable a nivel estacional (periodos de secas y lluvias) y espacial (dentro y entre cuencas hidrológicas).
- b) La composición y diversidad trófica de *F. lima* varía en función del sexo y la talla de los individuos.
- c) La estrategia alimenticia de *F. lima* puede ser de manera excluyente:
 - (a) generalista, (b) especialista, (c) seleccionista, ó (d) oportunista.

4. OBJETIVO

General

Determinar la composición y diversidad trófica estacional (periodos de lluvias y de secas) del pez endémico *Fundulus lima*, en dos cuencas hidrológicas prioritarias (San Ignacio y La Purísima) de Baja California Sur, México.

Específicos

- Determinar la variación alimentaria de *F. lima* en términos estacionales (periodo de lluvias y de secas) y espaciales (dentro y entre cuencas hidrológicas).
- Cuantificar la diversidad trófica estacional de *F. lima* en función del sexo y talla de sus individuos.
- Determinar y comparar la estrategia alimentaria de *F. lima* en relación a la disponibilidad de presas en las diferentes cuencas hidrológicas y condiciones climáticas (periodos de lluvias y de secas).

5. ÁREA DE ESTUDIO

Fisiografía

Las regiones hidrológicas prioritarias de San Ignacio y La Purísima, están ubicadas en la subregión fitogeográfica Desierto El Vizcaíno (Arriaga-Cabrera et al., 2000). Los oasis que caracterizan a estas cuencas exorréicas son considerados ecosistemas mesófilos relictos que resultaron de los cambios radicales en la parte central de la península, de un área mesófila subtropical a un área xérica (Axelrod, 1979; Grismer y McGuire, 1993).

El clima en esta región es extremoso, muy seco semi cálido con lluvias en invierno, y una temperatura y precipitación media anual de 18 a 24 °C, y menor a 100 mm respectivamente (Arriaga-Cabrera et al., 2000). La geología/edafología de la cuenca de San Ignacio está formada por suelos tipo regosol, vertisol, solonchak y fluvisol, mientras que aquella de La Purísima por regosol, vertisol, yermosol y litosol (Arriaga-Cabrera y Rodríguez-Estrella, 1997; Arriaga-Cabrera et al., 2000).

Hidrología

El oasis de San Ignacio, también conocido como "La Presa", está localizado en el Arroyo de San Ignacio, a 2 km al oriente del poblado del mismo nombre y 59 km al poniente de Santa Rosalía, B.C.S. Se encuentra en el borde sureste de La Reserva de La Biosfera

del Vizcaíno, y al norte de la región de Magdalena (SEDUE, 1989), con una altitud de 135 msnm. Este oasis forma parte de un arroyo somero bordeado por una pequeña sierra conocida como Sierra San Ignacio, la cual está formada por placas volcánicas andesíticas. El arroyo después de infiltrarse por el subsuelo, y formar una serie de lagunas intermitentes, desemboca en la laguna costera de San Ignacio (Nelson, 1921).

El Río La Purísima se origina en la inclinación occidental de la gama de montañas de la Sierra La Giganta y es la corriente perenne más grande del estado de Baja California Sur. Este río fluye sobre una distancia de casi 32 km pasando por las aldeas de La Mochila, La Pintada, Huerta Vieja, Carambucho, San Isidro, La Purísima, El Saucito, Los Corrales y San Gregorio, antes de entrar en el estuario de San Gregorio (Ruiz-Campos et al., 2000).

Vegetación

El sector Vizcaíno se extiende hacia el sur desde los 30° hasta los 26° 15'. Por el norte limita cerca de El Rosario con la vegetación inframediterránea, aunque un buen número de plantas de este sector se introducen a través del matorral costero hasta San Diego, California (Delgadillo-Rodríguez et al., 1995). El desierto del Vizcaíno es la unidad biogeográfica de la provincia Bajacaliforniana que presenta una mayor diversidad florística y fisionómica, lo cual se debe a tres factores: clima, insularidad y situación del Vizcaíno como frontera entre

unidades biogeográficas. Estos tres factores permiten la existencia de comunidades vegetales exclusivas del sector y de otras comunidades provenientes de unidades xerofítico-mexicanas y californianas vecinas (Delgadillo-Rodríguez et al., 1995).

A pesar de que los datos climáticos aportados por Turner y Brown (1982) sugieren que el Vizcaíno es el más árido de los desiertos xerofítico-mexicanos, su aridez se ve compensada por la influencia de la corriente fría de California, que hace descender las temperaturas y provoca frecuentes nieblas en este desierto costero. Las criptoprecipitaciones producidas por la niebla hacen que una buena parte de los biótupos dominantes en Vizcaíno son plantas de hojas arrosetadas (en particular del género *Agave*) que favorece la condensación y el escurrimiento de agua procedente de las nieblas (Delgadillo-Rodríguez et al., op. cit.).

En el sector antes citado están representados los pisos mesotropical y termotropical, este último en aquellos territorios meridionales del sector donde no se deja sentir el efecto de la corriente fría de California y en cambio, comienzan las influencias de la corriente cálida subtropical (Delgadillo-Rodríguez et al., 1995). El oasis de San Ignacio, aunque parcialmente modificado en su vegetación original debido a la vegetación introducida, es considerado un área relictal discontinua mesófila. La vegetación primaria adyacente a la ribereña, es de tipo xerófilo y tiene como componentes más representativos a

formas arbóreas como lomboy (*Jatropha cinerea*), palo fierro (*Olneya tesota*), acacia (*Acacia brandegeana*), palo verde (*Cercidium floridum*) y palo Eba (*Pithecellobium undulenum*); el banco del arroyo se compone de tules (*Typha domingensis*), palma de abanico nativa (*Washingtonia robusta*) y palma de abanico de California (*Washingtonia filifera*); así como también, mezquite (*Prosopis glandulosa*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y una gran variedad de cactáceas (Moran, 1977; Wiggins, 1980; Arriaga-Cabrera et al., 1997). En cuanto a la vegetación acuática se encuentra el berro (*Nasturtium officinale*), y un alga filamentosa (*Oedogonium oboviforme*) (Alaniz-García et al., 1995).

La ictiofauna conocida en el área de estudio está representada por una especie nativa (*Fundulus lima*) y cuatro exóticas (*Cyprinus carpio*, *Poecilia reticulata*, *Xiphophorus hellerii* y *Tilapia cf. zillii*) (Ruiz-Campos et al., 2002, 2006). La herpetofauna mesófila nativa consiste de la rana *Hyla regilla*, la tortuga resbalosa (*Trachemys scripta*), y la serpiente de dos rayas (*Thamnophis hammondi*). Además existe una especie de rana exótica, la llamada rana toro (*Rana castesbeiana*) (Grismer y McGuire, 1993).

6. MATERIALES Y MÉTODO

Se efectuaron muestreos del pez *F. lima* y de las características del hábitat en diferentes sitios de la cuenca de los ríos San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, México, durante el periodo de Febrero 2003 a Julio 2004 (Fig. 1). Dichos muestreos correspondieron a condiciones de seca (Febrero 2003, Septiembre 2003 y Julio 2004) y de lluvia (Enero 2004 y Marzo 2004) (Fig. 2). Los sitios muestreados en cada cuenca hidrológica se ilustran de manera respectiva en las figuras 3 y 4.

Caracterización Físico-química

En cada localidad de muestreo se realizaron mediciones simultáneas de variables físico-químicas del agua como temperatura (°C), salinidad (S‰), oxígeno disuelto (mg/l) y potencial de iones hidrógeno (pH), utilizando un equipo multianalizador Hydrolab Scout 2 (Hydrolab Co., Austin, Texas). Las mediciones fueron efectuadas en los puntos de colocación de los dispositivos de recolección de peces (trampas, red agallera experimental, etc.)

Muestreo Ictiológico

Los ejemplares de *F. lima* para las poblaciones aquí examinadas (Fig. 5 y 6) fueron recolectados con el uso combinado de artes de captura pasiva (trampas tipo "minnow"; red agallera experimental con 2

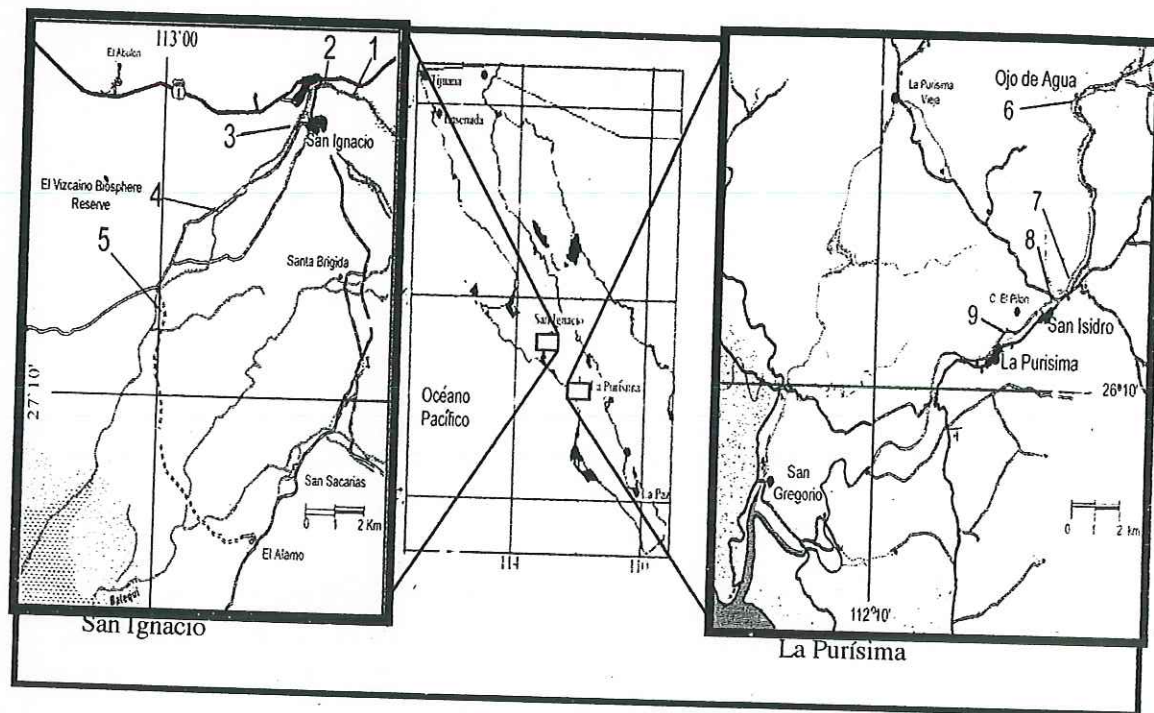


Figura 1.- Ubicación geográfica de los sitios de muestreo en los oasis de San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, México. Localidades: 3 (Poza Larga), 4 (Los Corralitos), 5 (San Sabas), 6 (Ojo de Agua), 7 (Presas Carambucho), y 9 (El Pilón). Las localidades 1, 2, y 8 no fueron analizadas en el presente estudio.

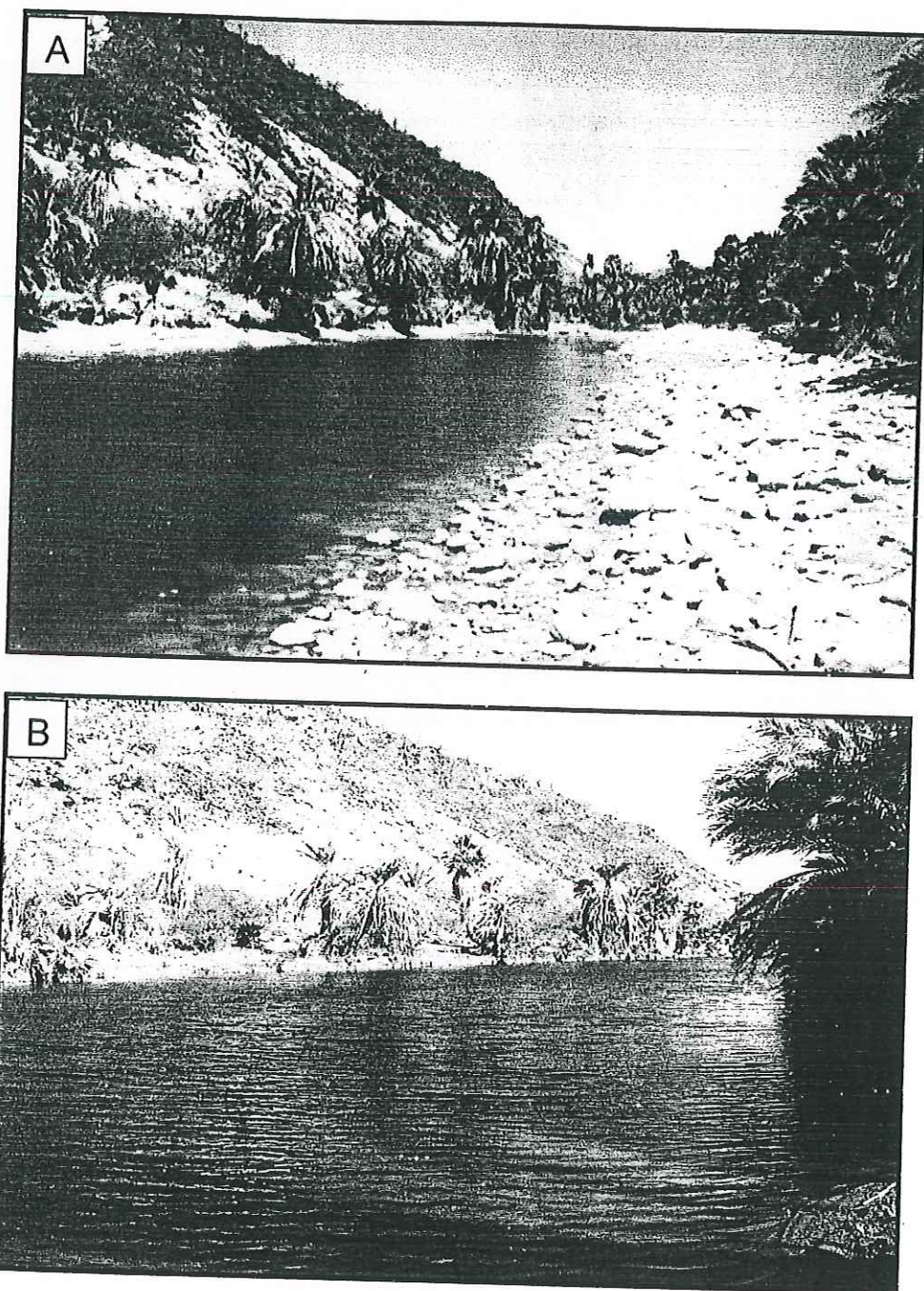


Figura 2. Dinámica del nivel de inundación en uno de los sitios de muestreo (Poza Larga) del Río San Ignacio, Baja California Sur, México. (A) periodo de seca (Septiembre 2003) y (B) periodo de lluvia (Enero 2004). Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos.

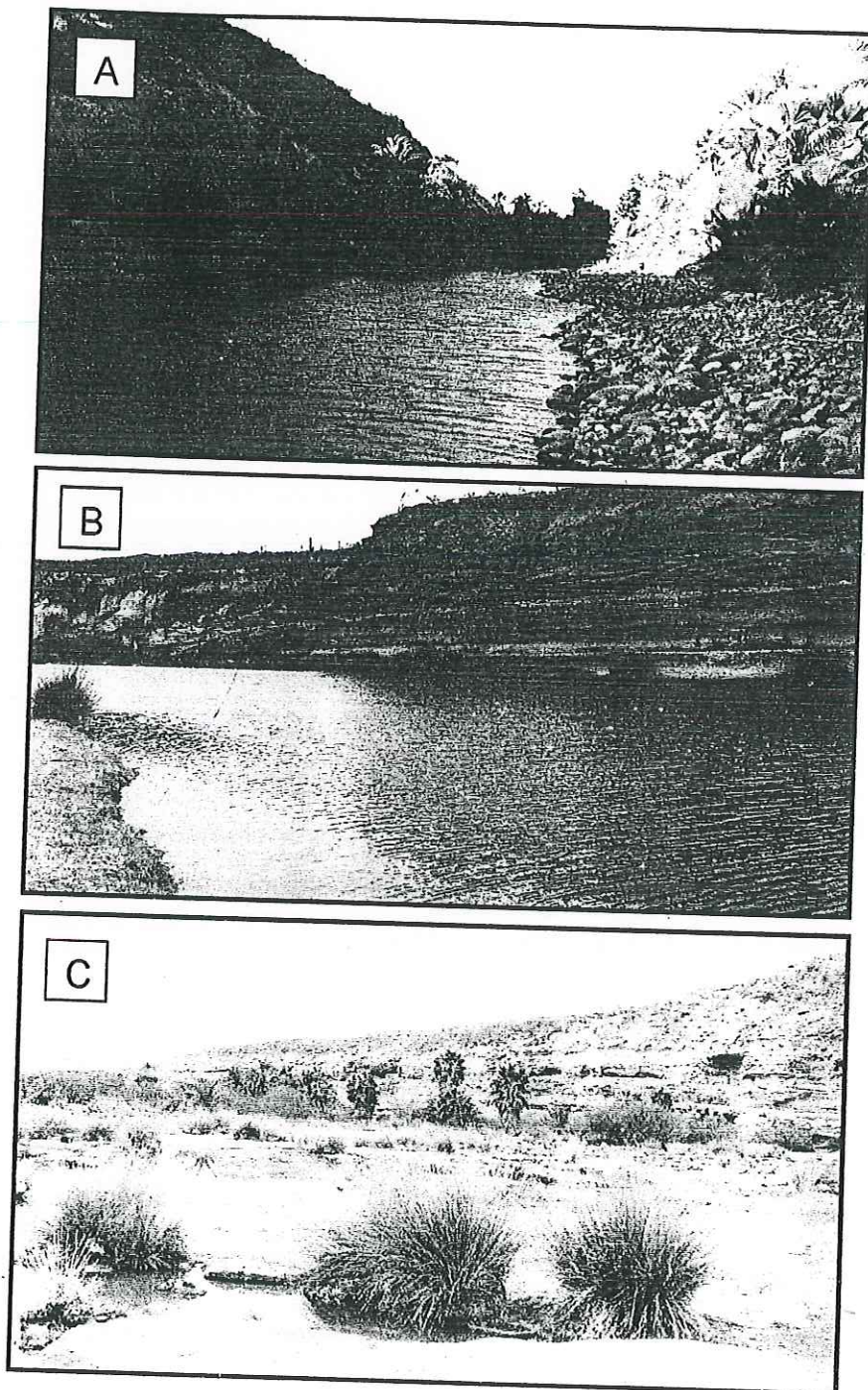


Figura 3. Vista Panorámica de los sitios de muestreo en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México. (A) Poza Larga, (B) Los Corralitos, y (C) San Sabas. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos.

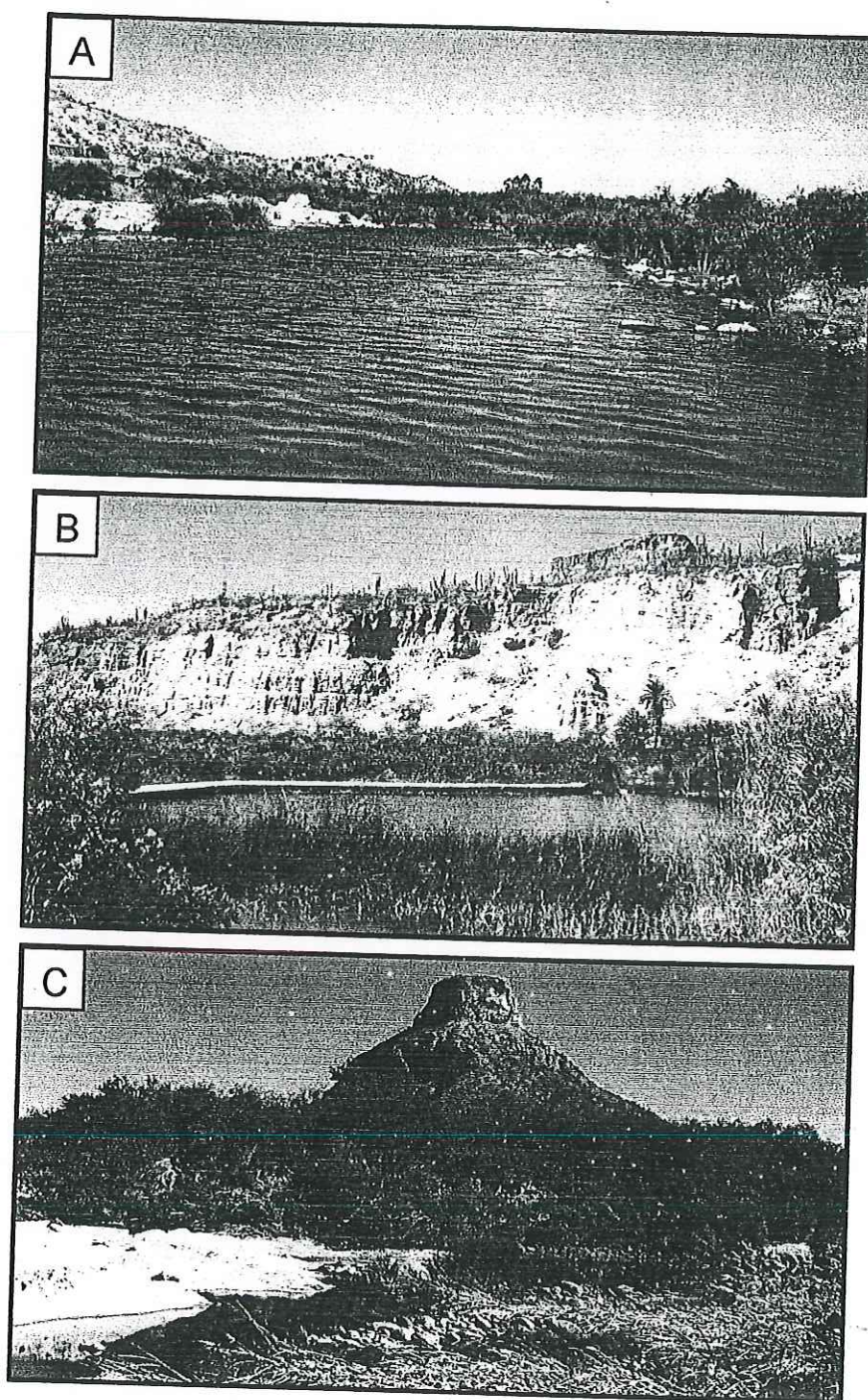


Figura 4. Vista panorámica de los sitios de muestreo en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México. (A) Ojo de Agua, (B) Presa Carambuche, y (C) El Pilón. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos.

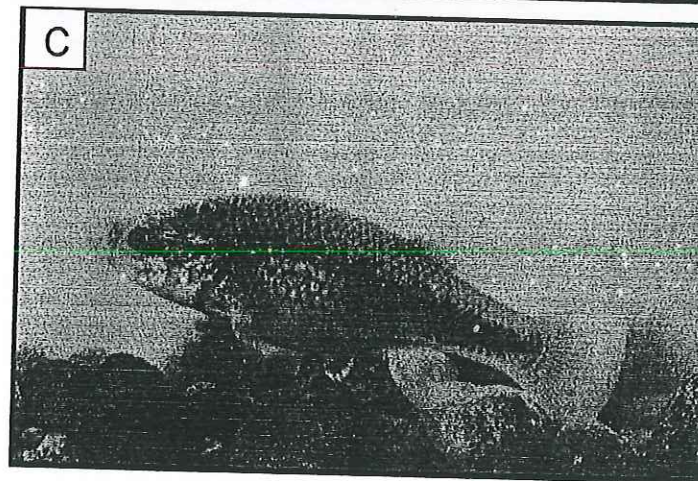
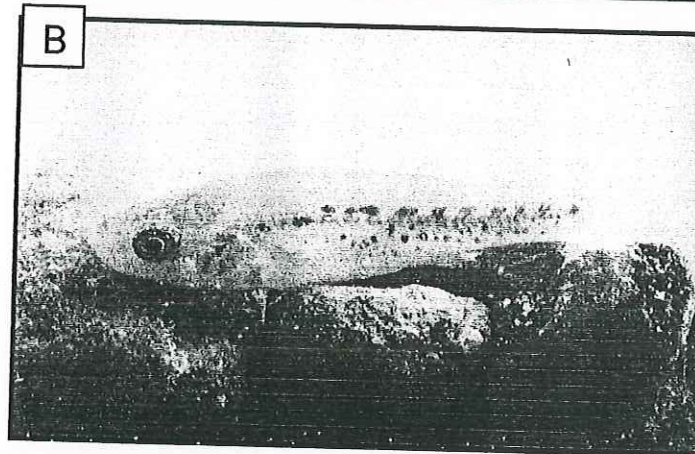
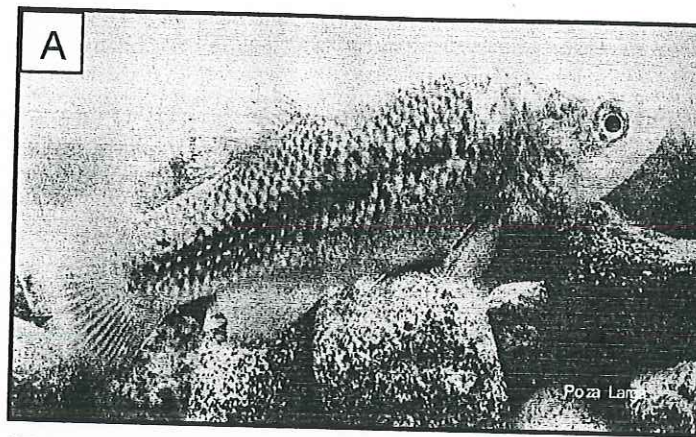


Figura 5. Ejemplares de *Fundulus lima* en diferentes localidades de la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México. (A) Poza Larga, (B) Los Corralitos, y (C) San Sabas. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos.

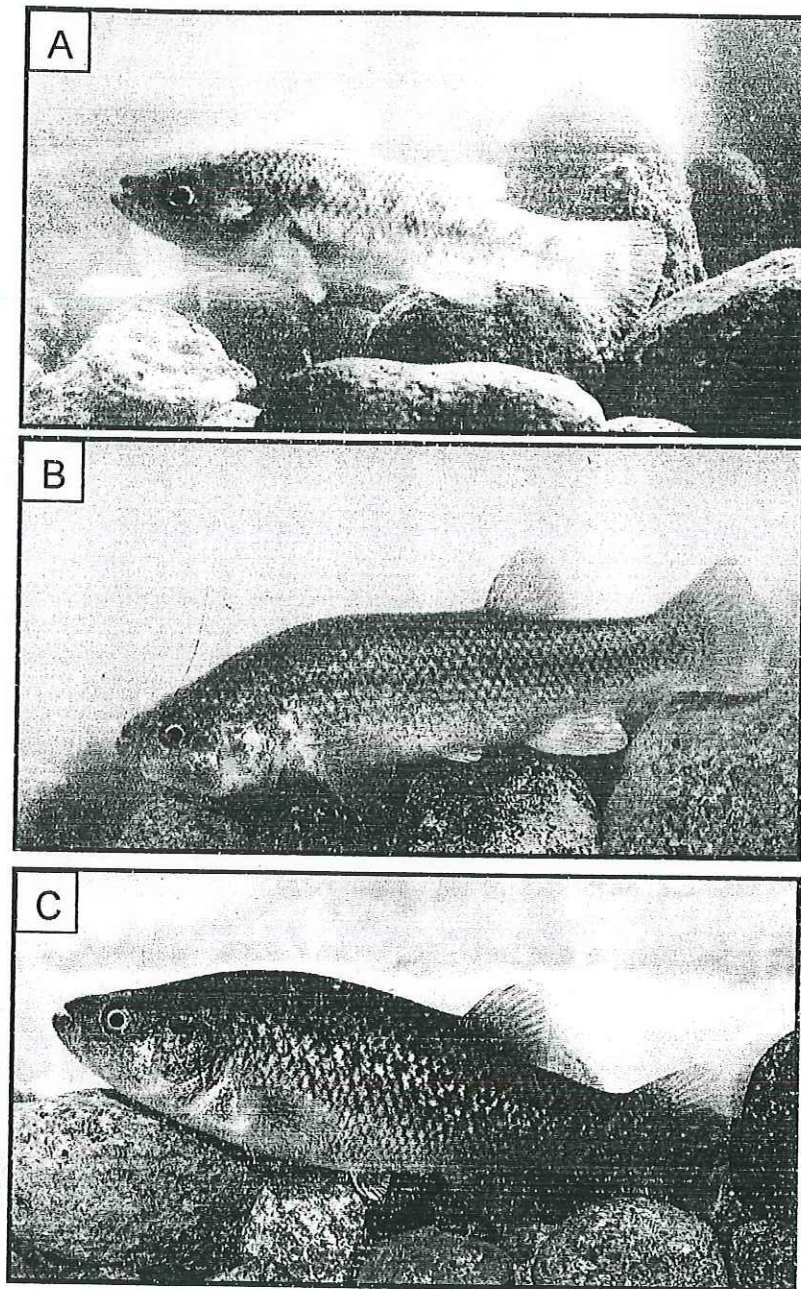


Figura 6. Ejemplares de *Fundulus lima* en diferentes localidades de la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México. (A) Ojo de Agua, (B) Presa Carambucho, y (C) El Pílon. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos.

paños de 4.5 m x 1.8 m, luz de malla 1.3 y 3.8 cm) y activa (atarraya diámetro 4 m y luz de malla 2.54 cm; y chinchorro de arrastre 7.8 m x 1.9 m, luz de malla 3.5 mm) a fin de tener representadas las diferentes clases de talla de la población en cuestión. Para las trampas se utilizaron como cebos artificiales malvaviscos y trozos de tortillas de maíz.

En cada sitio y evento de recolecta se tomó una submuestra de 15 ejemplares de *F. lima*, mismos que fueron colocados en bolsas de plástico microperforadas con su respectiva etiqueta de datos y enseguida fijados en formaldehído al 10%. Después de siete días, los ejemplares fueron colocados en agua por 1 día, entonces transferidos en alcohol isopropílico al 50% para su preservación y finalmente depositados y catalogados en la Colección Ictiológica de la Universidad Autónoma de Baja California.

Muestreo y Cuantificación de Presas

Presas pelágicas: Para obtener una muestra representativa de las presas en la columna de agua (macrohábitat pelágico) de cada sitio de estudio, se realizaron arrastres subsuperficiales con una red de plancton Wildco (diámetro 22 cm y luz de malla de 153 μ), la cual fue movida manualmente debido a lo somero del cuerpo de agua. La distancia promedio del arrastre fue 40 m. Una vez recolectadas las muestras, éstas fueron colocadas en frascos y fijadas con formaldehído

al 5% (neutralizado con borato de sodio), y en seguida transportadas al laboratorio para su análisis cualitativo y cuantitativo.

La separación y análisis de las muestras arriba referidas se realizó en el laboratorio con la ayuda de un microscopio estereoscopio. Cada una de las muestras de presas obtenidas en los arrastres de 40 m fue pesada con una balanza analítica (precisión 0.001 g) y la contribución de los diferentes taxa mayores en la muestra fue estimada visualmente en una caja de petri. Esta estimación consistió en determinar el área ocupada por cada taxón presa en una hoja con división milimétrica transparente, misma que fue colocada debajo de una caja de petri. El volumen relativo de cada taxón presa fue calculado como: $v_j = [v_j / V] \times 100$; donde v_j = número de celdas ocupadas por el taxón presa j , y V = número de celdas ocupadas por todos los taxa presas en la muestra. Las presas se identificaron hasta la categoría taxonómica de orden con la ayuda de claves dicotómicas de Pennak (1978) y McCafferty (1983).

Presas bénticas: En el macrohábitat béntico de cada localidad se procedió a tomar una muestra de 1 kg de sedimento con un nucleador tipo Wildco. Las muestras obtenidas fueron preservadas en hielo (~4 °C) y transportadas al laboratorio para su procesamiento. Las muestras de bentos fueron tamizadas y lavadas para eliminar el material inerte (arena), donde las presas presentes fueron separadas y contadas. Las presas fueron agrupadas por taxa mayores para la

cuantificación de su biomasa con la ayuda de una balanza analítica (precisión 0.001 g).

Se integró una colección de referencia a partir del material de presas recolectado en los diferentes sitios de estudio, con el propósito de cotejar y facilitar la identificación de los taxa registrados en el contenido estomacal del pez *F. lima*.

Análisis Cualitativo y Cuantitativo de la Dieta

Para el análisis cualitativo y cuantitativo de la dieta de *Fundulus lima*, se revisó un total de 192 ejemplares recolectados en los diferentes sitios de las cuencas de los ríos San Ignacio y La Purísima, entre Febrero 2003 y Julio 2004. Los muestreos correspondieron a condiciones de seca (Febrero 2003, Septiembre 2003 y Julio 2004) y de lluvia (Enero 2004 y Marzo 2004).

Cada ejemplar íctico fue medido (longitud patrón [LP] en milímetros) con un vernier digital (precisión 0.01 mm). El estómago de cada ejemplar fue extraído a nivel de esófago y esfínter pilórico, y su contenido colocado en una caja de petri; enseguida los diferentes rubros alimenticios detectados fueron separados, identificados y contados, con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Solamente las presas completas fueron medidas con un micrómetro ocular, registrando la longitud corporal de las mismas. En el conteo de las presas, las cabezas fueron consideradas como individuos, sin embargo

otros fragmentos fueron clasificados como material orgánico no identificable (MONI).

Varias medidas cuantitativas que describen la composición de la dieta fueron calculadas: Porcentaje de frecuencia de aparición (% FA) del taxón presa j , fue calculado como el porcentaje de estómagos analizados que contienen el taxón presa j . Porcentaje numérico (% N) del taxón presa j , fue calculado como el cociente que resulta de dividir el número total identificable del taxón presa j en todos los estómagos analizados, y el número total de taxa presas identificables en todos los estómagos. Porcentaje de volumen (% V) del taxón presa j , éste fue calculado como una proporción del volumen total identificable de todos los contenidos estomacales.

Debido a que las presas pequeñas tienden a flotar en un cilindro graduado, el volumen relativo de cada taxón presa fue estimado con la ayuda de una plantilla cuadrículada milimétricamente transparente que fue colocada debajo de una caja de petri. El porcentaje que ocupa cada taxón en relación al total de presas en el contenido estomacal fue calculado como: $\%V_j = V_j/N * 100$, donde V_j = número de celdas ocupadas por el taxón presa j , y V = número total de celdas ocupadas por todos los taxa presas en el contenido estomacal.

El índice de importancia relativa (Pinkas *et al.*, 1971) fue calculado para cada uno de los taxa presas identificables, en donde se integran las tres medidas de la dieta antes descritas, como: $IIRa = (\%N$

+ %V) (%FA). Para propósitos comparativos, el valor absoluto de IIRa de cada taxón presa fue expresado en porcentaje del total de los valores de IIRa de los taxa presas identificables, como: $\%IIRa = [IIRa / \sum IIRa] * 100$.

Tres clases de talla fueron determinadas con base en las frecuencias de tallas observadas en las diferentes poblaciones estudiadas. Los valores modales de la distribución de frecuencia de tallas fueron considerados como clases de edad: clase talla I (<40 mm LP), clase talla II (40-60 mm LP) y clase talla III (>60 mm LP).

La similitud trófica de *F. lima* entre cuencas hidrológicas (todas las poblaciones combinadas) y dentro de cada cuenca (poblaciones separadas) fue calculada mediante el índice de traslape de nicho de Schoener (1970): $\alpha = [1 - 0.5 (\sum |Pxj - Pyj|)] * 100$, donde α = traslape trófico, Pxj = proporción del taxón presa j (%IIRa) en la dieta del grupo "x" (clase de talla, mes de muestreo o sexo), y Pyj = proporción del taxón presa j (%IIRa) en la dieta del grupo "y" (clase de talla, mes de muestreo o sexo). La significancia del traslape (α) se consideró para valores $\geq 60\%$ (0.60; Zaret y Rand, 1971).

La diversidad trófica (presas) fue calculada para cada estómago utilizando una modificación del índice de diversidad de Shannon, en base 2 (Pielou, 1975), $H' = - \sum Pj * \ln Pj$, donde Pj = es el número de presas del taxón presa j en el estómago de cada pez ($Pj = nj / N$); nj =

proporción del taxón presa j con respecto al número total de presas en el estómago (N).

La correlación de Pearson (Sokal y Rohlf, 1981) fue calculado entre el tamaño promedio de presas consumidas y el tamaño del pez (LP). Asimismo, se calculó la correlación (r) entre el tamaño promedio de todas las presas combinadas y el tamaño del pez (LP).

Para determinar el tipo de estrategia alimenticia exhibida por el pez, se utilizaron dos índices ecológicos: (1) amplitud de nicho trófico de Levin (1968), el cual se calcula como $NB = [1 / (R * \sum P_j^2)]$; donde P_j = proporción del taxón presa j (%II Ra) en la dieta del pez, y R = número de recursos (tipos) presas disponibles en el ambiente; y (2) similitud proporcional de Feinsinger et al. (1981), que se calcula como $PS = 1 - [0.5 \sum |p_j - q_j|]$; donde p_j = proporción del taxón presa j (%II Ra) en la dieta, y q_j = proporción de biomasa de ese mismo taxón presa en el ambiente. El criterio para asignar el tipo de estrategia alimenticia fue basado en Rachlin et al. (1989).

7. RESULTADOS

7.1. Parámetros Físico-químicos

Los valores promedios de los diferentes parámetros físico-químicos registrados en los sitios de muestreo de las cuencas hidrológicas San Ignacio y La Purísima, durante condiciones de seca (Febrero 2003, Septiembre 2003 y Julio 2004) y de lluvia (Enero 2004 y Marzo 2004), son descritos a continuación:

7.1.1. Cuenca Río San Ignacio

San Sabas. Esta localidad registró la temperatura mínima (17.1 °C) en el muestreo de Febrero 2003 (periodo de seca) y la más alta (26.1 °C) en el muestreo de Septiembre 2003 (periodo de seca) (Fig. 7A). El oxígeno disuelto varió de 4.23 mg/l (Septiembre 2003) a 15.85 mg/l (Marzo 2004) (Fig. 7B). El potencial de iones hidrógeno (pH) osciló entre 8.44 (Septiembre 2003) y 8.98 (Febrero 2003; Fig. 7C), mientras que la salinidad de 0.3‰ (Marzo 2004) a 0.8‰ (Septiembre 2003; Fig. 7D).

Los Corralitos. En este sitio, la temperatura entre muestreos varió de 16.4 °C (Febrero 2003) a 26.1 °C (Marzo 2004), mismas que correspondieron a condiciones de seca y lluvia respectivamente (Fig. 7A). El oxígeno disuelto (mg/l) fue muy similar entre los meses de muestreo, variando ligeramente entre 12.43 mg/l y 14.07 mg/l (Fig. 7B). El potencial de iones hidrógeno (pH) fue menor (8.48) en Septiembre 2003 y mayor (9.17) en Febrero 2003 (Fig. 7C). La salinidad osciló entre 0.2 ‰ (Febrero 2003) y 0.3 ‰ (Septiembre 2003) (Fig. 7D).

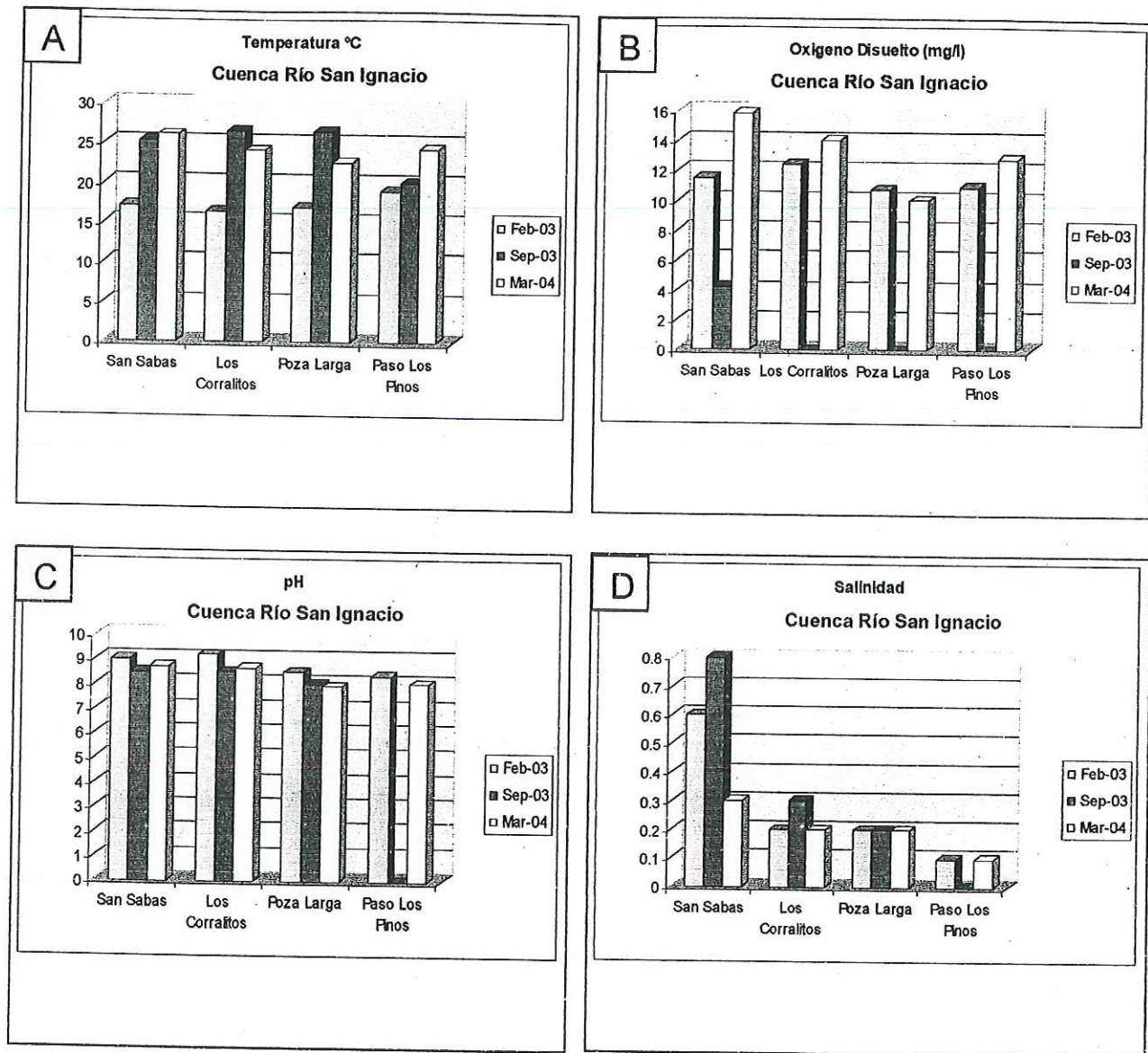


Figura 7. Parámetros físico-químicos registrados en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México, durante el periodo Febrero 2003 a Marzo 2004. (A) Temperatura, (B) Oxígeno disuelto, (C) Potencial de iones hidrógeno (pH), y (D) Salinidad.

Poza Larga. En esta localidad se registró temperaturas entre 22.7 °C (Marzo 2004) y 26.6 °C (Septiembre 2003) (Fig. 7A); El oxígeno disuelto presentó un intervalo de 9.8 en (Marzo 2004) a 10.05 mg/l (Febrero 2003) (Fig. 7B); el potencial de iones hidrógeno (pH) en Septiembre 2003 fue 7.9, siendo similar que en Marzo 2004 (Fig. 7C); por último, la salinidad registró un valor de 0.2 ‰ en las dos fechas de muestreo (Septiembre 2003 y Marzo 2004) (Fig. 7D).

Paso Los Pinos. Este sitio fue muestreado únicamente en Septiembre 2003 (condiciones de seca), donde se registraron los siguientes valores: 24.4 °C de temperatura (Fig. 7A), 12.82 mg/l de oxígeno disuelto (Fig. 7B), 8.03 de pH (Fig. 7C) y 0.1 ‰ de salinidad (Fig. 7D).

7.1.2. Cuenca Río La Purísima

Presa Carambuche. En este embalse se registró durante los muestreos un ámbito de temperatura de 15.2 °C (Enero 2004) a 29.1 °C (Julio 2004) (Fig. 8A). El oxígeno disuelto (Fig. 8B) presentó un valor de 10.61 mg/l en Julio 2004 y 13.19 mg/l en Enero 2004. El pH fue menor (9.84) en el muestreo de Enero 2004 y mayor (10.13) en aquél de Julio 2004 (Fig. 8C). La salinidad presentó poca variación entre muestreos, siendo de 0.4 ‰ en Enero 2004 (periodo de lluvia) y de 0.6 ‰ en Julio 2004 (periodo seca) (Fig. 8D).

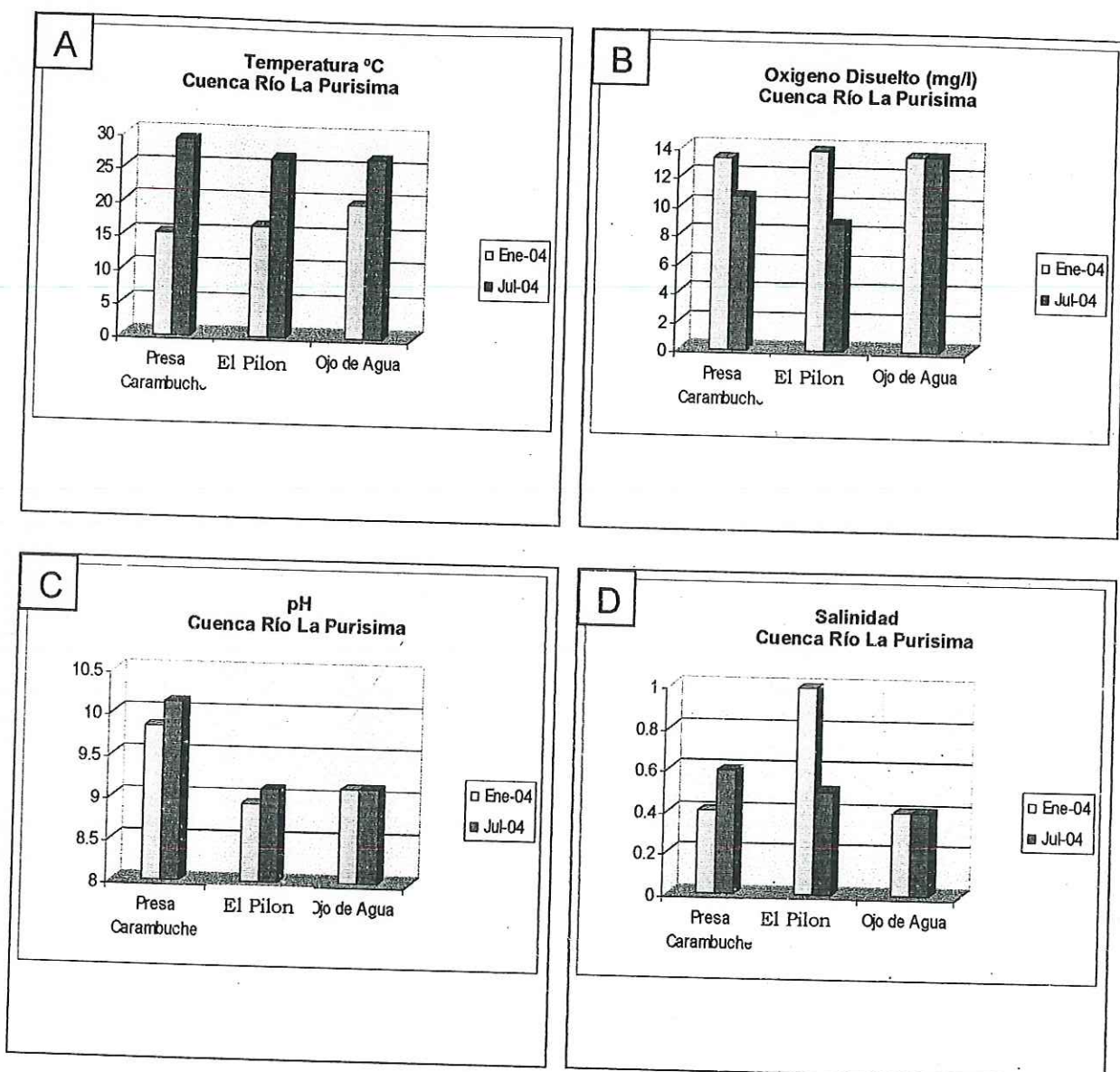


Figura 8. Parámetros físico-químicos registrados en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México, durante Enero 2004 a Julio 2004. (A) Temperatura, (B) Oxígeno disuelto, (C) Potencial de iones hidrógeno (pH), y (D) Salinidad.

El Pílon. Este oasis exhibió un ámbito de temperatura entre muestreos de 16.3 °C (Enero 2004) a 26.53 °C (Julio 2004) (Fig. 8A); el oxígeno disuelto (mg/l) varió de 8.79 mg/l (Julio 2004) a 13.82 mg/l (Enero 2004) (Fig. 8B); el pH osciló de 8.93 (Enero 2004) a 9.11 (Julio 2004) (Fig. 8C) mientras que la salinidad de 0.5 ‰ (Julio 2004) a 1‰ (Enero 2004) (Fig. 8D).

Ojo de Agua. Este sitio en la parte alta de la cuenca registró en temporada de lluvia (Enero 2004) un valor de temperatura de 19.7 °C (Fig. 8A), 13.47 mg/l de oxígeno disuelto de (Fig. 8B), 9.13 de pH (Fig. 8C) y 0.4‰ de salinidad (Fig. 8D).

7.2. Disponibilidad de Presas en el Ambiente

La disponibilidad de presas en el ambiente del bentos y columna de agua en las diferentes localidades del área de estudio se describe a continuación.

7.2.1. Cuenca Río San Ignacio

En las muestras examinadas los componentes más representativos fueron las larvas de dípteros (18%), algas filamentosas (15%), ostrácodos (7%), diatomeas (6%) entre otros rubros alimenticios (Fig. 9). Los granos de arena contribuyeron con 39%. Los porcentajes de los componentes son descritos para cada localidad como sigue: (1) Localidad San Sabas, mostró mayores proporciones de granos de arena (46%), seguido por algas filamentosas (27%), larvas de dípteros (14%) y diatomeas (13%). (2) Localidad Los Corralitos, presentó una mayor dominancia de granos de arena (56%), seguido por algas filamentosas (23.89%), así como larvas de dípteros (15%) y larvas de tricópteros (13%). (3) Localidad Poza Larga, registró a los granos de arena (68%), ostrácodos (22%) y algas filamentosas (10%). (4) Localidad Paso Los Pinos, registró como los artículos más importantes a larvas de dípteros (56%), ostrácodos (27%) y algas filamentosas (17%).

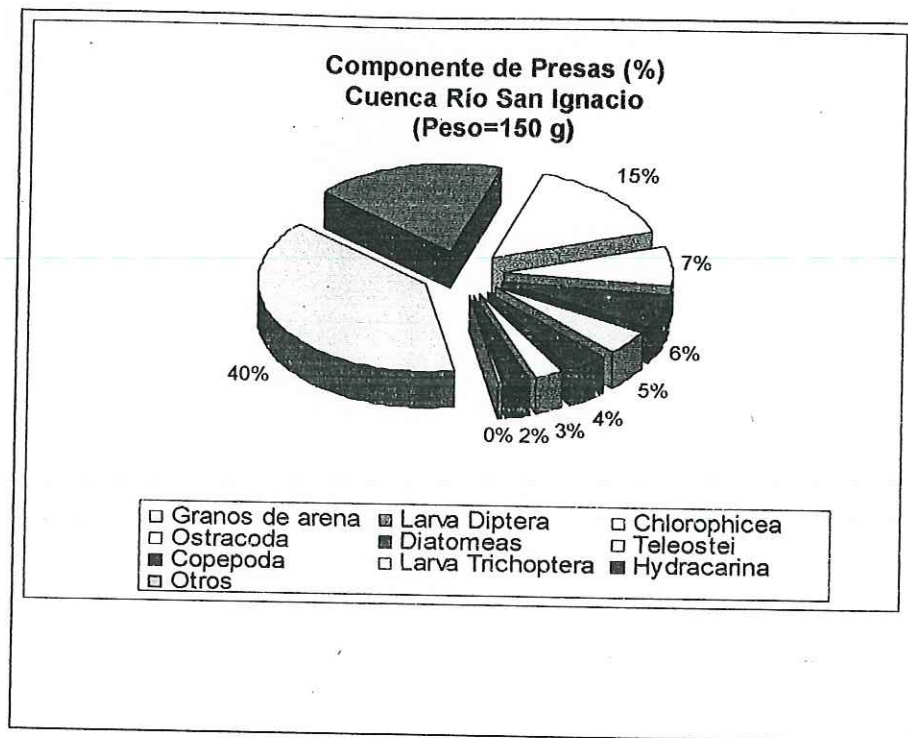


Figura 9.- Composición porcentual de presas presentes en el hábitat de *Fundulus lima*, en las cuencas del Río San Ignacio, Baja California Sur, Mexico, durante el periodo Febrero 2003 a Julio 2004.

7.2.2. Cuenca Río La Purísima

En las muestras del sedimento y de la columna de agua en los diferentes sitios de esta cuenca, fueron identificados 10 tipos de presas. Los granos de arena contribuyeron con el mayor volumen (47%), seguido por larvas de dípteros (26%) y algas filamentosas (22%) (Fig. 10). Los porcentajes de los componentes son descritos para cada localidad como sigue: (1) Localidad Presa Carambuche, en este sitio los rubros más importantes en términos de disponibilidad fueron granos de arena (59%), larvas de tricópteros (25%) y larvas de dípteros (16%). (2) Localidad El Pilón, los artículos más importantes en términos de disponibilidad en este sitio muestreado, fueron larvas de dípteros (57%), granos de arena (24 %) y algas filamentosas (19%). (3) Localidad Ojo de Agua, este biotopo muestreado demostró una mayor proporción de larvas de dípteros (57%), así como granos de arena (25%) y larvas de tricópteros (18%).

Combinando los componentes de presas en el ambiente (pelágicas y bénticas) en ambas cuencas estudiadas, un total de 21 taxa presa fueron registrados, siendo las bénticas las más diversas.

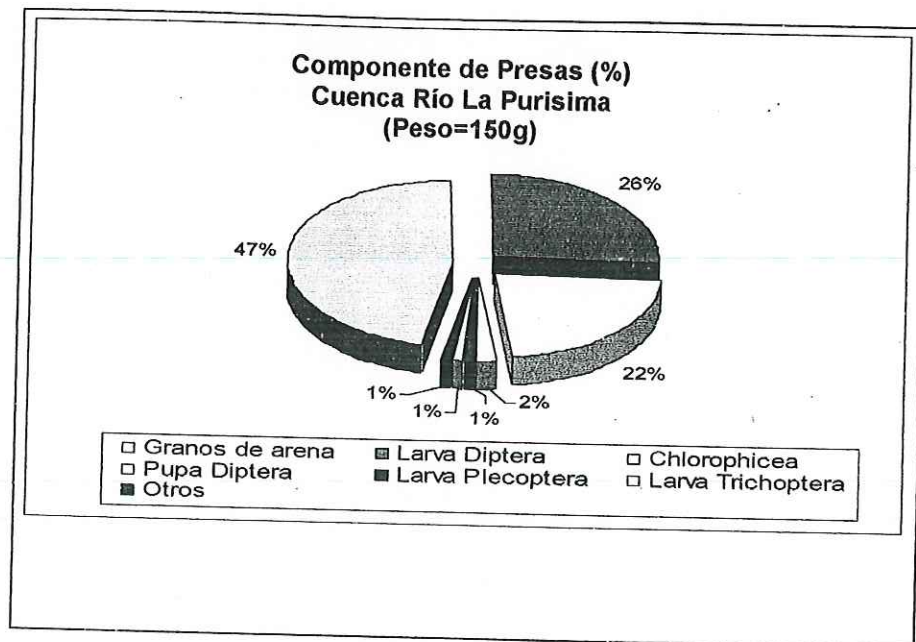


Figura 10.- Composición porcentual de presas presentes en el hábitat de *Fundulus lima* en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, Mexico, durante el periodo Febrero 2003 a Julio 2004.

7.3. Análisis de Contenido Estomacal

7.3.1. Composición Cualitativa de Presas

La composición del contenido estomacal de 125 ejemplares examinados de *Fundulus lima* de la cuenca del Río San Ignacio, durante el periodo de Febrero 2003 a Julio 2004, registró un total de 21 artículos (Tabla 1). Ocho de los artículos pertenecen a Insecta, tres a Crustacea, y con un solo representante Aranea, Nematoda, Briozoa (estatoblastos), Diatomea, Chlorophyceae (algas filamentosas), Teleostei (escamas de pez), y Gastropoda. Los granos de arena fueron dominantes en el contenido estomacal.

En el caso de los 67 ejemplares examinados de *F. lima* de la cuenca del Río La Purísima durante el periodo de Enero a Julio 2004, su espectro alimentario estuvo representado por un total de nueve tipos de presas, además de granos de arena; tres de los artículos detectados pertenecen a Insecta, y los restantes tuvieron un solo representante: Crustacea, Briozoa (estatoblastos), Diatomea, Chlorophyceae (algas filamentosas), y Gastropoda (Tabla 2).

Tabla 1. Contribución en términos del índice de importancia relativa (%IIRi) de los diferentes componentes detectados en la dieta de *Fundulus lima*, en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México. Febrero de 2003 a Julio de 2004. Número de estómagos analizados= 125.

Orden	Taxa presa	%N	%FA	%V	%IIRi
Chlorophyceae	Algas filamentosas	10.04	100.00	17.05	14.80
	Diatomea	8.14	100.00	2.92	6.04
Briozoa	Estatoblastos	0.24	33.33	0.76	0.18
Crustacea	Ostracoda	10.35	93.33	3.97	7.30
	Copepoda	6.84	53.33	6.89	4.00
Insecta	Larva Diptera	15.59	100.00	18.16	18.44
	Larva Trichoptera	1.19	86.67	4.43	2.66
	Larva Plecoptera	0.04	13.33	0.05	0.01
	Larva Coleoptera	0.07	6.67	0.41	0.02
	Larva Hemiptera	0.02	6.67	0.50	0.02
	Larva Ephemeroptera	0.02	6.67	0.10	0.00
	Larva Odonata	0.02	6.67	0.28	0.01
	Pupa Trichoptera	0.02	6.67	0.56	0.02
	Pupa Diptera	0.09	26.67	0.82	0.13
	Hydracarina	0.99	66.67	5.69	2.43
	Hymenoptera	0.18	6.67	0.51	0.03
Aranea		0.02	6.67	0.39	0.01
Gastropoda		0.02	6.67	0.05	0.00
Teleostei	Escamas de pez	4.56	80.00	6.31	4.75
Otros	Granos de arena	41.54	100.00	30.10	39.13

Tabla 2. Contribución en términos del índice de importancia relativa (%IIRi) de los diferentes componentes detectados en la dieta de *Fundulus lima*, en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México. Febrero de 2003 a Julio de 2004. Número de estómagos analizados= 67.

Orden	Taxa presa	%N	%FA	%V	%IIRi
Chlorophyceae	Algas	9.27	73.33	27.41	22.41
	Diatomeas	1.17	6.67	1.12	0.13
Briozoa	Estatoblastos	0.02	6.67	0.05	0.00
Crustacea	Ostracoda	1.64	6.67	0.43	0.12
Insecta	Larva Diptera	60.09	40.00	17.74	25.93
	Larva Trichoptera	1.64	26.67	2.99	1.03
	Larva Plecoptera	0.82	26.67	3.93	1.06
	Pupa Diptera	4.23	26.67	3.96	1.82
Gastropoda	Gastropoda	2.00	13.33	0.97	0.33
Nematoda	Nematodo	0.12	6.67	4.08	0.23
Otros	Granos de arena	19.01	100.00	37.37	46.96

7.3.2 Composición Cuantitativa de la Dieta

A continuación se describe la composición de la dieta de *F. lima* en términos del índice de importancia relativa (%IIR) a nivel global (ambas cuencas combinadas), cuenca y localidades.

Los rubros más importantes en la dieta de *F. lima* en ambas cuencas combinadas durante el periodo de estudio, fueron: granos de arena (45%), larvas de dípteros (19%), algas filamentosas (15%) y larvas de tricópteros (10%). El resto de los rubros tróficos contribuyeron con valores menores del 5% en la composición de la dieta (Fig. 11).

La composición de la dieta de *F. lima* en la cuenca del Río San Ignacio (todas las localidades combinadas) fue dominada por granos de arena (47%), seguido por larvas de dípteros (19%) y algas filamentosas (17%) (Fig. 12). A nivel de sitios de muestreo, la composición de la dieta es como sigue:

San Sabas. La dieta de *F. lima* en Febrero 2003 fue dominada por granos de arena (66%), algas filamentosas (26%) y diatomeas (13%) (Fig. 13A). En Septiembre 2003 se presentó un alto consumo de granos de arena (79%) y en menor cantidad algas filamentosas (20%)

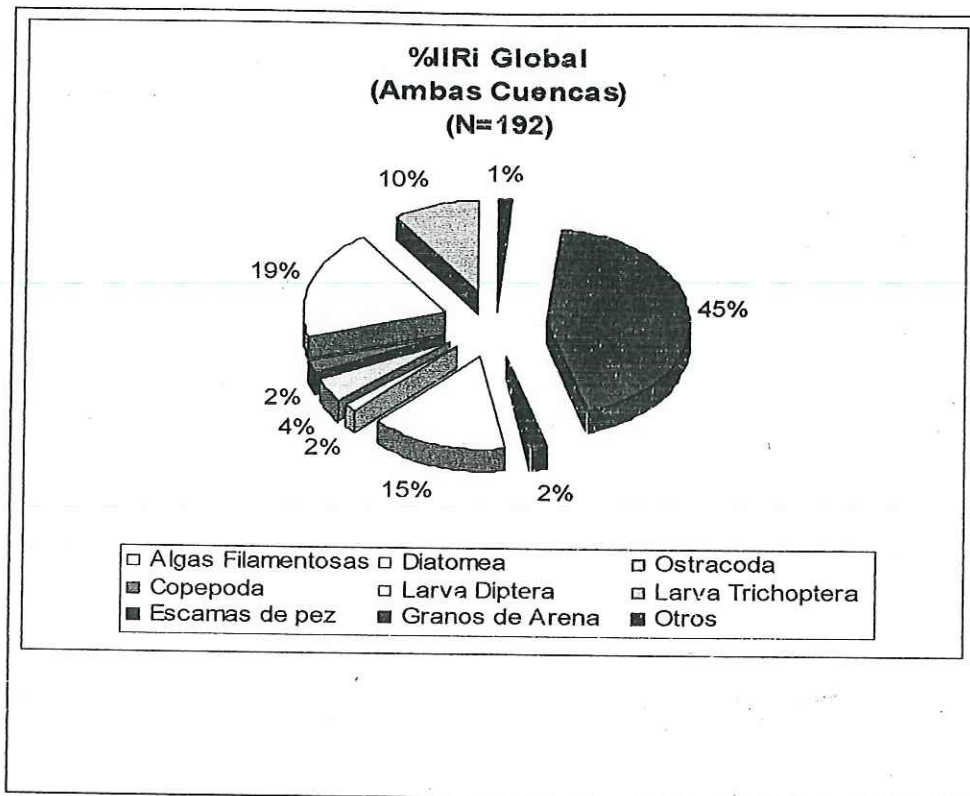


Figura 11. Espectro alimenticio global (ambas cuencas combinadas) del pez *Fundulus lima*, según el índice de importancia relativa (%IIR) durante el periodo de estudio (Enero 2003 a Julio de 2004). N = Número de estómagos examinados.

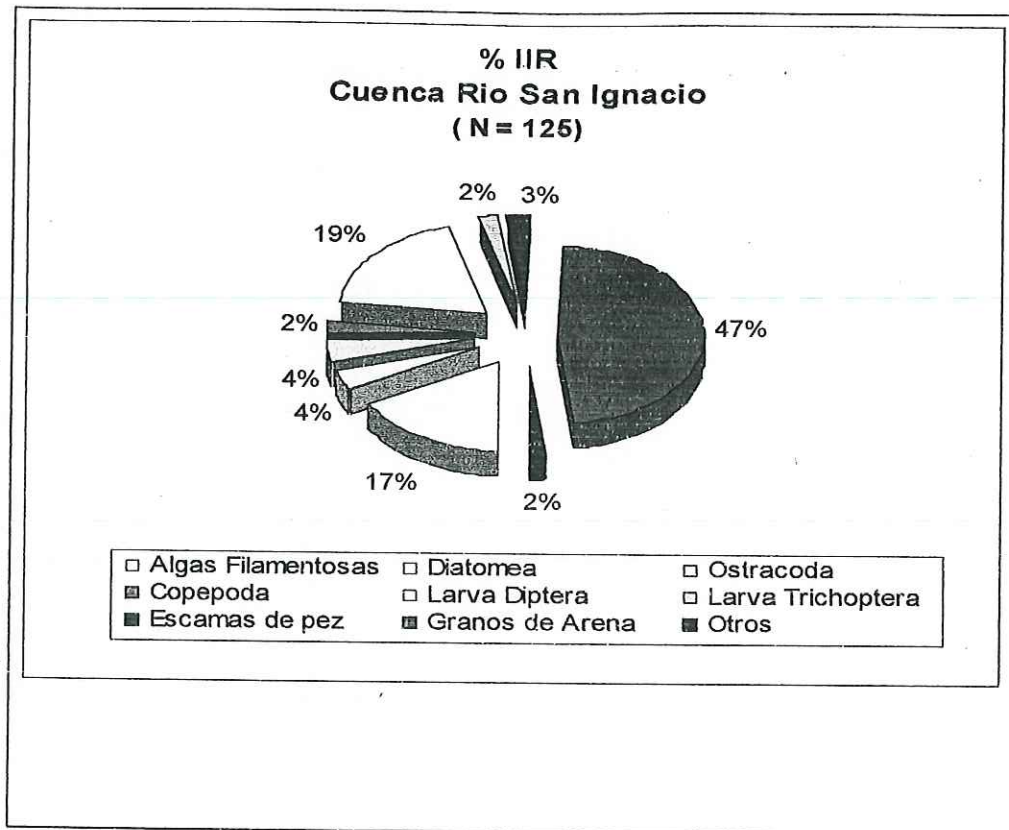


Figura 12. Espectro alimenticio global (todas las localidades combinadas) del pez *Fundulus lima*, según el índice de importancia relativa (%IIR) en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). N = Número de estómagos examinados.

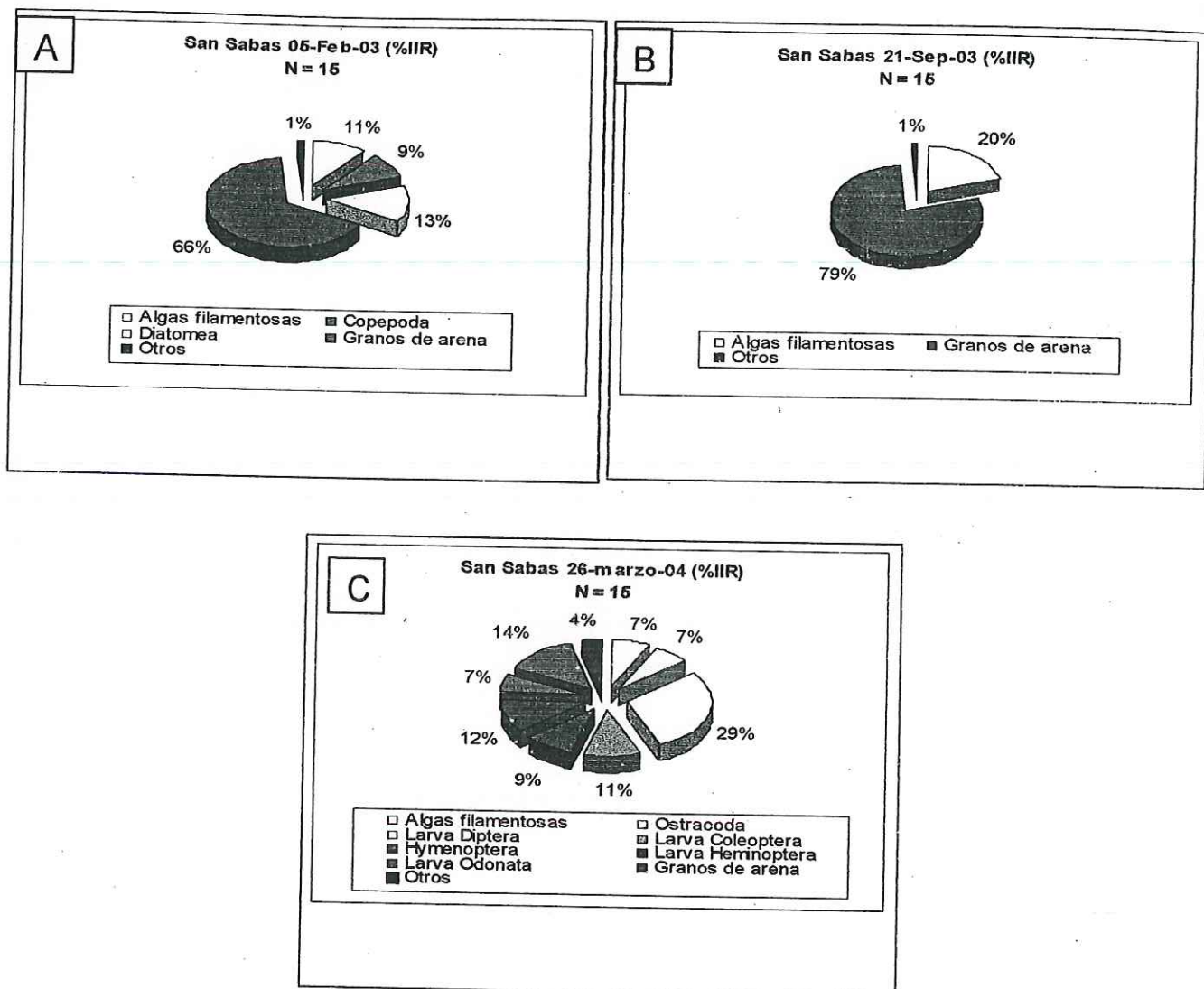


Figura 13. Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* en la localidad de San Sabas, cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.

(Fig. 13B); en Marzo 2004, la dieta incluyó un alto porcentaje de larvas de dípteros (30%), granos de arena (14%), larvas de himenópteros (12%) y larvas de coleópteros (11%) (Fig. 13C).

Los Corralitos. En Febrero 2003, la dieta de *F. lima* incluyó una alta cantidad de granos de arena (56%), seguido por larvas de tricópteros (23%) y diatomeas (12%) (Fig. 14A). En Septiembre 2003, de nuevo los granos de arena (68%) dominaron la dieta, y en segundo término las algas filamentosas (17%) y las escamas de pez (13%) (Fig. 14B). En Marzo 2004 se distingue un alto consumo de larvas de dípteros (45%) y algas filamentosas (23%) (Fig. 14C). En este último mes, es importante notar la presencia de una menor cantidad de granos de arena (18%).

Poza Larga. En Septiembre 2003, al igual que en la localidad anterior, se presentó una gran proporción de granos de arena (68%) y en menor proporción algas filamentosas (25%) (Fig. 15A). Durante Marzo 2004, destacaron los ostrácodos (42%), seguido por granos de arena (24%) y larvas de dípteros (15 %) (Fig. 15B).

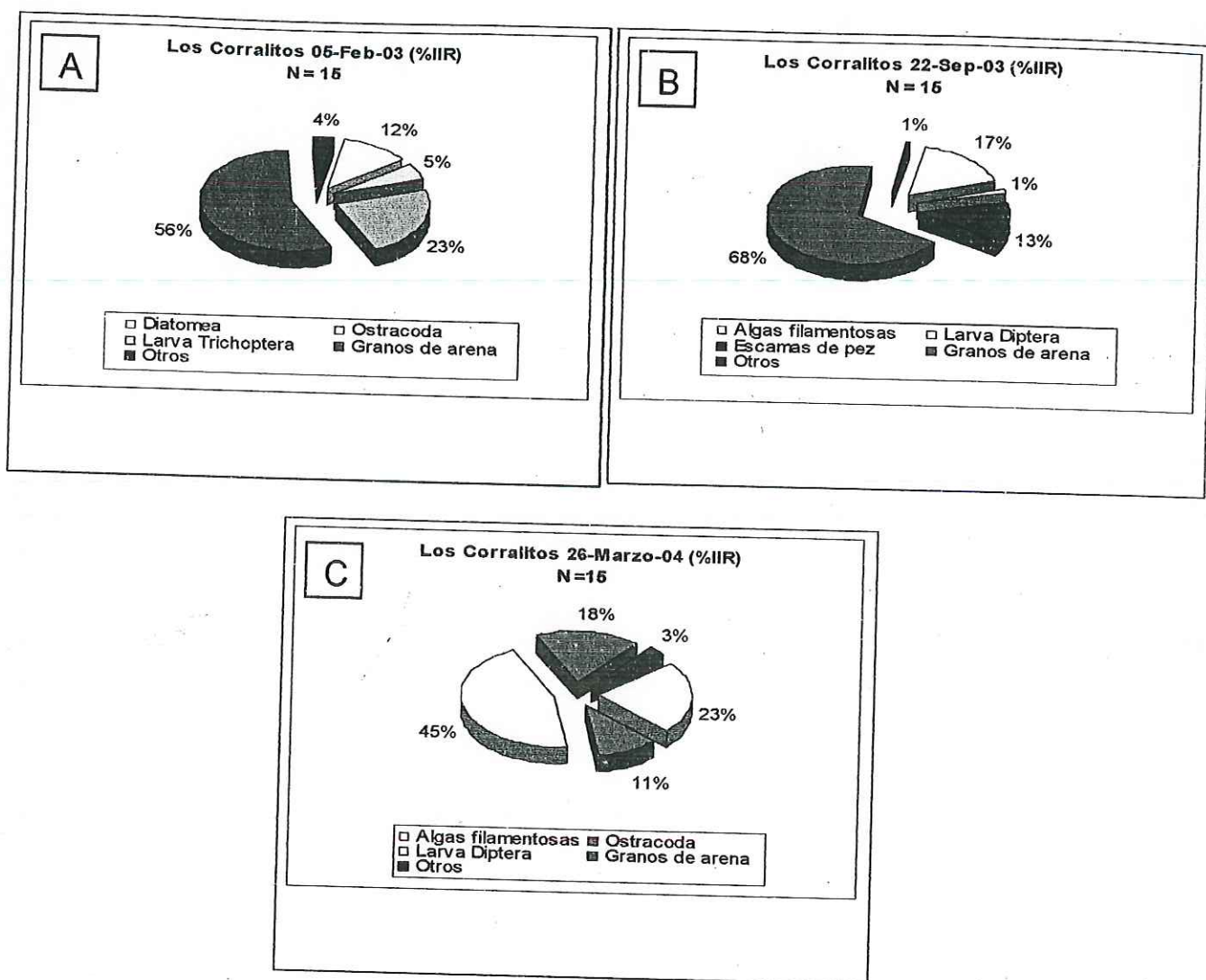


Figura 14. Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* en la localidad Los Corralitos, cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.

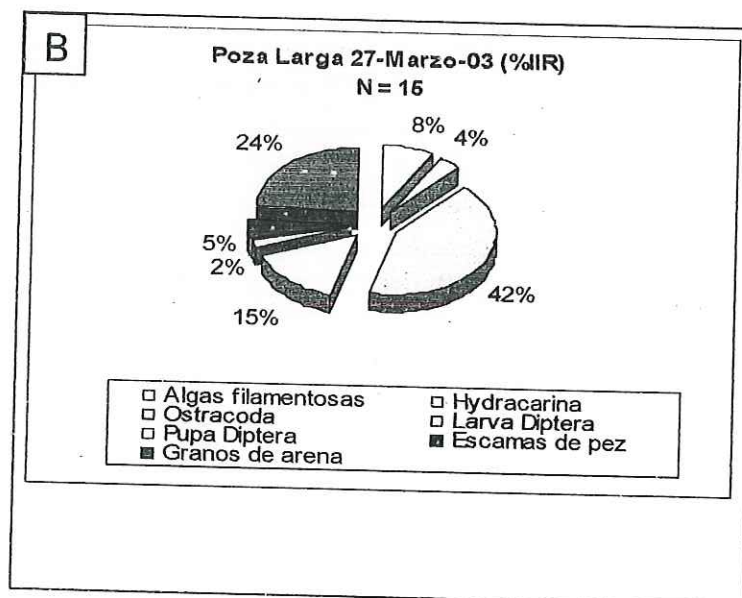
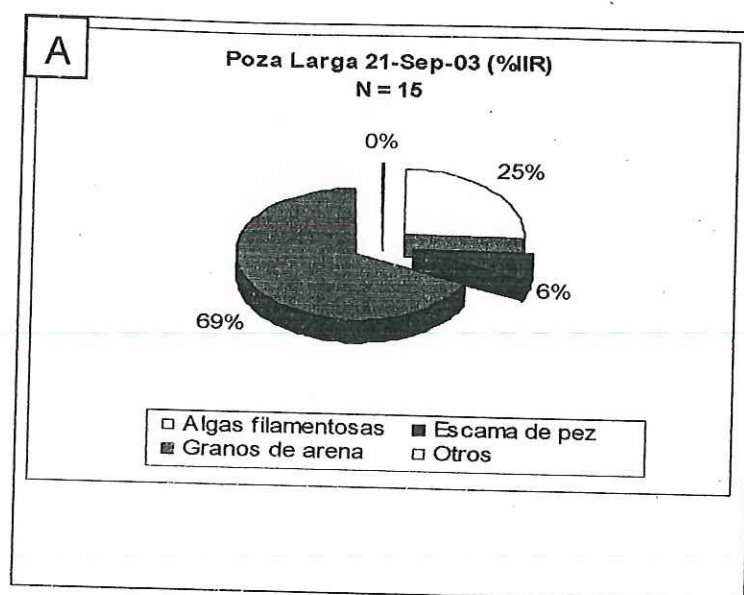


Figura 15. Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* en la localidad de Poza Larga, cuenca del Rio San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.

Paso Los Pinos. Los rubros alimentarios más importantes en la dieta durante Marzo 2004 fueron larvas de dípteros (46%), ostrácodos (22%) y algas filamentosas (17%) (Fig. 16).

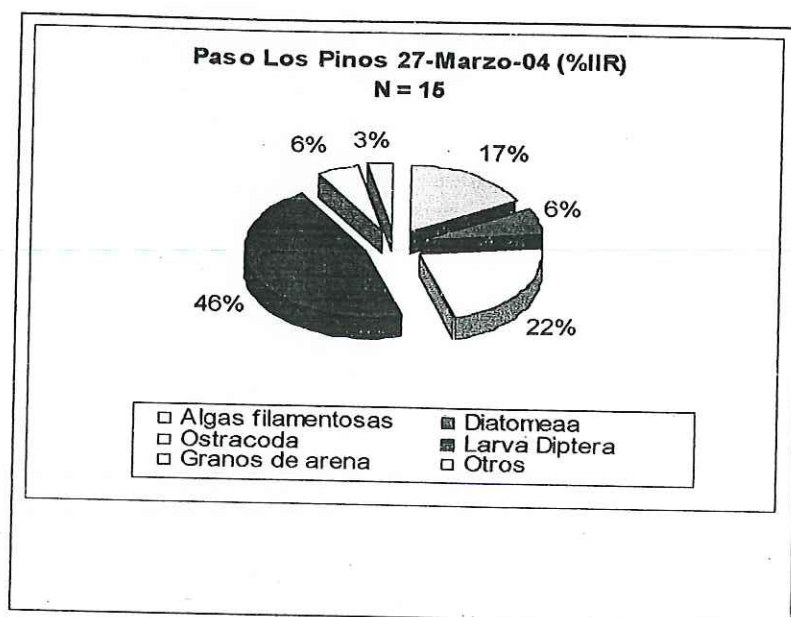


Figura 16. Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* en la localidad de Paso Los Pinos, cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.

Los artículos más importantes detectados en la dieta del pez *Fundulus lima* en la cuenca del Río La Purísima durante el periodo de estudio, fueron: granos de arena (47%), larvas de dípteros (19%), larvas de tricópteros (16%) y algas filamentosas (12%). El resto de los rubros tróficos contribuyeron con valores por debajo del 3% en la composición de la dieta (Fig. 17). La composición de la dieta en cada sitio de muestreo se describe a continuación:

El Pilón. En este sitio, los ejemplares de *F. lima* registraron en Enero 2004 un significativo consumo de larvas de dípteros (57%), seguido por algas filamentosas (13.57%) y pupas de dípteros (11%) (Fig. 18A). Sin embargo, en Julio 2004 se registró un mayor consumo de granos de arena (57%), seguido por algas filamentosas (28%) y larvas de dípteros (9%) (Fig. 18B).

Carambuche. En Enero 2004, la dieta de la especie en cuestión exhibió una fuerte proporción de granos de arena (82%) y, en segundo lugar, las algas filamentosas (16%) (Fig. 19A). Esta misma tendencia se manifestó en Julio 2004, registrando los granos de arena un valor de 80.12% seguido por larvas de dípteros (16 %) (Fig. 19B).

Ojo de Agua. Al igual que en las localidades antes citadas, los granos de arena (58%) constituyen el rubro más importante en la dieta de *F. lima* durante Enero 2004, y en segunda instancia las larvas de dípteros (25%) y larvas de tricópteros (15%) (Fig. 20).

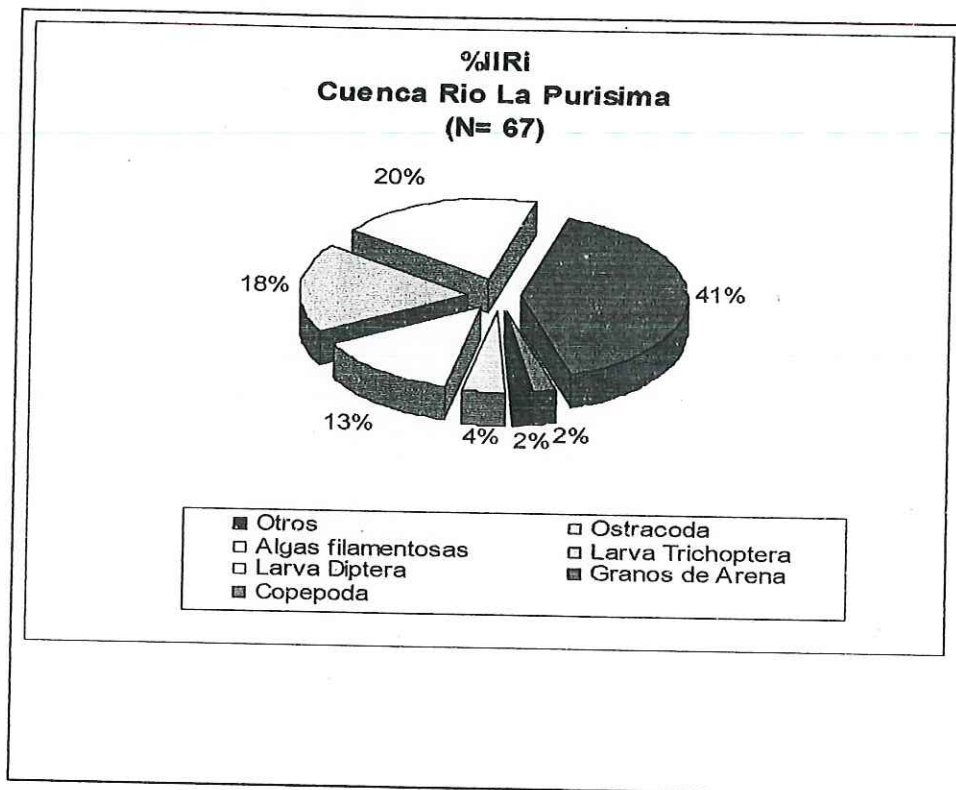


Figura 17. Espectro alimenticio global (todas las localidades combinadas) del pez *Fundulus lima*, según el índice de importancia relativa (%IR) en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). N = Número de estómagos examinados.

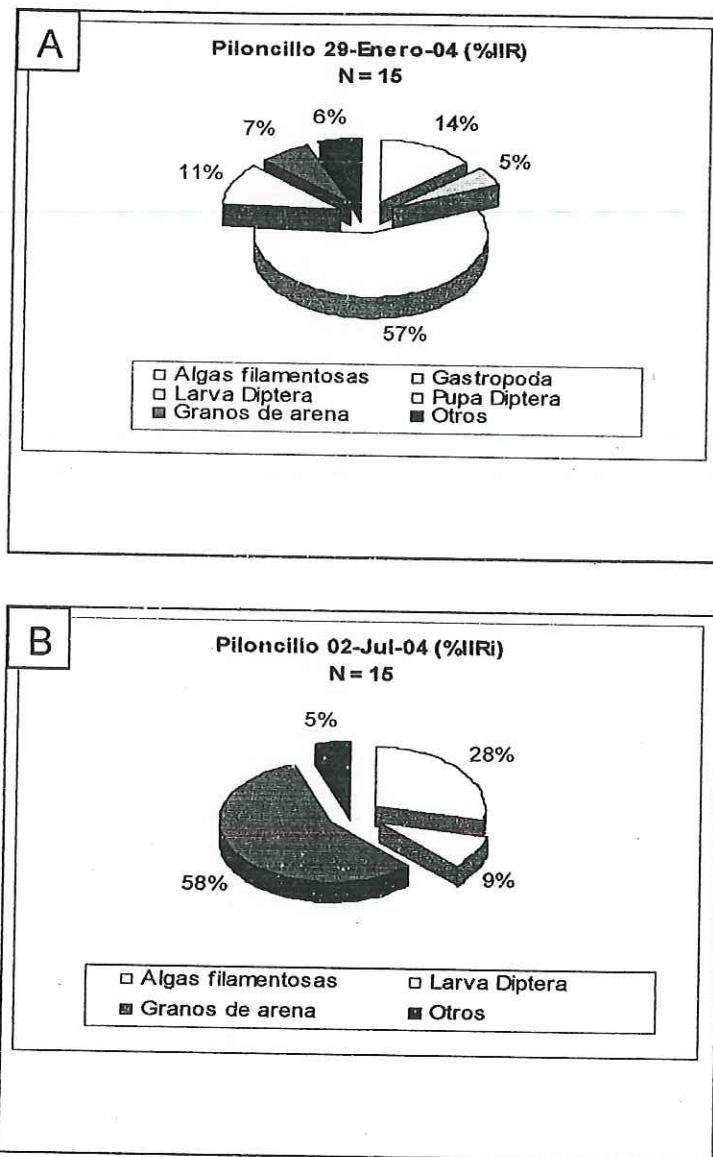


Figura 18. Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* de la localidad El Pílon, cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.

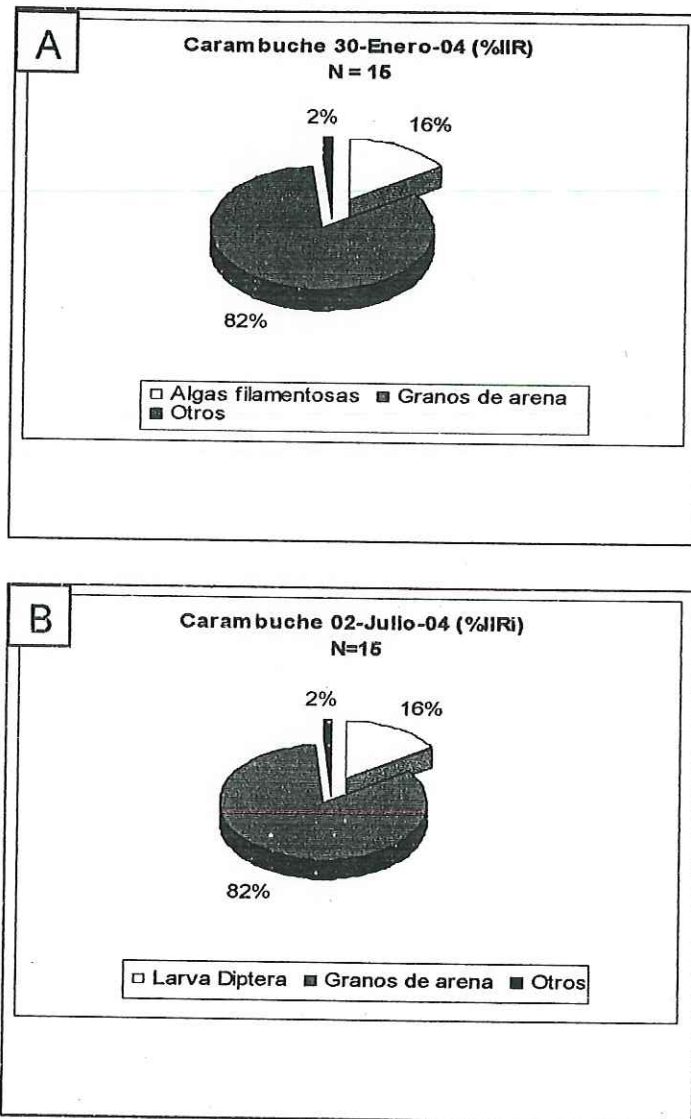


Figura 19. Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* de la localidad de Carambuche, cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.

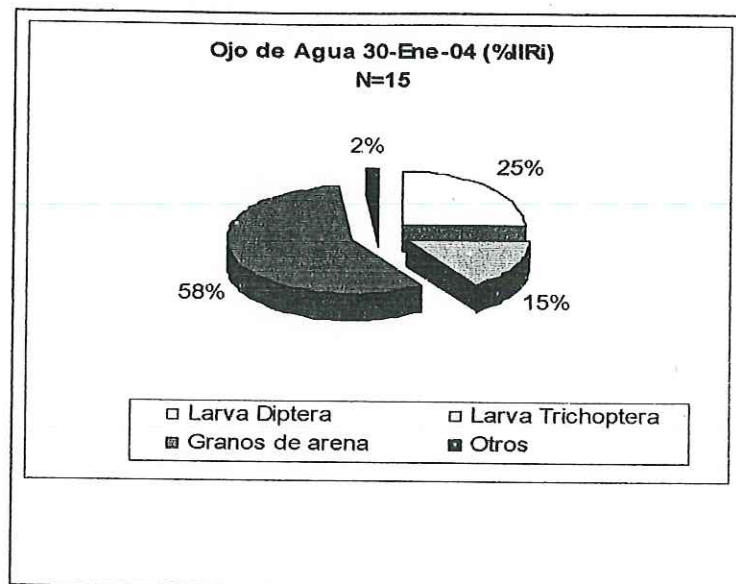


Figura 20. Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* de la localidad de Ojo de Agua, cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004), según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.

7.3.3. Composicion de la dieta por época del año

La composición alimentaría del pez *F. lima* de acuerdo al %IIR denotó cambios en la dieta en entre los periodos de seca y de lluvia.

Periodo de Seca. En el periodo de seca correspondiente a Febrero 2003, hubo un alto consumo de granos de arena (58 %) seguido por diatomeas (14%) y larvas tricópteros (11%) (Fig. 21A). El resto de los rubros alimenticios se encontraron por debajo del 4%. Al igual que en Febrero 2003, los granos de arena (70%) también dominaron la dieta de Septiembre 2003, y en menor porcentaje se presentaron las algas filamentosas (15%) y escamas de pez (13%) (Fig. 21B). En Julio 2004, también en periodo de seca, se presentó un alto consumo de granos de arena (35%), seguido de larvas de dípteros (26 %), larvas de tricópteros (20%) y algas filamentosas (15%) (Fig. 21C).

Periodo de Lluvia. En el periodo de lluvia (Enero 2004), la dieta estuvo compuesta con un alto porcentaje de granos de arena (47%), y en menor cantidad por larvas dípteros (26%) y algas filamentosas (22%) (Fig. 22A). En Marzo 2004, los artículos más importantes en la dieta fueron larvas de dípteros (39%), granos de arena (20%), ostrácodos (17%) y algas filamentosas (16%), el resto de los rubros presentaron valores por debajo de 4% (Fig. 22B).

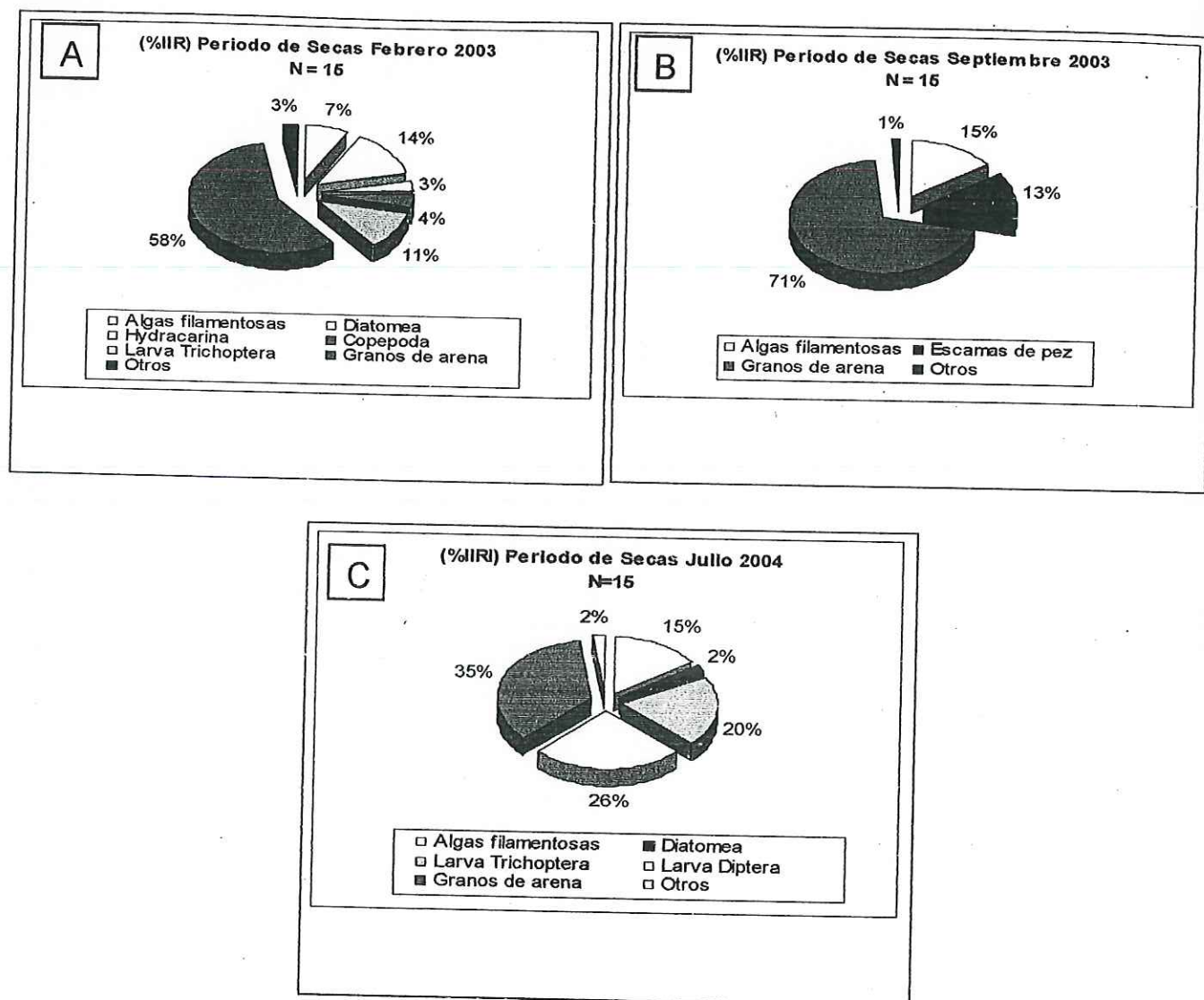


Figura 21. Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* durante el periodo de seca (Febrero 2003, Septiembre 2004 y Julio 2004) en la cuenca del Río San Ignacio, según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.

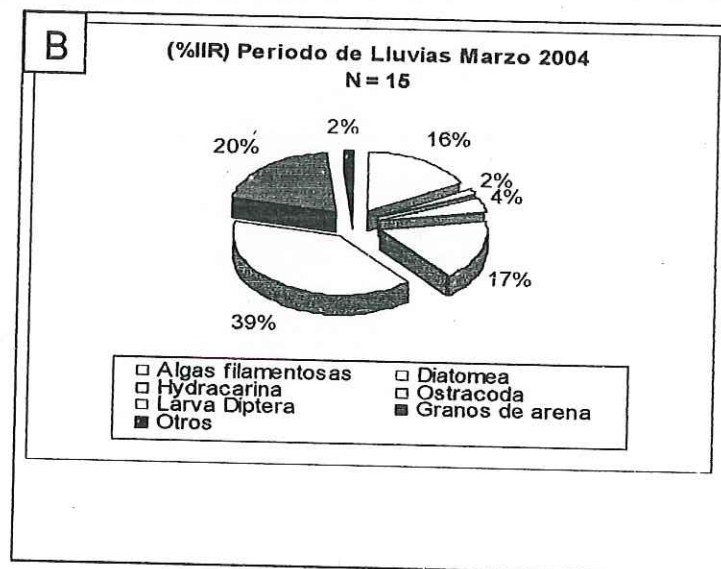
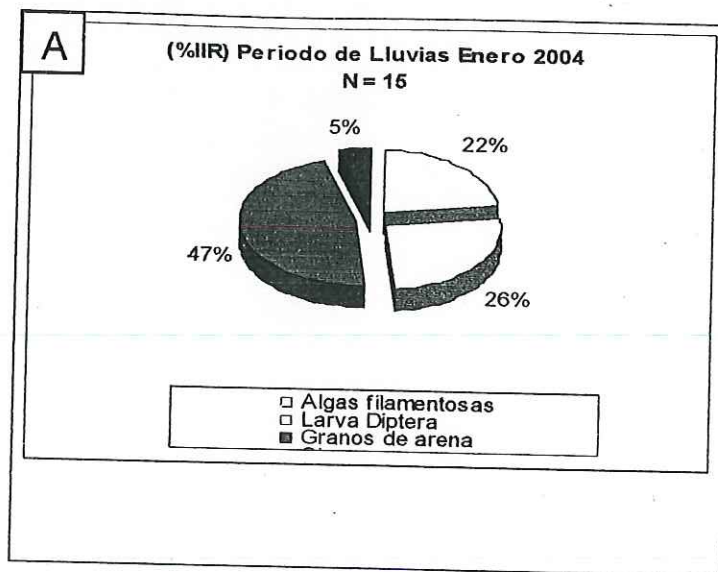


Figura 22. Espectro alimenticio del pez *Fundulus lima* durante el periodo de lluvia (Enero 2004 y Marzo 2004) en la cuenca del Río La Purísima, según el índice de importancia relativa (%IIR). N = Número de estómagos examinados.

7.3.4. Composición de la Dieta por Clase de Talla y Sexo

Cuenca Río San Ignacio

Clases de talla. El intervalo de longitud patrón (LP) registrada en los individuos examinados de *F. lima* de la cuenca del Río San Ignacio, osciló entre 20 y 75 mm. Los rubros más importantes consumidos por la clase de talla I (<40 mm) fueron granos de arena (62%), algas filamentosas y larvas de dípteros (15% y 9%, respectivamente); el resto de las presas presentaron valores por debajo del 5% (Fig. 23A). En la clase talla II (40-60 mm), la dieta estuvo compuesta por granos de arena (59%), algas filamentosas (21%), larvas de dípteros (12%) y diatomeas (5%) (Fig. 23B). La dieta de la clase talla III (>60 mm) fue dominada por granos de arena (54%) y larvas de dípteros (21%), seguido por algas filamentosas (11%), ostrácodos (7%) y escamas de pez (4%) (Fig. 23C).

Sexo. Las hembras de *F. lima* de la cuenca del Río San Ignacio, presentaron como los rubros alimentarios dominantes a las larvas de dípteros (60%), seguido por ostrácodos (15%); en los machos la dominancia fue por granos de arena (53%), seguido por larvas de dípteros (23%) y algas filamentosas (14%) (Fig. 24 A y B).

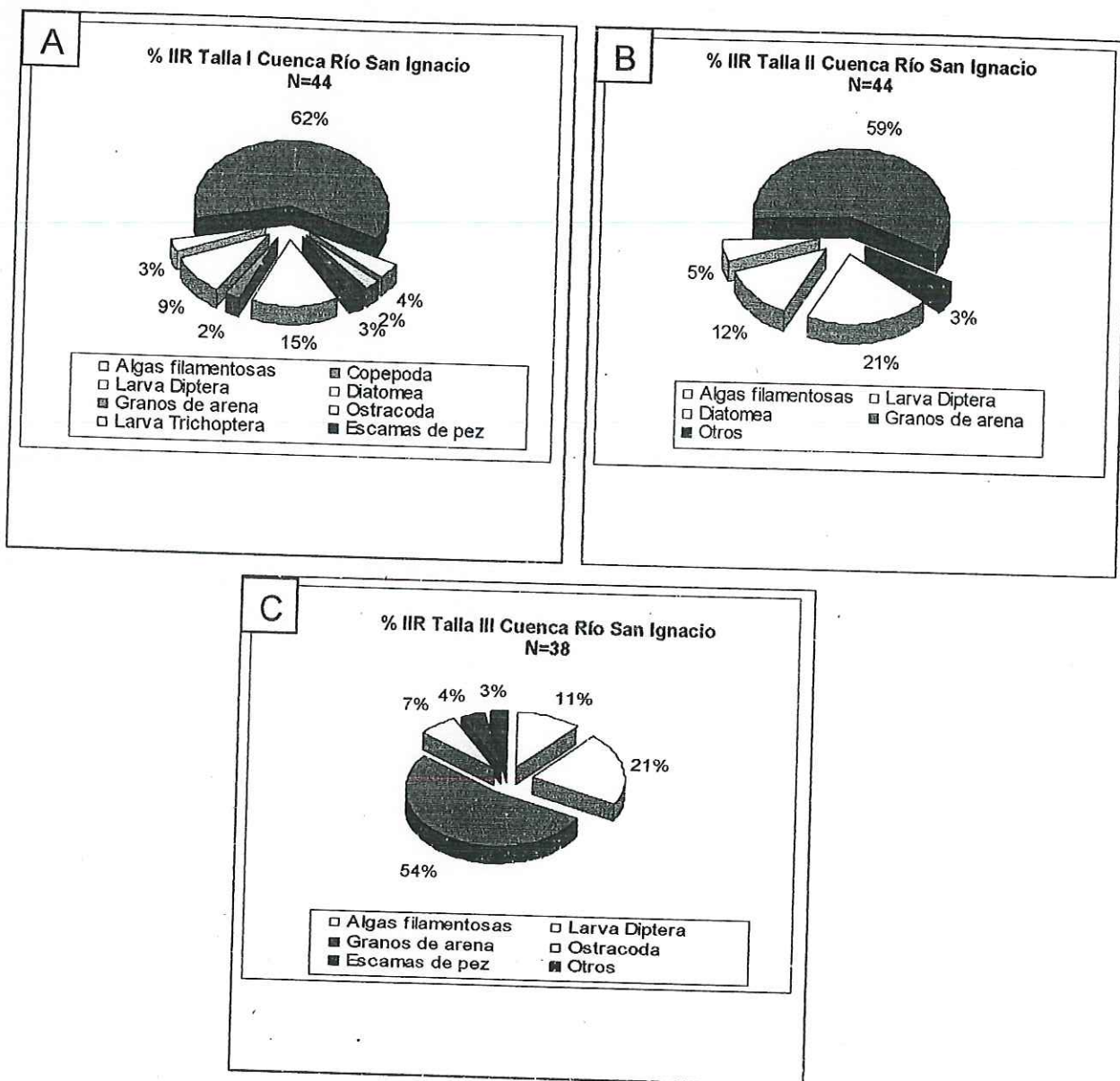


Figura 23. Composición trófica global por clase de talla del pez *Fundulus lima* en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Febrero 2003 a Marzo 2004). Clase de talla I (<40 mm), clase de talla II (40-60 mm) y clase de talla III (>60 mm). N = Número de estómagos examinados.

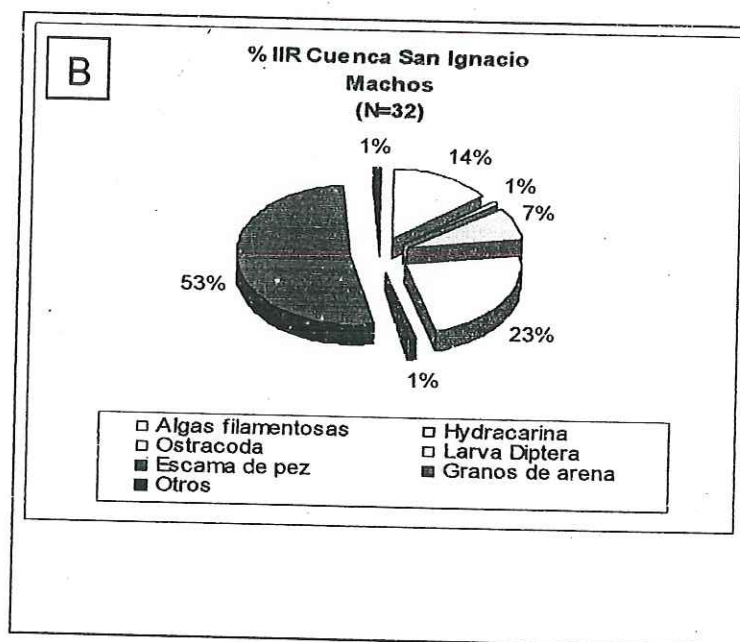
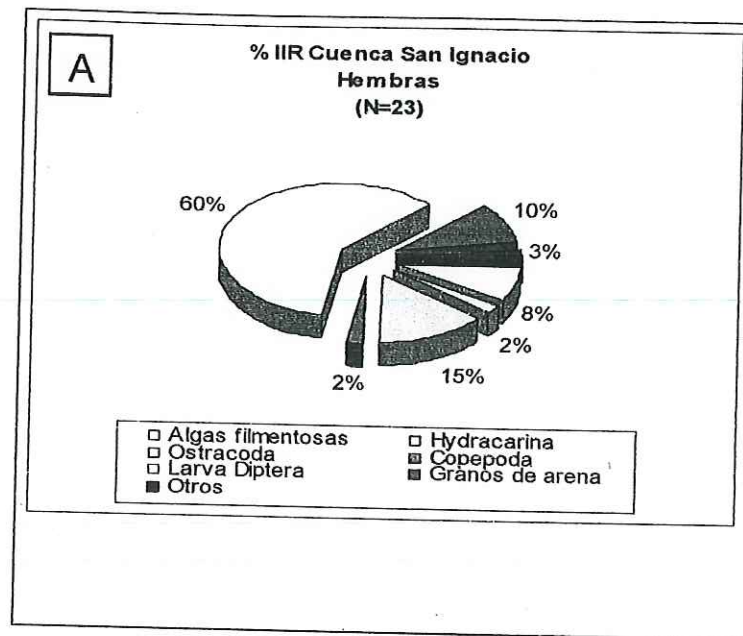


Figura 24. Espectro alimenticio por sexo del pez *Fundulus lima* en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Febrero 2003 a Marzo de 2004). N = Número de estómagos examinados.

Cuenca Río La Purísima

Clases de talla. La dieta de *F. lima* por clase de talla en la cuenca del Río La Purísima, demostró los siguientes resultados: clase de talla I (<40 mm) evidenció una preferencia primaria por larvas de dípteros (62%), y de manera secundaria por nemátodos (19%), granos de arena (8%) y algas filamentosas (7%) (Fig. 25A). La clase de talla II (40-60 mm), su dieta fue dominada por granos de arena (66%), continuando con algas filamentosas (28%) y larvas de dípteros (3%) (Fig. 25B). Para la clase de talla III (>60 mm LP), las larvas de dípteros fueron los más importantes (39%) y en menor porcentaje las algas filamentosas (29%) y granos de arena (23%) (Fig. 25C).

Sexo. En la cuenca del Río La Purísima, las hembras mostraron un alto consumo de granos de arena (60%), algas filamentosas (24.91%) y larvas de dípteros (14.67%) (Fig. 26A); mientras que los machos, al igual que las hembras, consumieron un alto porcentaje de granos de arena (72%), seguido de algas filamentosas y larvas de dípteros (13% y 12%, respectivamente) (Fig. 26B).

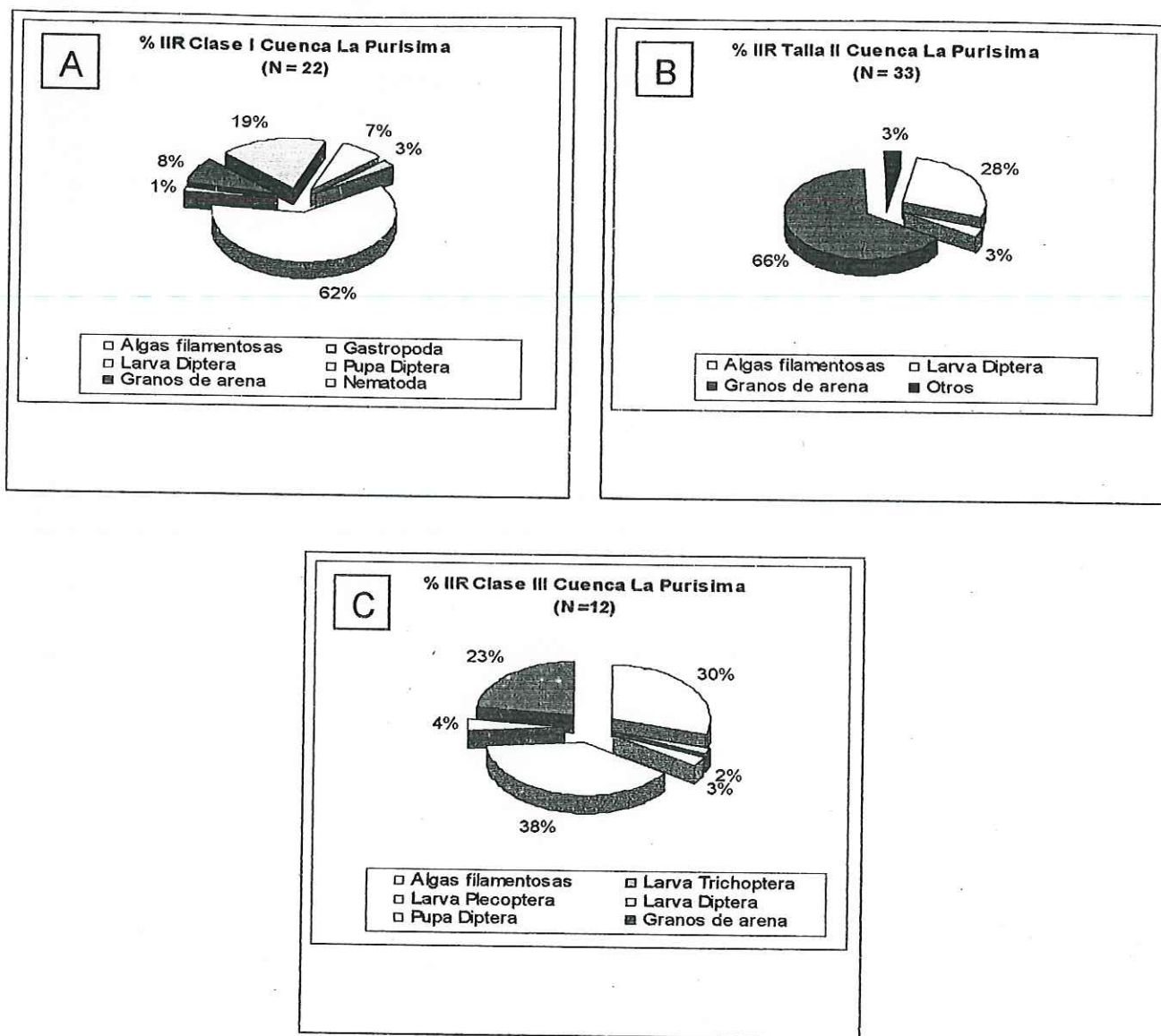


Figura 25. Composición trófica global por clase de tallas del pez *Fundulus lima* en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2004 a Julio 2004). Clase de talla I (< 40 mm LP); clase de talla II (40-60 mm LP) y clase de talla III (> 60 mm LP). N = Número de estómagos examinados.

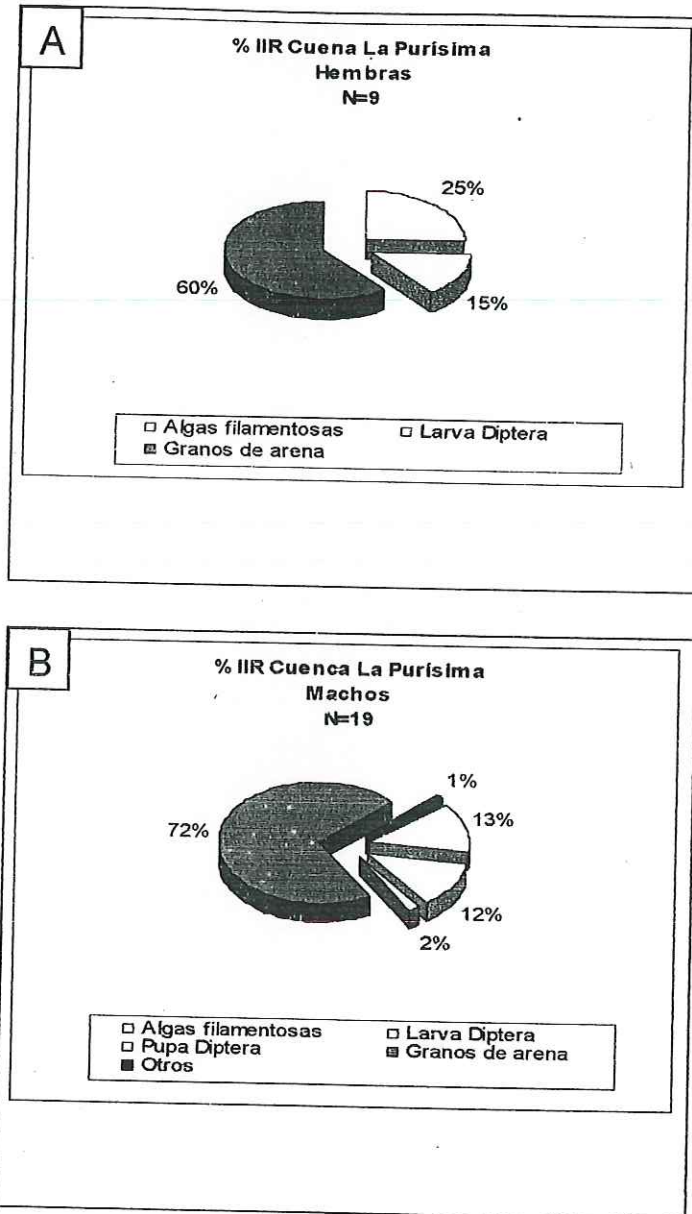


Figura 26. Espectro alimenticio hembras y machos del pez *Fundulus lima* en la cuenca del Río La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2004 a Julio 2004). N = Número de estómagos examinados.

7.4. Similitud Trófica

La similitud de la dieta del pez *F. lima* fue significativa ($\alpha \geq 60\%$) entre ejemplares de la cuenca del Río San Ignacio y aquéllos del Río La Purísima ($\alpha = 74.35\%$).

Similitud trófica por localidad

La similitud de la dieta del pez *F. lima* fue significativa ($\alpha \geq 60\%$) entre las siguientes parejas de localidades: Poza Larga-San Sabas ($\alpha = 73.31\%$), Presa Carambuche-Los Corralitos ($\alpha = 73.85\%$), Presa Carambuche-Poza Larga ($\alpha = 74.85\%$), El Pílon-Paso Los Pinos ($\alpha = 64.93\%$), Los Corralitos-San Sabas ($\alpha = 81.92\%$), Poza Larga-Los Corralitos ($\alpha = 83.45\%$), y Presa Carambuche-San Sabas ($\alpha = 87.09\%$) (Tabla 3).

La composición de la dieta en El Pílon difirió significativamente del resto de los sitios, con valores de similitud (α) de 21.75% (El Pílon-Presa Carambuche), 24.12% (Pílon-Poza Larga), 27.13% (El Pílon-San Sabas) y 35.04% (El Pílon-Los Corralitos); esta misma tendencia ocurrió entre Presa Carambuche-Paso Los Pinos con un valor de 22.19%. La composición de la dieta en Paso Los Pinos registró valores bajos de similitud con San Sabas, Los Corralitos y Poza Larga (30.82%, 37.18% y 33.61%, respectivamente) (Tabla 3).

La similitud trófica (α) entre las localidades de San Ignacio, fue significativamente menor en la localidad de Paso Los Pinos, con valores de 30.82% (Paso Los Pinos-San Sabas), 37.18% (Paso Los

Tabla 3. Similitud (%) de la dieta (índice de Schoener) de *Fundulus lima* a nivel de localidades, en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004).

Localidad	San Sabas	Los Corralitos	Poza Larga	Paso Los Pinos	Presa Carambuche	El Pilón	Ojo de Agua
San Sabas	X	81.92	73.31	30.82	87.09	27.13	31.14
Los Corralitos		X	83.45	37.18	73.85	35.04	28.09
Poza Larga			X	33.61	74.85	24.12	56.78
Paso Los Pinos				X	22.19	64.93	28.09
Presa Carambuche					X	21.75	43.23
El Pilón						X	23.56
Ojo de Agua							X

Pinos-Los Corralitos) y 33.61% (Paso Los Pinos-Poza Larga). Sin embargo, la similitud de la dieta fue significativa ($\geq 60\%$) entre las localidades de Poza Larga-San Sabas ($\alpha=73.31\%$), Poza Larga-Los Corralitos ($\alpha=83.45\%$) y Los Corralitos-San Sabas ($\alpha=81.94\%$).

En lo que respecta a las localidades de la cuenca del Río La Purísima, una similitud trófica (α) no significativa fue determinada entre El Pílon-Presa Carambuche (21.75%), Ojo de Agua-Presa Carambuche (35.53 %) y Ojo de Agua-El Pílon (26.43 %).

Clase de talla

La similitud de la dieta global entre clases de tallas del pez *F. lima* (I = < 40 mm, II = 40-60 mm y III = >60 mm) fue significativa, registrando valores (α) de 84.21% (clases talla I vs II), 80.19% (clases talla I vs III) y 82.54% (clases talla II vs III). La similitud de la dieta de *F. lima* entre cuencas (San Ignacio-La Purísima) fue solamente significativa ($\alpha \geq 60\%$) entre la talla II (85.78%) (Tabla 4).

En la cuenca del Río San Ignacio, se registró una similitud trófica significativa entre la talla I vs II ($\alpha=89.09\%$), talla I vs III ($\alpha=81.53\%$) y talla II vs III ($\alpha=67.53\%$). A diferencia de la cuenca anterior, la similitud de la dieta entre clases de talla en la cuenca del Río La Purísima fue no significativa entre las tallas I-II ($\alpha=20.20\%$), I-III ($\alpha=56.11\%$) y II-III ($\alpha=54.67\%$).

Tabla 4. Similitud (índice de Schoener) de la dieta del pez *Fundulus lima* en clases de talla equivalentes entre cuencas (Río San Ignacio y Río La Purísima), Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004).

Cuenca	I	II	III
	<40 mm LP	40-60 mm LP	>60 mm LP
San Ignacio / La Purísima	25.24	85.78	55.78

Sexo

La similitud alimentaria global entre sexos del pez *F. lima*, registró un valor (α) no significativo de 47.46%. A nivel de cuenca, la similitud de la dieta entre sexos fue significativa sólo para el Río La Purísima ($\alpha=74.46\%$).

La similitud alimentaria entre cuencas registró un valor no significativo entre las hembras del Río San Ignacio y Río La Purísima ($\alpha=18.02\%$); lo mismo sucedió con los machos del Río La Purísima ($\alpha=31.67\%$). Sin embargo, los machos de la cuenca del Río San Ignacio ($\alpha=66.63\%$), así como entre hembras y machos ($\alpha=79.21\%$) del Río La Purísima, todos ellos registraron valores significativos.

Epoca del Año

La similitud de la dieta fue significativa ($\alpha=74.60\%$) entre los meses de secas de Febrero 2003 y Septiembre 2003. Asimismo, los meses de lluvia (Septiembre 2003) y seca (Enero 2004) exhibieron también una similitud significativa (69.32%) (Tabla 5).

En la temporada de lluvia de Marzo 2004 y de seca Septiembre 2003 de la similitud alimentaria fue baja ($\alpha=32.57\%$); esta misma situación ocurrió en el periodo de lluvia de Enero 2004 y Marzo 2004 ($\alpha=53.96\%$) (Tabla 5). En el periodo de seca (Febrero 2003 y Julio 2004) la similitud fue no significativa ($\alpha=50.87\%$) al igual que en el periodo de seca (Septiembre 2003 y Julio 2004, $\alpha=40.98\%$). Un valor

Tabla 5. Similitud (%) de la dieta (índice de Schoener) durante el periodo de lluvia y seca del pez *Fundulus lima*, en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004).

Periodo	Secas	Secas	Lluvias	Lluvias	Secas
Lluvias/Secas	Feb. 03	Sep. 03	Ene. 04	Mar. 04	Jul.04
Secas	X	74.60	54.90	28.64	50.87
Feb. 03					
Secas		X	69.32	32.57	40.98
Sep. 03					
Lluvias			X	53.96	60.31
Ene. 04					
Lluvias				X	57.92
Mar. 04					
Secas					X
Jul.04					

significativo de (similitud ($\alpha = 60.31\%$) se presentó entre el periodo de lluvia (Enero 2004) y el periodo de seca (Julio 2004); y por último el periodo de lluvia (Marzo 2004) y el periodo de seca (Julio 2004) registraron una similitud no significativa ($\alpha = 57.92\%$) (Tabla 5).

7.5. Relación del Tamaño de Presa y Tamaño de la Boca

Los artículos presa de mayor tamaño consumido por el pez *F. lima* durante el periodo de estudios fueron: larvas de dípteros ($X = 9.00$ mm), algas filamentosas ($X = 8.03$ mm) y larvas de tricópteros ($X = 5.52$ mm). Por su parte, los tamaños promedio de presas más pequeñas consumidas fueron diatomeas (2.01 mm), copépodos (1.20 mm) y ostrácodos (0.85 mm).

A nivel global (ambas cuencas combinadas), el tamaño promedio de presas consumidas (todas las taxa combinados) por pez individual y el tamaño de su boca registraron una correlación significativa ($r^2 = 0.71$, $p = 0.0007$). La misma tendencia ocurrió en ejemplares para la cuenca del Río San Ignacio ($r^2 = 0.82$, $p = 0.0007$) y el periodo de secas ($r^2 = 0.68$, $p = 0.0007$) (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de correlación (r^2) entre el tamaño de presas consumidas por el pez *Fundulus lima*, y el tamaño de su boca, a nivel global, periodo de seca y a nivel cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). N = tamaño de muestra, p = nivel de significancia.

Categoría	r^2	P	N
Global	0.71	<0.001	155
Cuenca San Ignacio	0.82	<0.001	133
Periodo de Secas	0.68	<0.001	103

7.6. Diversidad Trófica

Cuenca del Río San Ignacio

La diversidad trófica (por estómago) promedio para el pez *F. lima* (sexos y clases de tallas combinadas) en la cuenca del Río San Ignacio fue ($X = 0.7 \pm 0.98$ SD) (Fig. 27). Los valores promedio de diversidad trófica fueron estadísticamente diferentes entre las localidades (Prueba Anova, $F = 2.44$, $p = 0.010$) (Fig. 28 A).

En relación a la diversidad trófica de *F. lima* por localidad, el valor más alto correspondió a Los Corralitos ($X = 1.59 \pm 2.67$ SD) y el más bajo a San Sabas ($X = 0.8 \pm 0.25$ SD) (Fig. 28 A).

La diversidad alimentaria de *F. lima* no varió significativamente entre clases de talla durante el periodo de secas (Febrero 2003) (Prueba Anova, $F = 0.37$, $p = >0.692$). En el caso del mes de Septiembre 2003 (secas), la diversidad trófica promedio fue también similar entre las clases de talla (Prueba Anova, $F = 1.41$, $p = >0.255$) (Fig. 29).

La diversidad trófica promedio global (todas las localidades combinadas) fue estadísticamente diferente entre las clases de talla (Prueba Anova, $F = 3.40$, $p = <0.036$), correspondiendo los valores más bajos a la clases de talla II ($X = 0.6 \pm 0.38$ SD) y III ($X = 0.48 \pm 0.38$ SD), y los más altos a la clase de talla I ($X = 0.95 \pm 1.56$ SD) (Fig. 30).

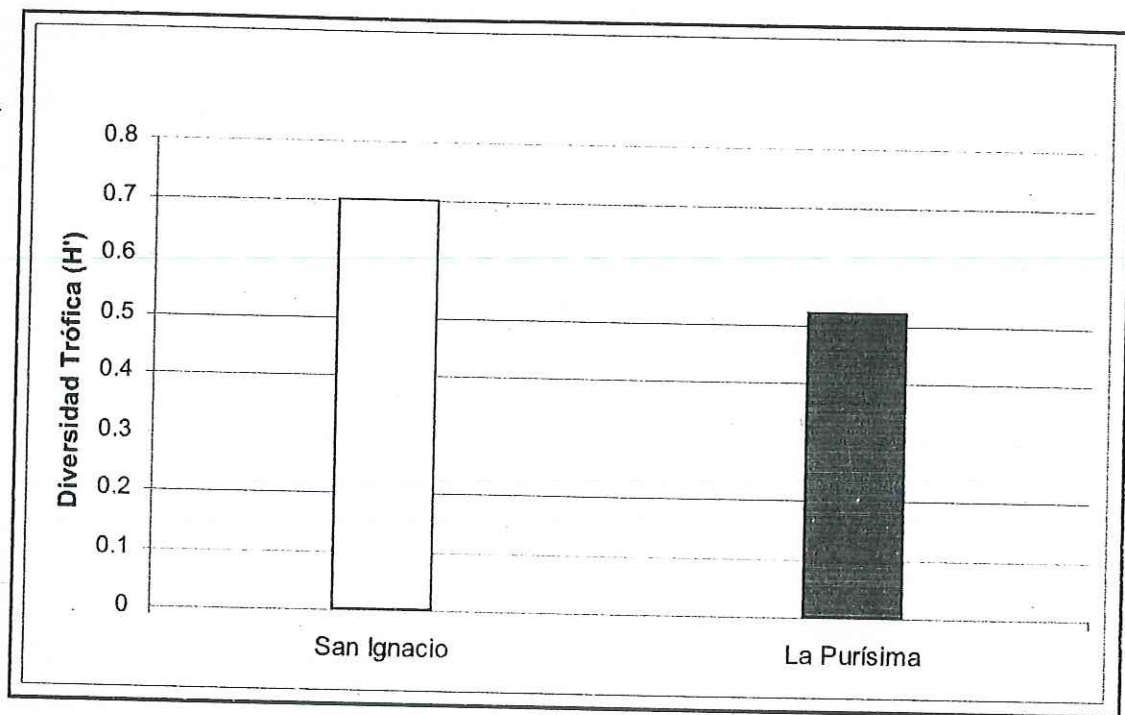


Figura 27. Diversidad trófica (estomacal) promedio del pez *F. lima* en las cuencas de los ríos San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004).

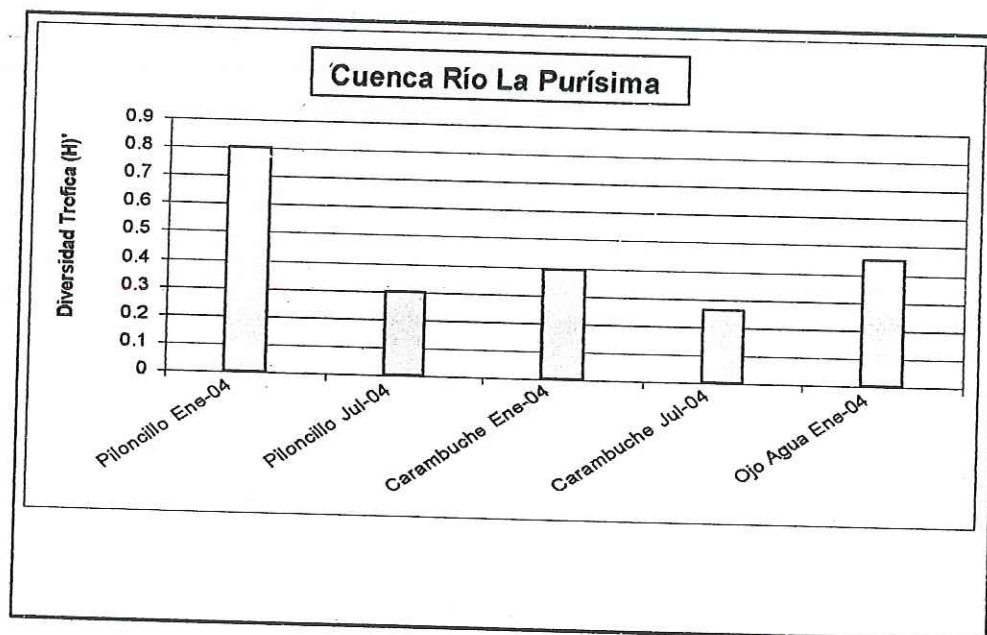
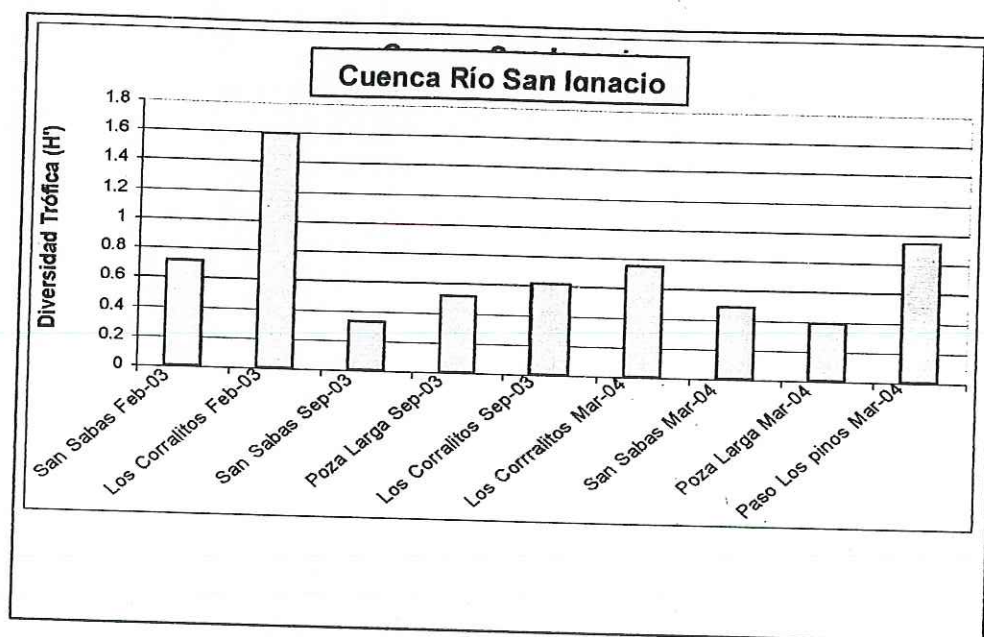


Figura 28. Diversidad trófica (estomacal) promedio por localidad del pez *F. lima*, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004).
(A) Cuenca Río San Ignacio (B) Cuenca Río La Purísima

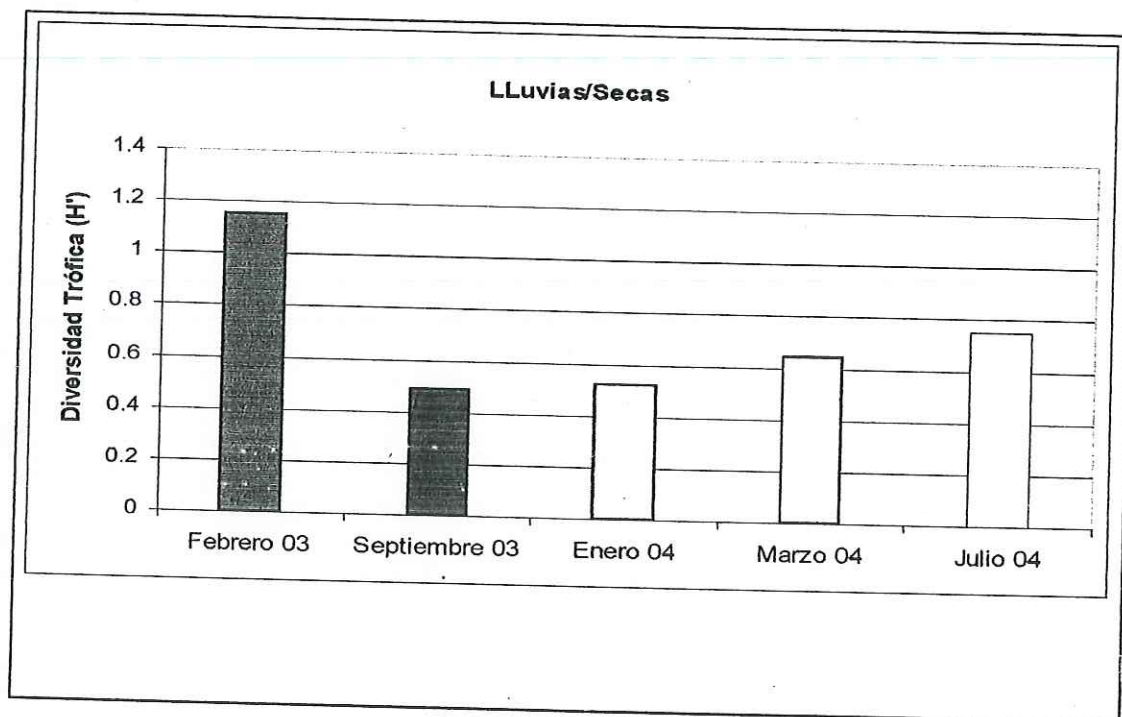


Figura 29. Diversidad trófica (estomacal) promedio en el periodo de lluvias (Enero 2004 y Marzo 2004) y secas (Febrero 2003, Septiembre 2003 y Julio 2004) del pez *F. lima*, en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México.

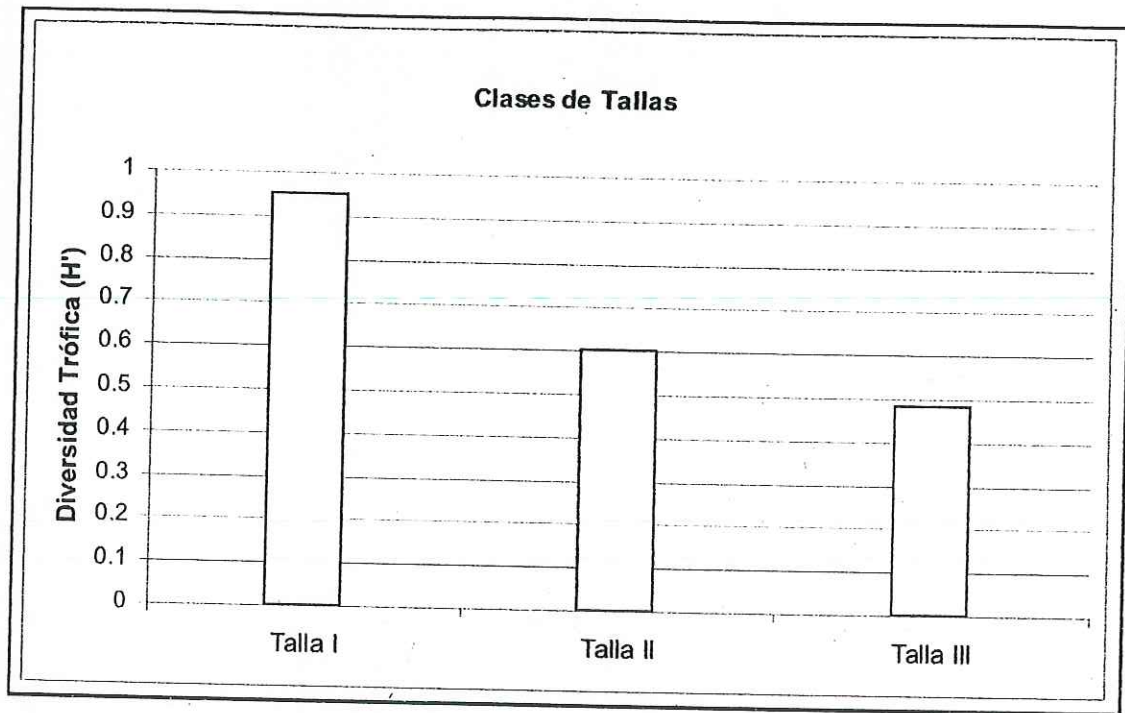


Figura 30. Diversidad trófica (estomacal) promedio por clases de tallas del pez *F. lima*, en la cuenca del Río San Ignacio, Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004). Talla I = < 40 mm, Talla II = 40-60 mm y Talla III = > 60 mm.

En la cuenca del Río San Ignacio, las clases de tallas I (<40 mm LP), II (40-60 mm LP) y III (>60 mm LP), no mostraron una diferencia significativa entre ellas (Prueba Anova, $F= 2.80$, $p= >0.065$). (Fig. 30).

A nivel de sexos la diversidad trófica promedio fue estadísticamente similar (hembras, $X= 0.56 \pm 0.45$ SD; machos, $X= 0.52 \pm 0.44$ SD; Prueba t de Student, $t= -0.34$, $p> 0.73$) (Fig. 31A).

Cuenca Río La Purísima

La diversidad trófica (por estómago) promedio para el pez *F. lima* (sexos y clases de tallas combinadas) a nivel de cuenca, fue similar durante el periodo de estudio (Prueba t de Student, $t= 0.85$, $p<0.39$) (Fig. 28B). A nivel de localidades, el valor más alto correspondió a El Pilón ($X= 1.59 \pm 2.67$ SD) y el más bajo a Poza Larga ($X= 0.8 \pm 0.25$ SD) (Fig. 28 B).

La diversidad trófica promedio fue estadísticamente similar entre ambos sexos (hembras, $X= 0.56 \pm 0.45$ SD; machos, $X= 0.52 \pm 0.44$ SD; Prueba t de Student, $t= -0.34$, $p> 0.73$) (Fig. 31B). A nivel de cuenca, la diversidad trófica en la cuenca Río La Purísima (sexos combinados) no mostró diferencias significativas (Prueba Anova, $F= 2.29$, $p>0.11$)(Fig. 31B).

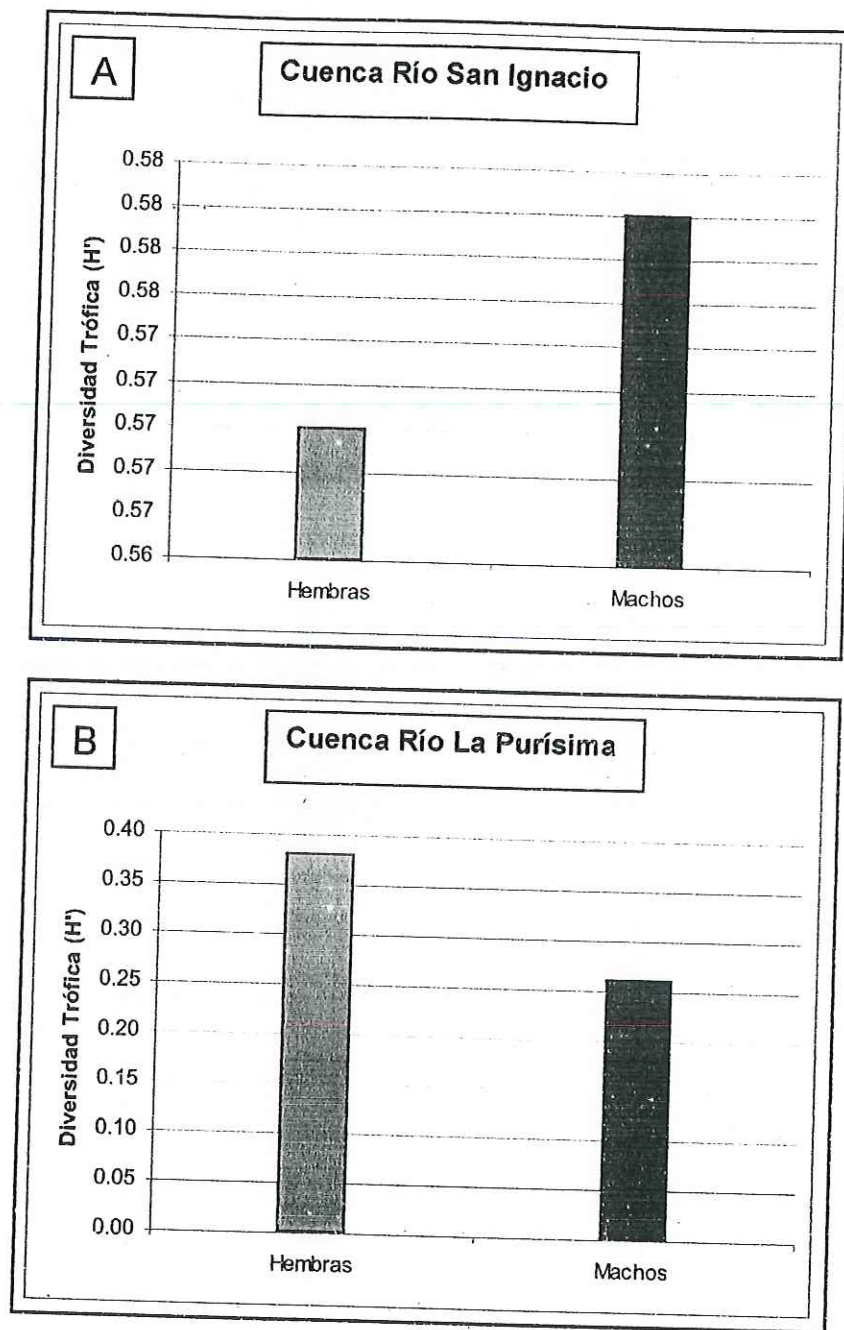


Figura 31. Diversidad trófica (estomacal) promedio por sexos, del pez *F. lima*, en las cuencas de los ríos San Ignacio (A) y La Purísima (B), Baja California Sur, México (Enero 2003 a Julio de 2004).

En la cuenca del Río La Purísima, la diversidad trófica promedio fue similar entre la clase de talla II ($X = 0.48 \pm 0.35$ SD) y III ($X = 0.59 \pm 0.37$ SD) (Prueba t de Student, $t = -0.66$, $p > 0.51$) (Fig. 30).

Epoca del año

La diversidad en Enero 2004 (lluvias) fue similar entre las clases de talla II ($X = 0.48 \pm 0.35$ SD) y III ($X = 0.59 \pm 0.37$ SD) (Prueba t de Student, $t = -0.66$, $p > 0.51$). En Septiembre 2003 (secas), la diversidad trófica promedio fue significativamente diferente entre los meses estudiados (Prueba Anova, $F = 5.34$, $p = < 0.008$), pero similar a nivel de clases de talla I ($X = 0.86 \pm 0.29$ SD), II ($X = 0.78 \pm 0.44$ SD) y III ($X = 0.47 \pm 0.41$ SD) (Fig. 29).

7.7. Amplitud de Nicho Tráfico y Similitud Proporcional

La amplitud de nicho tráfico (NB) durante el periodo de estudio, registró valores altos de 0.09 en la localidad de Poza Larga (Marzo 2004) y de 0.08 en la localidad de San Sabas (Febrero 2003). Sin embargo, los valores bajos que se registran valores de 0.05 en Poza Larga (Septiembre 2003) y 0.08 en Los Corralitos (Febrero 2003).

Por su parte, el índice de similitud proporcional (PSI) con valores altos durante el periodo antes citado fue de 0.65 para la localidad de Poza Larga (Septiembre 2003) y 0.57 para San Sabas (Marzo 2004), mientras que los valores de (PSI) fueron bajos de 0.38 en Poza Larga (Marzo 2004) y 0.19 en Los Corralitos (Marzo 2004).

Epoca del año

La amplitud de nicho tráfico (NB) y similitud proporcional (PSI) de *F. lima* durante el periodo de lluvias (Enero 2004-Marzo 2004) fue 0.074 y 0.055, respectivamente. La combinación de estos valores (NB bajo y PSI alto) indicó una estrategia alimenticia de tipo oportunista, donde los peces tienden a consumir un estrecho repertorio de tipos de presas, mismas que son las más abundantes en el ambiente. En el periodo de secas (Febrero 2003, Septiembre 2003 y Julio 2004) la NB y PSI de este pez presentó de manera respectiva un valor de 0.053 y 0.047, lo cual denota una dieta tipo especialista (NB bajo y PSI bajo). Este comportamiento indica una dieta selecta que se expresa por la

baja correlación registrada entre la proporción de presas consumidas y la proporción de presas en el ambiente.

8. DISCUSIÓN

El pez endémico sudcaliforniano *Fundulus lima* en las dos cuencas hidrológicas aquí estudiadas, presentaron como las presas más importantes en su dieta a las larvas de dípteros, algas filamentosas, ostrácodos, diatomeas y copépodos. Es importante señalar la presencia significativa de granos de arena en su contenido estomacal, lo cual corrobora su hábito sedimentívoro (Alaníz-García, 1995; Alaníz-García et al., 2004). Asimismo, la presencia de dientes puntiagudos, ligeramente largos y curvados en ambas mandíbulas de este pez, les facilita raspar el perifiton presente en el sustrato (Alaniz-García et al., 1995).

En el análisis cuali y cuantitativo de la dieta de *F. lima* en el área estudiada, se encontró una fuerte dominancia por larvas de dípteros (19 %) y algas filamentosas (17 %). El alto predominio de material vegetal en la dieta de esta especie contrasta con la dieta observada en *F. grandis* (Rozas y La Salle, 1990), así como la dieta de otros congéneres como *F. majalis*, *F. heteroclitus* y *F. diaphanus*, los cuales consumen estos artículos en menor proporción (Baker-Dittus, 1978).

En el periodo de lluvia, las larvas de dípteros, algas filamentosas y diatomeas dominaron la dieta; mientras que en el periodo de secas dominaron nuevamente las larvas de dípteros y algas filamentosas, además de ostrácodos. Esta misma composición de dieta ha sido también reportada en *Fundulus grandis*, lo que le confiere ser

considerado un omnívoro (Simpson y Gunter, 1956; Springer y Woodburn 1960; Harrington y Harrington, 1961). Igualmente, la dieta de *F. lima* es concordante con lo reportado por Rakes (1989) para *Fundulus julisia*, la cual consume abundante material vegetal, incluyendo algas filamentosas en primavera. Cabe señalar, la presencia de material íctico en el contenido estomacal, aunque con valores por debajo del 10%.

El espectro trófico del pez *F. lima* en la zona estudiada no mostró diferencias significativas en el tipo, tamaño y proporción de presas consumidas por las tres clases de tallas examinadas (I, <40 mm; II, 40-60 mm; y III, >60 mm). Lo anterior contrasta con lo encontrado por Alaníz-García (1995) para este mismo pez, donde reportó diferencias en la dieta en función de la talla.

Por otro lado, la dieta de *F. lima* fue similar entre localidades de la misma cuenca, como también entre cuencas (todas las localidades combinadas), mostrando en ambos casos un alto consumo de larvas de dípteros (60-70%), algas filamentosas (20-25%) y ostrácodos (20-30%).

En relación a la talla de *F. lima*, las tres clases de talla representadas en las hembras exhibieron preferencias por larvas de dípteros (70-80%), algas filamentosas (30-40%) y ostrácodos (25-35%). La misma tendencia ocurrió en aquéllas de los machos. Lo

anterior contrasta con la dieta observada en *F. grandis* (Rozas y LaSalle, 1990).

La similitud de la dieta del pez *F. lima* entre cuencas (ríos San Ignacio y La Purísima) fue significativa (74.35%). Durante los meses de seca (Febrero 2003, Septiembre 2003 y Julio 2004) y de lluvia (Enero 2004 y Marzo 2004) la similitud alimentaria fue también significativa (75% y 69%, respectivamente), indicando una dieta muy homogénea a través del área de estudio.

El traslape trófico entre clases de talla de *F. lima* durante el periodo de estudio, presentó valores significativamente altos ($\geq 60\%$) entre las tres clases de tallas analizadas (I= <40 mm, II= 40-60 mm, y III = >60 mm), siendo concordante con lo expuesto para esta misma especie por Alaníz-García (1995) y Alaníz-García et al. (2004).

La similitud trófica entre sexos de *F. lima* registró valores no significativos (<60%). Sin embargo, en la cuenca del Río La Purísima, las hembras exhibieron una similitud de 66.63% con los machos de la cuenca del Río San Ignacio.

En relación a la diversidad trófica (por estómago) del pez *F. lima*, ésta fue baja debido a la alta dominancia de larvas de dípteros y algas filamentosas en la dieta. La diversidad trófica a nivel de clase de talla y sexo de esta misma especie, fue concordante con la diversidad de presas en el ambiente. Esto es, la diversidad de presas consumidas

aumentó en función de la mayor disponibilidad de éstas en el ambiente.

En el presente estudio, se encontró que el tamaño de presa consumida por *F. lima* fue independiente de su tamaño de boca. Esta tendencia es congruente con una dieta variada o generalizada de presas de distintos tamaños presentes en el bentos y la columna de agua (McCaskill et al., 1972; Fisher 1981).

La dieta de la especie en cuestión es similar, en parte, con la reportada para *Fundulus olivaceus*, la cual consiste principalmente de artrópodos terrestres como insectos (especialmente dípteros), arañas, isópodos y ciempiés, además de otros artículos como algas filamentosas (Thomerson y Wooldridge, 1970; Petifils, 1986).

Los cambios temporales en la selección de presas por el pez *F. lima*, resultó en una estrategia alimenticia de tipo especialista (NB y PSI bajos) durante el periodo de seca (Febrero 2003, Septiembre 2003 y Julio 2004), y en una de tipo oportunista (NB bajo y PSI alto) en los meses de lluvia (Enero 2004 y Marzo 2004). Estas tendencias concuerdan con lo expuesto por Thomerson y Wooldridge (1970), Atmar y Stewart (1972), Petifils (1986), donde reportan una alimentación oportunista para *Fundulus notatus*, pero difiere con lo propuesto por Alaníz-García (1995) donde reporta que la alimentación de *F. lima* es de tipo generalista.

Un cambio en la estrategia alimentaria del pez *F. lima* sugiere que existe un alto grado de adaptabilidad o plasticidad trófica, donde los peces en cierta época del año tienden a ser oportunistas al consumir aquellas presas más abundantes en el ambiente (Gerking, 1994). Sin embargo, en otras épocas se comportan como especialistas al concentrar el consumo sobre ciertos tipos de presas independientemente de la densidad de éstas en el ambiente (Rachlin et al., 1989).

9. CONCLUSIONES

- 1.- La dieta del pez endémico *F. lima* en la cuenca del Río San Ignacio estuvo compuesta por 19 tipos de presas, mientras que aquella del Río La Purísima por diez.
- 2.- Los principales tipos de presas consumidos por el pez *F. lima* durante el periodo de estudio fueron larvas de dípteros (40%) y de tricópteros (30%).
- 3.- La dieta de *F. lima* fue significativamente similar entre las distintas clases de tallas y sexos.
- 4.- La diversidad trófica de *F. lima* fue diferente entre localidades en la cuenca del Río San Ignacio y Río La Purísima.
- 5.- La diversidad trófica fue estadísticamente similar a nivel de sexos y de tallas en cada cuenca.
- 6.- El tamaño promedio de presas consumidas por el pez *F. lima* fue independientemente del tamaño de su boca.
- 7.- Con base en los valores bajos registrados de amplitud de nicho trófico y de similitud proporcional para *Fundulus lima*, su estrategia

alimenticia para la época de secas correspondió a un especialista, cambiando a una oportunista en la época de lluvias.

10. LITERATURA CITADA

- Alaníz-García, J. 1995. Interacción Trófica entre Dos Especies Ícticas, *Fundulus lima* Vaillant y *Xiphophorus helleri* Heckel, en el Oasis de San Ignacio, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California, México.
- Alaniz-García, J. 1995. Interacción Trófica entre Dos Especies Ícticas Sintópicas, una Nativa (*Fundulus lima*) y otra Exótica (*Xiphophorus helleri*), en el Oasis de San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. 316 p.en: Libro homenaje del Dr. Andrés Reséndez Medina: un ictiólogo mexicano (M.L. Lozano Vilano y A.J. Contreras Balderas, comps.). Universidad Autonoma Nuevo León, Monterrey, México.
- Abarca-González, F. J. 1989. Potential Overlap on Food Habits Between Spikedace (*Meda fulgida*) and Red shiner (*Cyprinella lutrensis*). Thesis Master of Sciences. Arizona States University. 66 p.
- Arriaga-Cabrera, L., y R. Rodríguez-Estrella (eds.). 1997. Los oasis de la península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B.C.S., México.
- Arriaga, L., S. Díaz, R. Domínguez, y J.L. León. 1997. Composición florística y vegetación. Pp. 69-106, en: Los oasis de la península de

Baja California (L. Arriaga y R. Rodríguez Estrella, eds.). SIMAC y CIB-NOR, La Paz, Baja California Sur, México.

Arriaga-Cabrera, L., V. Aguilar-Sierra, y J. Alcocer-Durand. 2000.

Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Axelrod, D. I. 1979. Age and origin of the Sonora Desert vegetation. Occ. Pap. California Acad. Sci., 132:1-74.

Bagenal, T. B. 1978. Methods for assessments of fish production in freshwater. I.B.P., Handbook No.3, Blackwell Scientific Publication, Oxford. 365 p.

Baker-Dittus, A.M. 1978. Foraging patterns of three sympatric killifish. Copeia, (3):383-389.

Camarena-Rosales, F. 1999. Relaciones Filogeográficas entre especies y subespecies de *Fundulus* (Pises: Fundulidae) de la Península de Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Marinas, Instituto de Investigaciones Oceanológicas. 88 Pp.

Camarena-Rosales, F. 2001. Estudio de la variabilidad genética de *Fundulus lima* y sus relaciones filogeográficas con otros fundúlidos (Pisces: Fundulidae) de la Península de Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. 105 Pp.

- Contreras-Balderas, S. 1987. New records and notes of exotic fishes in Northeastern, Mexico. Proc. Desert Fishes Council, 16:46-49.
- Deacon, J. E., y P. Greger. 1987. Distribución de alimentación entre los peces del Río Virgen en Nevada. Proc. Desert Fishes Council, 16:43-44.
- Delgadillo, R. J. 1995. Introducción al conocimiento bioclimático, fitogeográfico y fitosociológico del suroeste de Norteamérica (Estados Unidos y México). Tesis de Doctorado. Universidad de Alcalá de Henares. España. pp. 113-115.
- Espinoza-Pérez, H. y J. L., Castro-Aguirre. 1996. A new freshwater clingfish (Pisces: Gobiesocidae) from Baja California Sur, México. Bull. South. Cali. Acad. Sci., 95:120-126.
- Evermann, B. W. 1908. Description of a new species of trout (*Salmo nelsoni*) and a new cyprinodont (*Fundulus meeki*) with notes of other fishes from lower California. Proc. Biol. Soc. Washington, 21:19-30.
- Fatmar, G. L., y K. W. Stewart. 1972. Food, Feeding selectivity and ecological efficiencies of *Fundulus notatus* (Cyprinodontidae). American Midland Naturalist. 88(1):76-89.
- Fisher, J. W. 1981. Ecology of *Fundulus catenatus* in three Interconnected stream Orders. Amer. Midl. Nat. 106(2):372-378.

- Follett, W. I. 1960. The fresh-water fishes-their origins and affinities. Symposium on the biogeography of Baja California and adjacent seas. Syst. Zool., 9:212-232.
- Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press. 415 p.
- Griffith, R. W. 1974. Environment and salinity tolerance in the genus *Fundulus*. Copeia, 1974(2):319-331.
- Grismer, L. L., y J. A. McGuire. 1993. The oases of Central Baja California, Mexico. Part I. A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of the oases. Bull. So. Cal. Acad. Sci., 92:224.
- Gunning, G. E, y W. M. Lewis. 1955. The fish population of a spring-fed swamp in the Mississippi bottoms of southern Illinois. Ecology 36(4):552-558.
- Harrington, R. W., y E. S. Harrington. 1961. Food selection among fishes invading a high subtropical salt marsh from on set of flooding through the progress of an mosquito brood. Ecology 42(4):646-656.
- Hubbs, C. L., y K. F. Lagler. 1958. Fishes of the Great Lakes region. Cranbrook Inst. Sci. Bull., No. 26, 213 p.
- Keast, A., y D. Webb. 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. J. Fish. Bd. Can., 25:1845-1874.

- Kilby, J. D. 1955. The fishes of two Gulf Coastal marsh areas of Florida. Tulane Stud. Zool. 2(8):175-247.
- Lee, D. S., C. R. Gilbert, C. H. Hocutt, R. E. Jenkins, D. E. McAllister and, y J. R. Stauffer, Jr. 1980. Atlas of North American Freshwater Fishes Raleigh: North Carolina State Museum of Natural History.
- Nelson, E. W. 1921. Lower California and its natural resources. Memoirs of the National Academy of Sciences, 16:1-194.
- Mayden R. L., B.M. Burr, L. M. Page, and R. R. Miller, 1992. The native freshwater fishes of North America. Pp. 827-863 In R.L. Mayden (ed.). *Systematics, historical ecology, and North American freshwater fishes*. Stanford University Press, Stanford, CA.
- McCafferty, W. P. 1983. Aquatic entomology. Jones and Bartlett Publishers, Inc. Boston. 427 p.
- McCaskill, M. L., J. E. Thomerson, and P. R. Mills. 1972. Food of the northern studfish, *Fundulus catenatus*, in the Missouri Ozarks. Trans. Amer. Fish. Soc. 101:375-377.
- Miller, R. R. 1968. Records of some native freshwater fishes transplanted into various waters of California, Baja California, and Nevada. Calif. Fish and Game, 54:170-179.
- Miller, D. J., y R. N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Cal. Fish and Game, Fish. Bull. 157: 1-235.

- Myers, G. S. 1930. The killifish of San Ignacio and the stickleback of San Ramon, lower California. *Proc. California Acad. Sci.* 4, 19(9):95-104.
- Moran, R. 1977. Palms in Baja California. *Environment Southwest*, 478:10-14.
- Parenti, L. R. 1981. A Phylogenetic and Biogeographic Analysis of Cyprinodontiform Fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 168:335-3557.
- Parenti, L. R. 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 168(4):335-557.
- Pennak, R. W. 1978. Fresh water invertebrates of the United States. Segunda Edicion. John Wiley and Sons, New York.
- Petitfils, L. E. 1968. Ecological relationships among members of the *F. notatus* species complex. Master's Thesis, Univ. New Orleans, New Orleans.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley and Sons, New York.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant, y I. L. Iverson. 1971. Food habitats of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Cal. Dept. Fish and Game, Fish. Bull.*, 152:1-105.
- Rachlin, J.W., B.E. Warkentine, y A. Papantoniou. 1989. The use of niche breadth and proportional similarity in feeding to stipulate

- resource utilization strategies in fish. *Journal of Freshwater Ecology*, 5: 103-112.
- Rakes, P.L. 1989. Life history and ecology of the Barrens topminnow, *Fundulus julisia* Willians & Etnier (Pisces, Fundulidae). M. S. Thesis, Univ. Tenn., 64 p.
- Relyea, K. 1983. A systematic study of two species complexes of the genus *Fundulus* (Pisces: Cyprinodontidae). *Bull. Fla. St. Mus., Biol. Sci.* 29(1):1-64.
- Rinne, J. N., y W. L. Minckley. 1991. Native fishes of arid land: A dwindling resource of the desert Southwest. Gen Tech, Rep. RM-206. Ft. Collins, CO: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. p 45.
- Rozas, L. P., y M. W. LaSalle. 1990. A comparison of the diets of Gulf killifish, *Fundulus grandis* Baird and Girard, entering and leaving a Mississippi bracksh marsh. *Estuaries*, 13(3):332-336.
- Ruiz-Campos, G., Castro-Aguirre, J. L., Contreras-Balderas, S., Lozano-Vilano, M. L., González-Acosta, A. F. y Sergio Sánchez-González, S. 2000. An annotated distributional checklist of the freshwater fish from Baja California Sur, México. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12:143-155.
- Ruiz-Campos, G., y S. Contreras-Balderas. 1987. Ecological and zoogeographical check-list of the continental fishes of the Baja

- California peninsula, México. Proc, Desert Fishes Council, 17:105-117.
- Ruiz-Campos, G., S. Contreras-Balderas, M. L. Lozano-Vilano, S. Gonzáles-Guzmán, y J. Alaníz-García. 2000. Ecological and distributional status of the continental fishes of northwestern Baja California, México. Bull Southern California Acad. Sci., 99(2):59-90.
- Ruiz-Campos, G. 2000. Threatened fishes of the world : *Fundulus lima* Vaillant, 1894 (Fundulidae). Environmental Biology of Fishes, 59:20.
- Ruiz-Campos, G., y A. Varela-Romero. 2003. Estatus de conservación de los peces dulceacuícolas del PROY-NOM-059-Ecol-2000 en el noroeste de México: Sonora y Baja California. Ficha técnica, proyecto W028, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Ruiz-Campos, G., F. Camarena-Rosales, S. Contreras-Balderas, C.A. Reyes-Valdez, J. De La Cruz-Agüero, y E.Torres-Balcazar. 2006. Distribution and abundance of the engangered killifish, *Fundulus lima* (Teleostei: Fundulidae), in oases of central Baja California peninsula, México. The Southwestern Naturalist, 51(4) (En Prensa).
- Sánchez-Gonzáles, S., G. Ruiz-Campos, y 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.
- Schoener, T. W. 1970. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. Ecology, 51:408-418.
- SEMARNAT, 2002. Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOMPA-CRN-001/02, que determina las especies de flora y fauna silvestre terrestres y acuáticas, raras, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción y las sujetas a protección especial. Diario Oficial. Agosto 1993. p 12-32.
- Sigler, W. F., and R. R. Miller. 1963. Fishes of Utah. Salt Lake City: Utah Department of Fish and Game.
- Simpson, P. G., y G. Gunter. 1956. Notes on habitats, saltwater Cyprinodontes. Tulane Stud. Zool. 4(4):115-134.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1981. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. Segunda edición. W. H. Freeman & Company, New York.
- Springer, V.G.; K.D Woodburn. 1960. An ecological study of the fishes of the Tampa Bay area. Fla. State Board Conserv. Mar. Lab. Prof. Pap. Ser. No. 1. 104 p.
- Thomerson, J. E., y D. P. Wooldridge. 1970. Food habits of allotopic and syntopic populations of the topminnows *Fundulus olivaceus* and *Fundulus notatus*. Amer. Midl. Nat., 84(2):573-576.

- Turner, R. M., y D. E. Brown. 1982. Sonoran desert scrub. En: Biotic communities of the American Southwest-United States and México (D.E. Brown, ed). Desert Plants, 4(4-1):181-221.
- Wallace, R. K., Jr. 1981. An assessment of diet-overlap indexes. Trans. Amer. Fish. Soc., 110: 72-76.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press, Stanford .
- Zaret, T. M., y A. S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. Ecology, 52:336-342.