



Ecología alimentaria de *Fundulus zebrinus* (Cyprinodontiformes: Fundulidae) en dos arroyos del Área Natural Protegida Cañón de Santa Elena, Chihuahua, México

Biol. Daisy Marina Cuevas Ortalejo  
Dra. Ana Gatica Colima  
Dr. Gorgonio Ruiz Campos





# INTRODUCCIÓN

## ALIMENTACIÓN DE *F. ZEBRINUS*

Primordialmente carnívoro, consume algas filamentosas así como sedimentos y diversos desechos.



**Chironomidae**



**Copepoda**



**Ceratopogonidae**



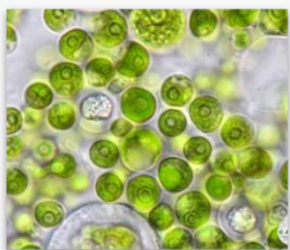
**Nematoda**



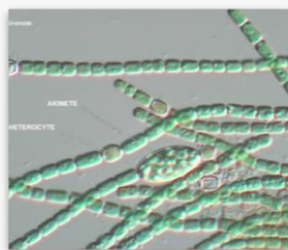
**Ostracoda**



**Cladocera**



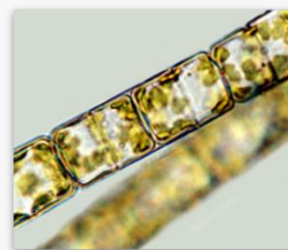
**Chlorococcum**



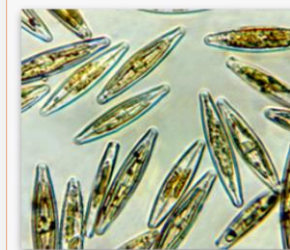
**Anabaena**



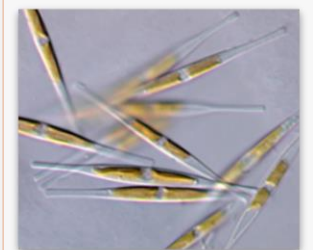
**Chroococcus**



**Melosira**



**Navicula**



**Nitzschia**

.(Minckley and Klaassen, 1969; Echelle *et al.*, 1971; Echelle *et al.*, 1972; Rabe *et al.*, 1973)

# INTRODUCCIÓN

## DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT



Ambientes lénticos someros con fondos blandos (arcilla, limo y cieno) y ambientes lóticos con fondos de arena y grava.

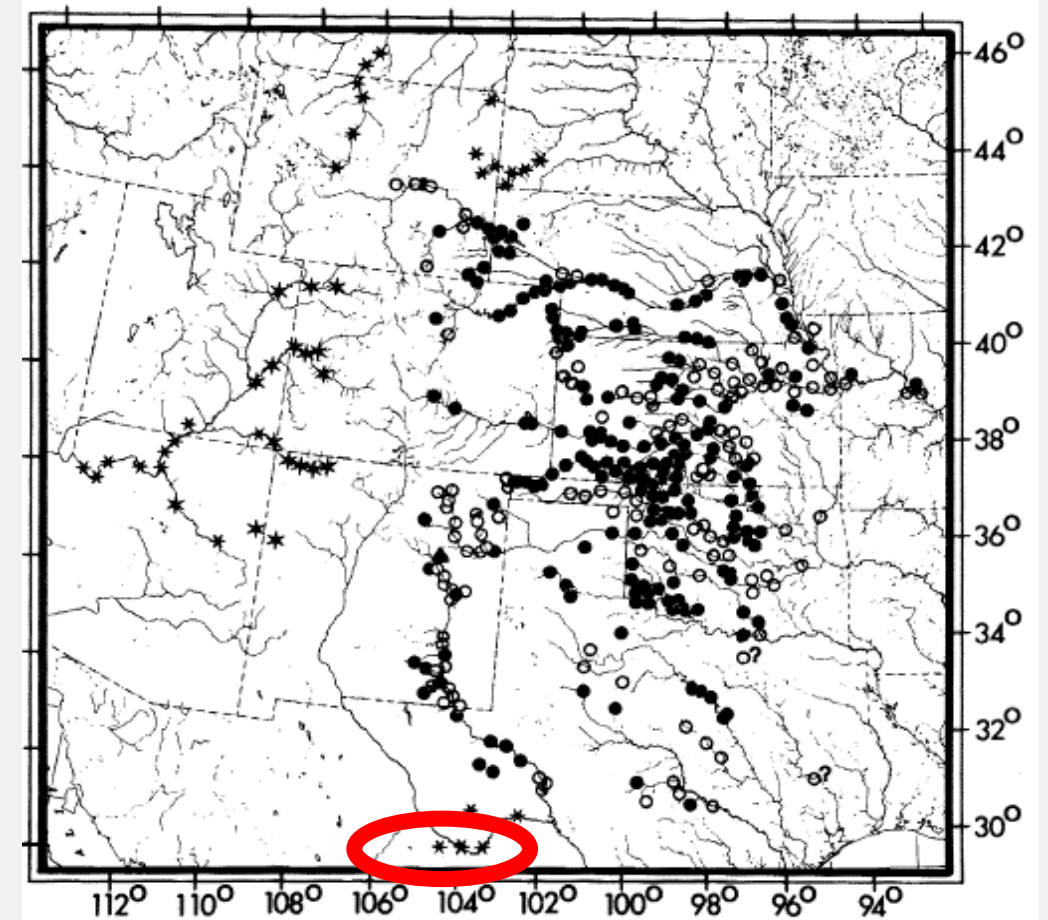


Figura 1. Distribución de *F. zebrinus*. Círculos sólidos – localidades muestreadas en el estudio. Círculos abiertos – localidades donde previamente se ha documentado su presencia. Estrellas – introducciones conocidas.



# INTRODUCCIÓN

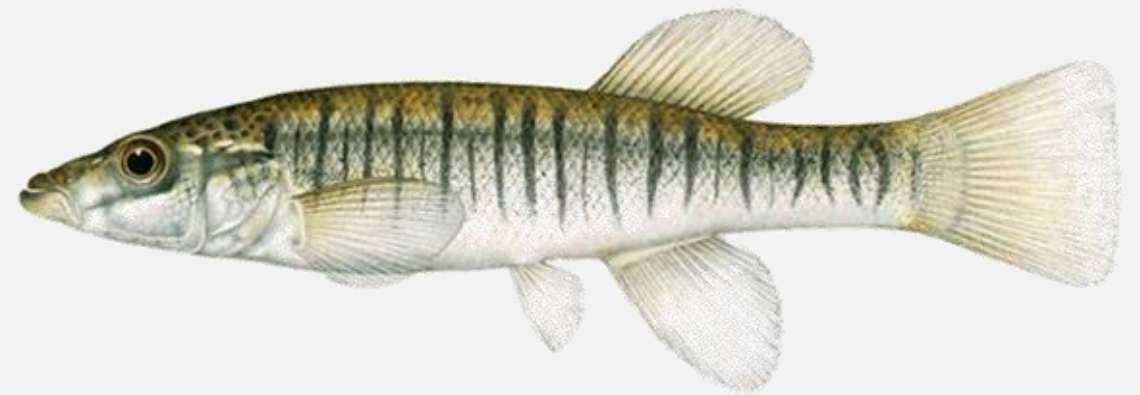


En la red hidrológica del ANP, habita fauna nativa que se ha visto en declive o desplazada por las especies introducidas.

Recientemente, se ha documentado su presencia en los arroyos del ANP Cañón de Santa Elena.

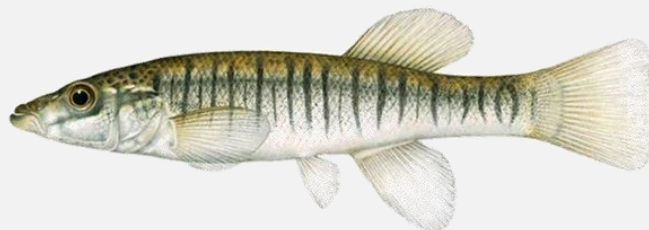
## OBJETIVO GENERAL

- Analizar la ecología alimentaria de *Fundulus zebrinus* en dos arroyos del Área Natural Protegida Cañón de Santa Elena.



## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la alimentación de la sardinilla cebrada mediante el análisis del contenido estomacal e intestinal.
- Determinar la variedad de presas en la dieta de los peces en por estaciones (verano y otoño) y sexos.
- Establecer el valor de importancia relativa de cada taxón presa por estaciones (verano y otoño) y sexos.
- Comparar las dietas por sitio, estación y sexo mediante el índice de Traslape de Nicho Trófico de Schoener.



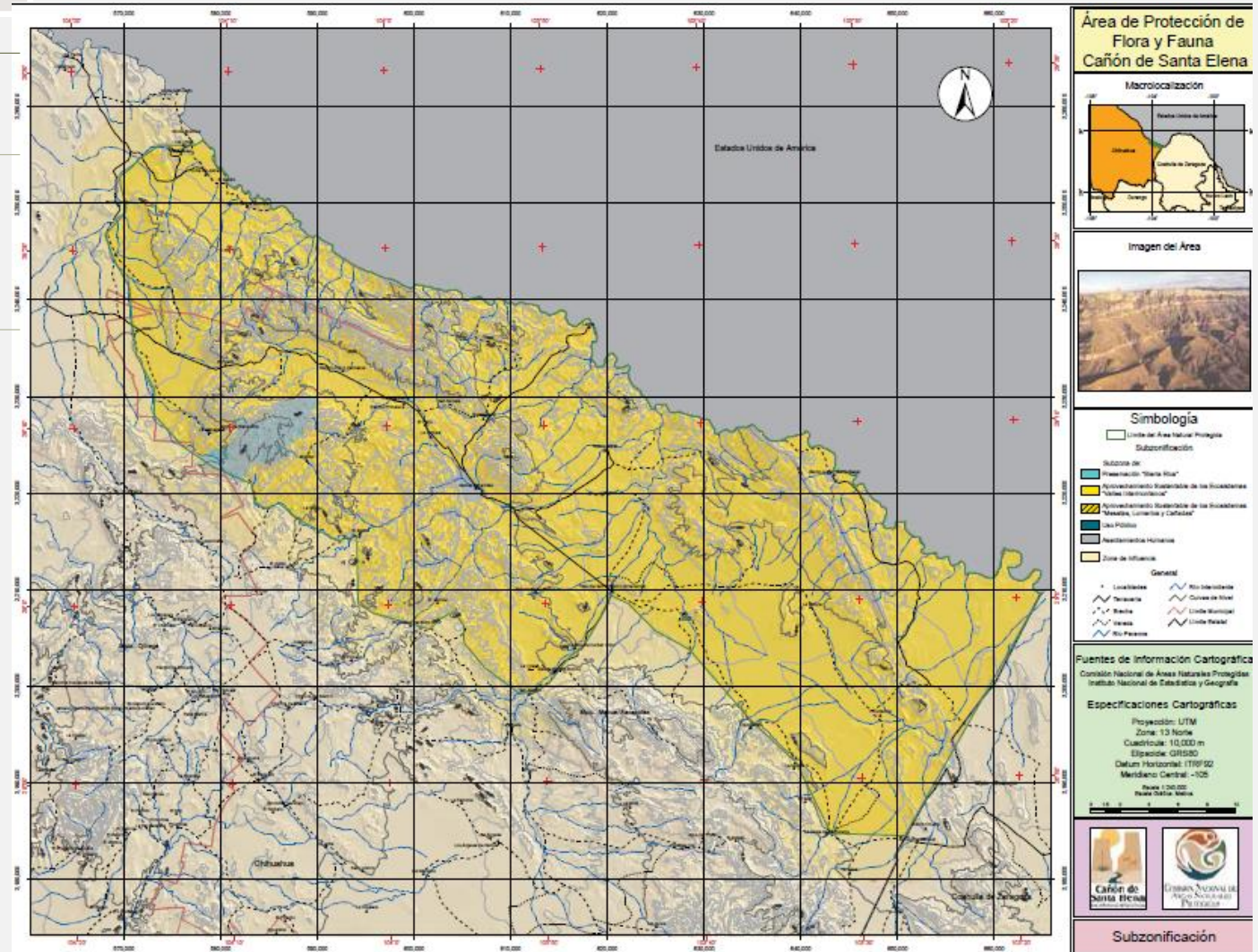
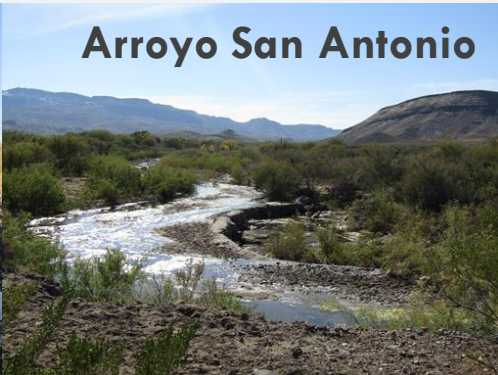


# MÉTODO. ÁREA DE ESTUDIO

Posee una superficie de 277,209-72-12.5 ha

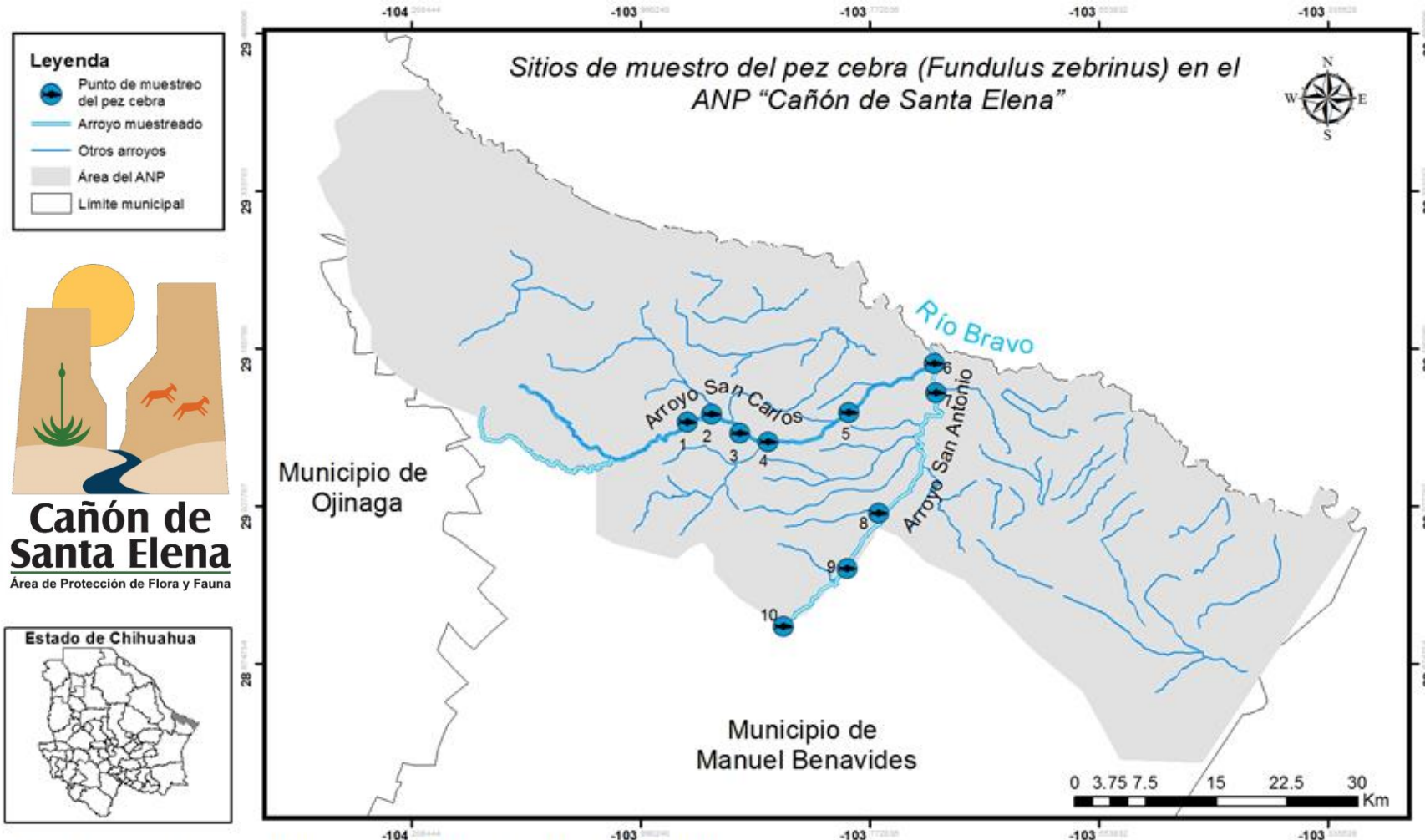
Región Hidrológica No. 24 Bravo-Conchos (RH24)

El arroyo San Carlos y San Antonio forman parte de la subcuenca hidrológica de San Carlos





# MÉTODO. TRABAJO DE CAMPO



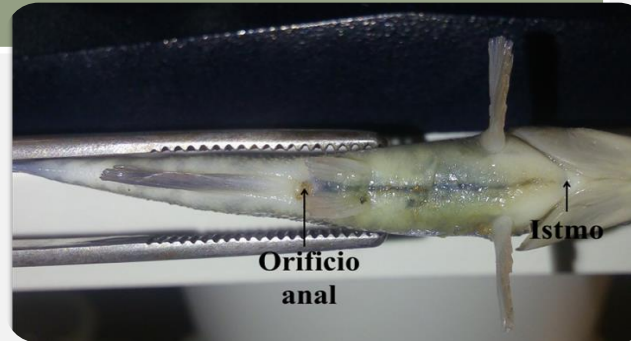


# TRABAJO DE LABORATORIO

80 individuos fueron medidos y sexados.



Se les realizó un corte desde el istmo hasta el orificio anal.



El contenido fue vaciado en una caja petri, con el uso de agujas de disección y pinzas.



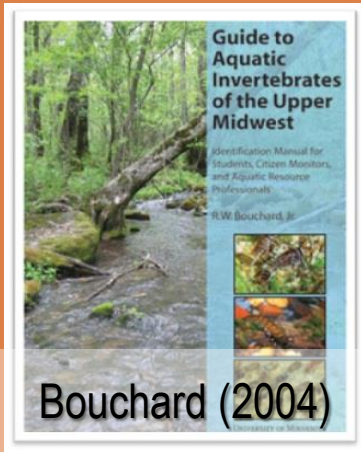
Cada uno de las presas observadas, se guardaron en tubos con glicerina y alcohol al 96% (1:3).



El contenido se observó bajo estereoscopio y microscopio óptico (X 100, X 400).



# Determinación taxonómica con el uso de claves dicotómicas.



Bouchard (2004)



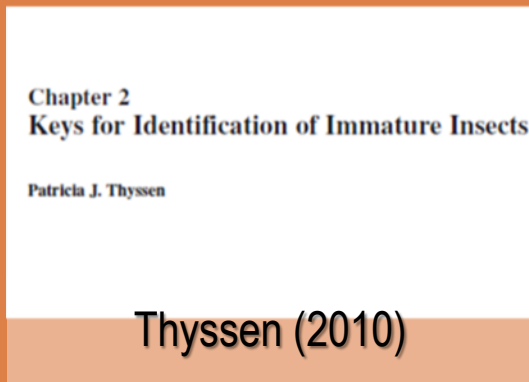
Flowers y de la Rosa (2010)



Ramírez (2010)



Springer (2010)



Thyssen (2010)



ALEJANDRO PALMA  
Palma (2013)



UC.cl (2017)



Waterbugkey.vcsu (2017)



# ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Frecuencia de aparición (% FA)  
Abundancia numérica (% N)  
Volumen aparente (% VA)  
(Hyslop, 1980)

Índice de Importancia Relativa  
(% IRI; Pinkas *et al.*, 1971)

Para establecer tipos de presas:

**Preferenciales:** valor de % IRI acumulado llega al menos al 50% del total.

**Secundarias:** valor de % IRI acumulado alcanza, al menos, el 75 % del total.

**Accidentales:** presas restantes hasta alcanzar el 100 % del total.

Índice de Traslape de Nicho Trófico de Schoener (Schoener, 1970; Wallace, 1981)

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

Valores < a 0.6 (60%) indican traslape  
(Zaret y Rand, 1971)

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Sitios de muestreo	Estaciones	LT (mm) $\pm$ DE	Número de machos	Número de hembras
<b>Arroyo San Carlos</b> n = 40	Verano	48.85 $\pm$ 7.62	12	8
	Otoño	50.40 $\pm$ 5.40	12	8
<b>Arroyo San Antonio</b> n = 40	Verano	52.85 $\pm$ 6.92	10	10
	Otoño	49.15 $\pm$ 5.94	10	10



## RESULTADOS DIETA GENERAL

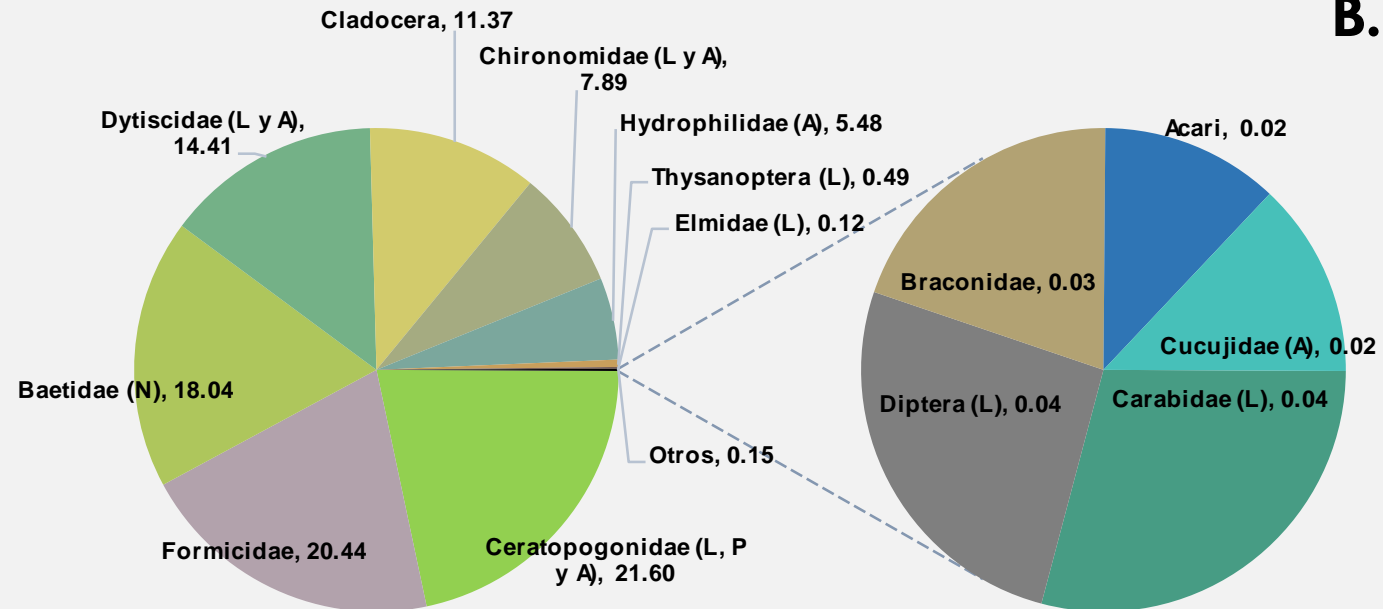
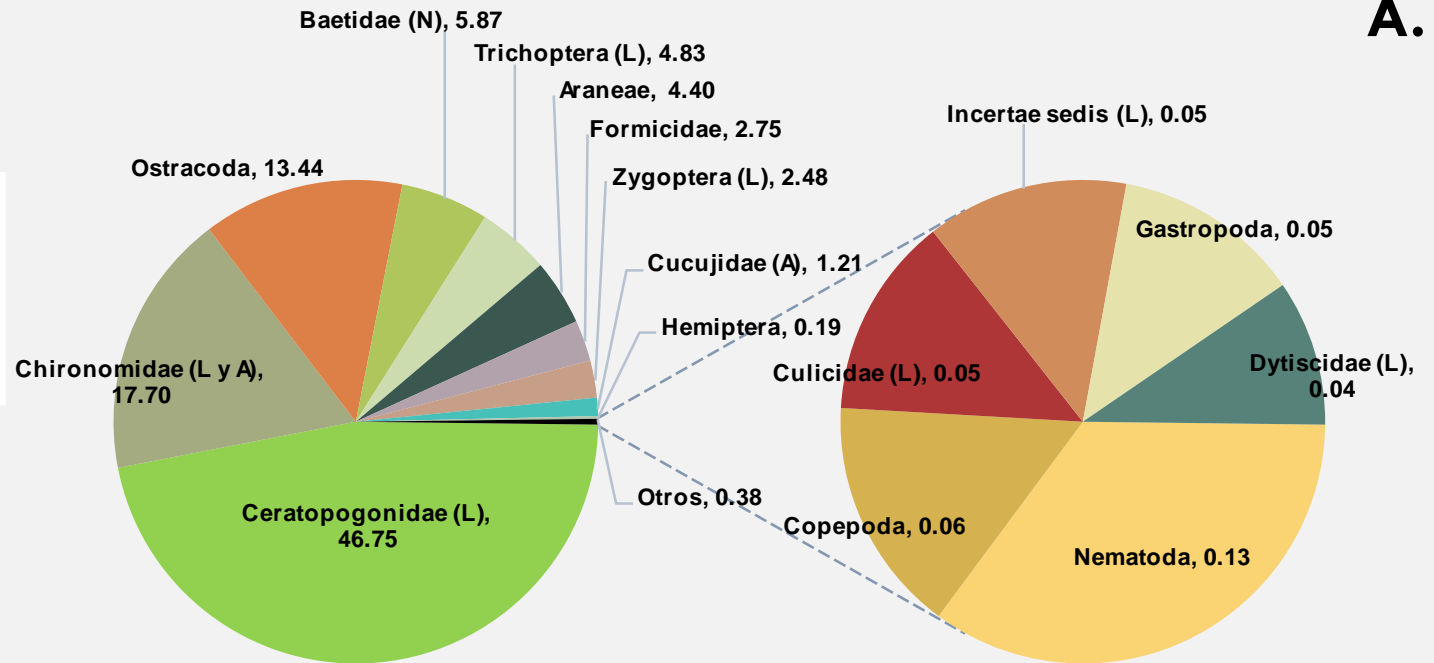
- Arroyo San Carlos (A)

Se obtuvo un total de 284 presas pertenecientes a ocho órdenes y siete familias con una frecuencia total de 98 y un volumen total de 494.79 mm<sup>3</sup>.

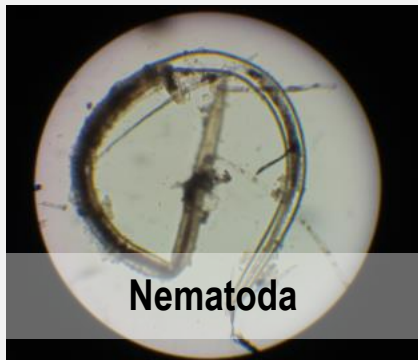
- Arroyo San Antonio (B)

Se obtuvo un total de 286 presas que forman parte de cinco órdenes y once familias con una frecuencia total de 103 y un volumen total de 528.68 mm<sup>3</sup>.

(Minckley y Klaassen, 1969; Echelle *et al.*, 1972)



Minckley y Klaassen (1969) encontraron que los peces tienen una tendencia a consumir presas del orden Ephemeroptera, aunque ellos no determinaron las presas a nivel de familia.



**Nematoda**



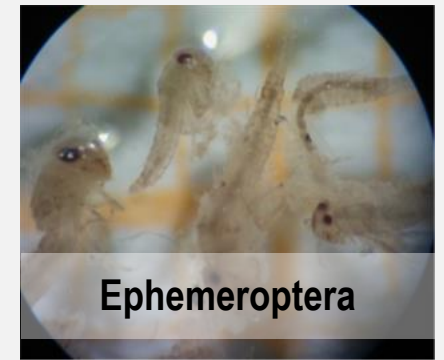
**Gastropoda y  
Ostracoda**



**Copepoda**



**Zygotera**



**Ephemeroptera**



**Ceratopogonidae**



**Chironomidae**



**Coleoptera**



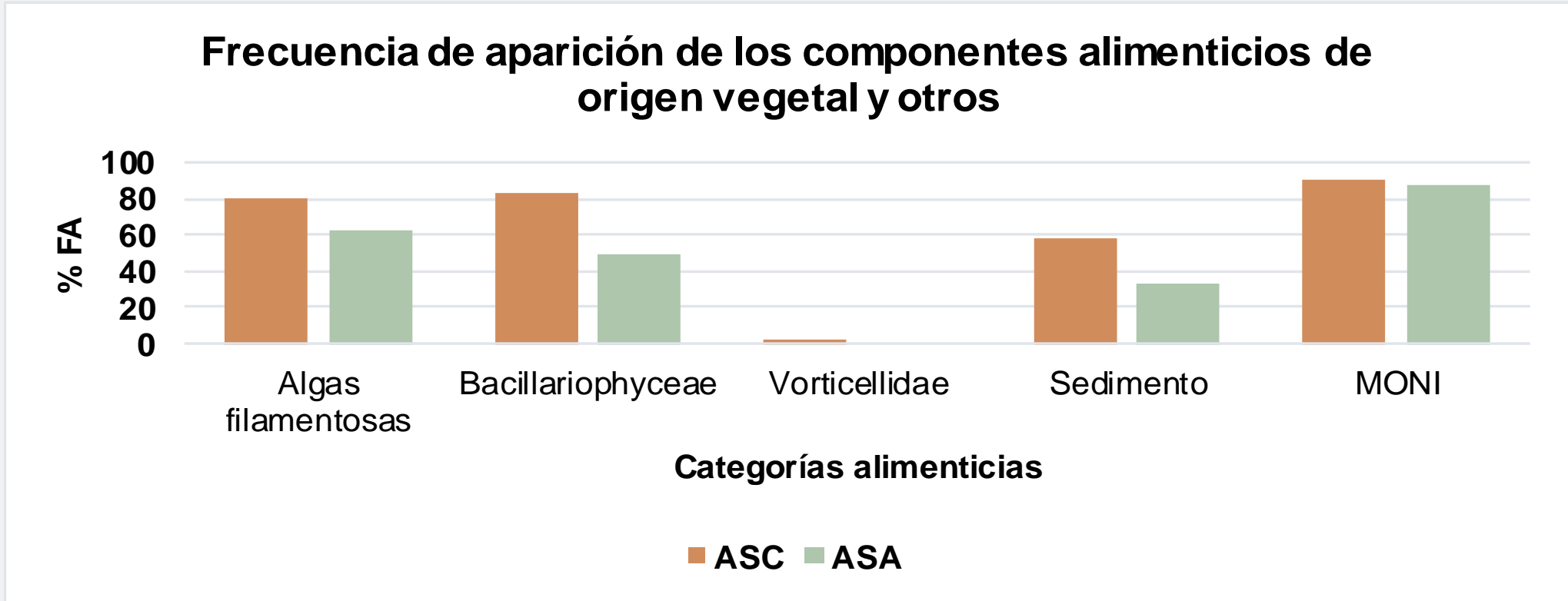
**Formicidae**

Son grupos taxonómicos que coinciden con lo que Echelle *et al.*, (1972) observaron en los ejemplares que estudiaron.



- En las muestras de ambos arroyos, se encontró que los peces consumen algas filamentosas, diatomeas (Bacillariophyceae), sedimento y material orgánico no identificable (hojas, partes de insectos, granos de arena).

Echelle *et al.*, (1972), registró el consumo de arena, material orgánico no identificable y algas filamentosas. **El consumo de sedimento indica que no solo busca alimento en la superficie, sino también en el bentos (Rahel y Thel, 2004).**



# RESULTADOS

## DIETA ESTACIONAL EN 2017

### Arroyo San Carlos

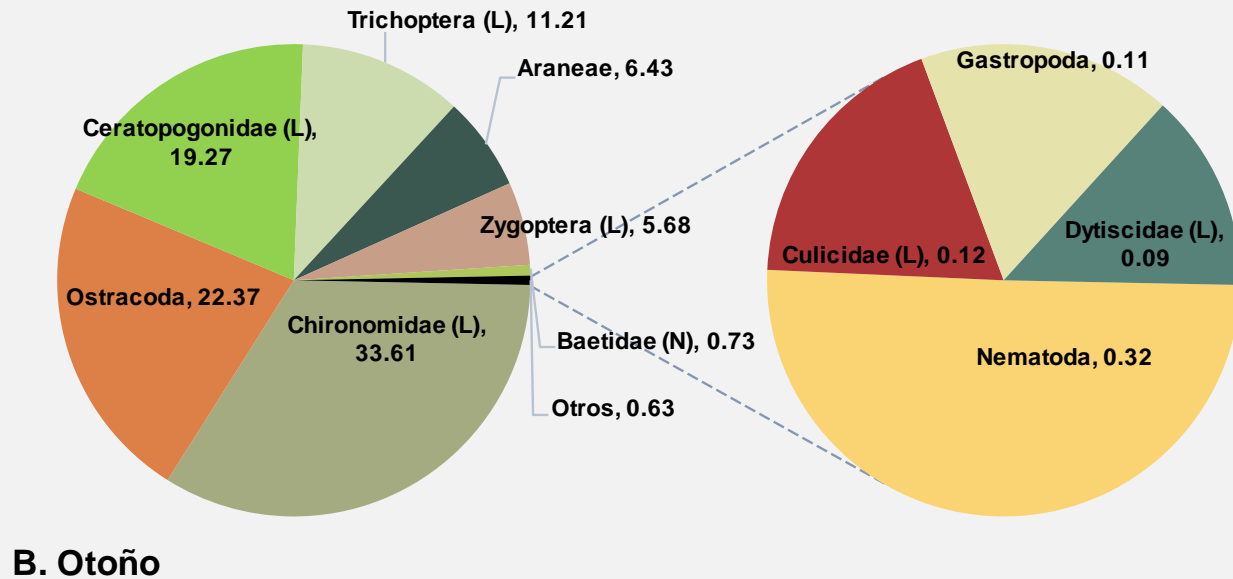
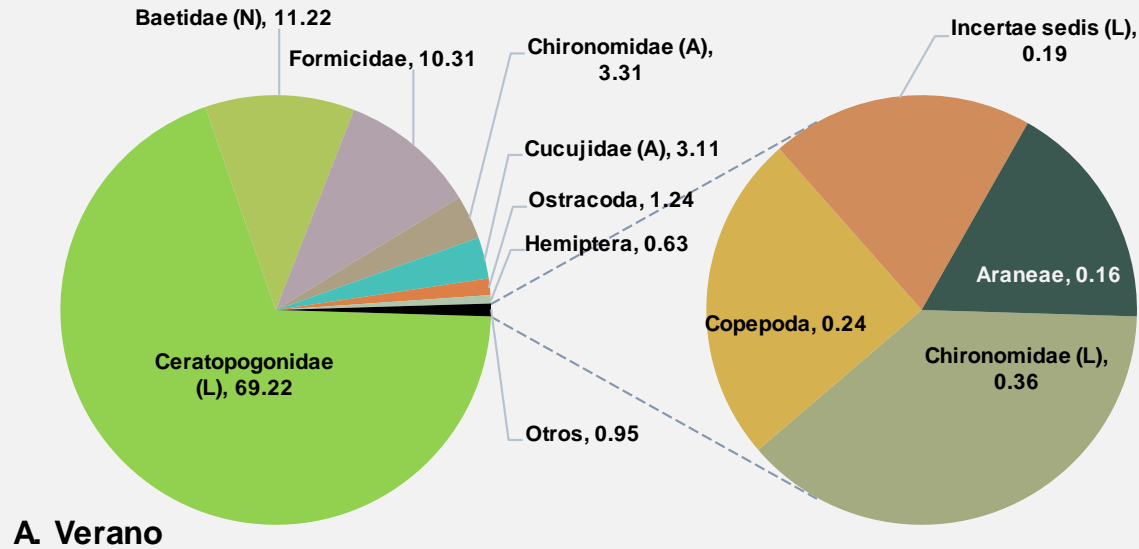
- **Verano**

Se obtuvieron 125 presas de diez taxones, siendo Ceratopogonidae la presa preferencial: (% FA = 50; % N = 55.20; % VA = 22.04 %).

- **Otoño**

Los peces consumieron 158 presas de once taxones, donde Chironomidae (% FA = 70; % N = 29.56; % VA = 10.25) y Ostracoda (% FA = 25.16; % N = 60; % VA = 5.75) quedaron como presas preferenciales.

Porcentaje de IRI estacional de los taxones presa del ASC



# Arroyo San Antonio

- Verano**

Se obtuvieron 102 presas pertenecientes a once taxones.

Familia Formicidae (% FA = 55; % N = 27.45; % VA = 39.82)

Ceratopogonidae (% FA = 60; % N = 36.27; % VA = 4.10)

- Otoño**

Se obtuvieron 198 presas en nueve taxones.

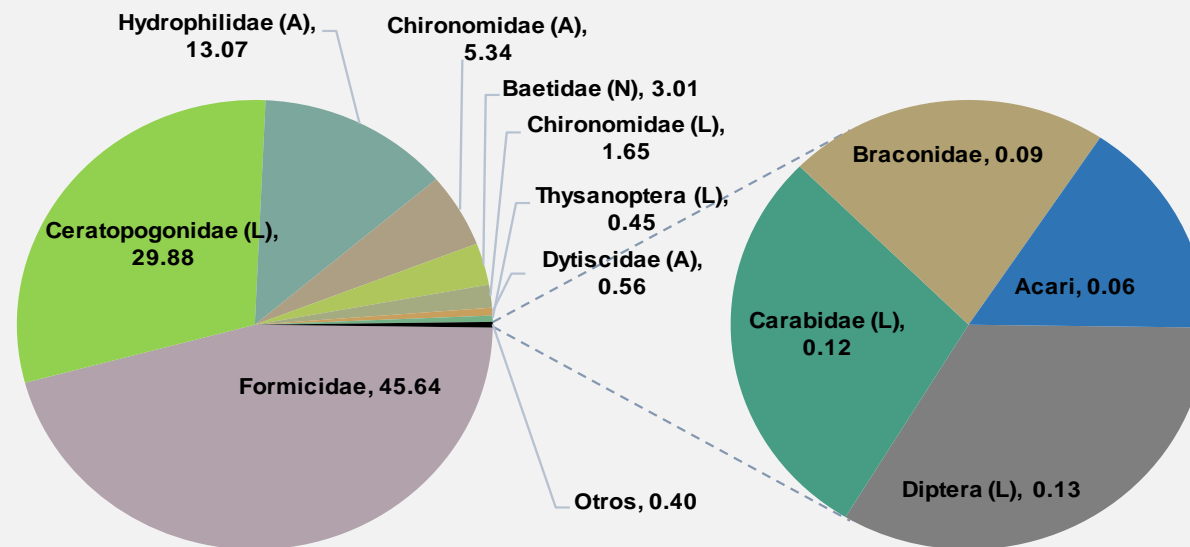
Dystiscidae (% FA = 55; % N = 18.18; % VA = 43.82)

Baetidae (% FA = 55; % N = 22.73; % VA = 30.27)

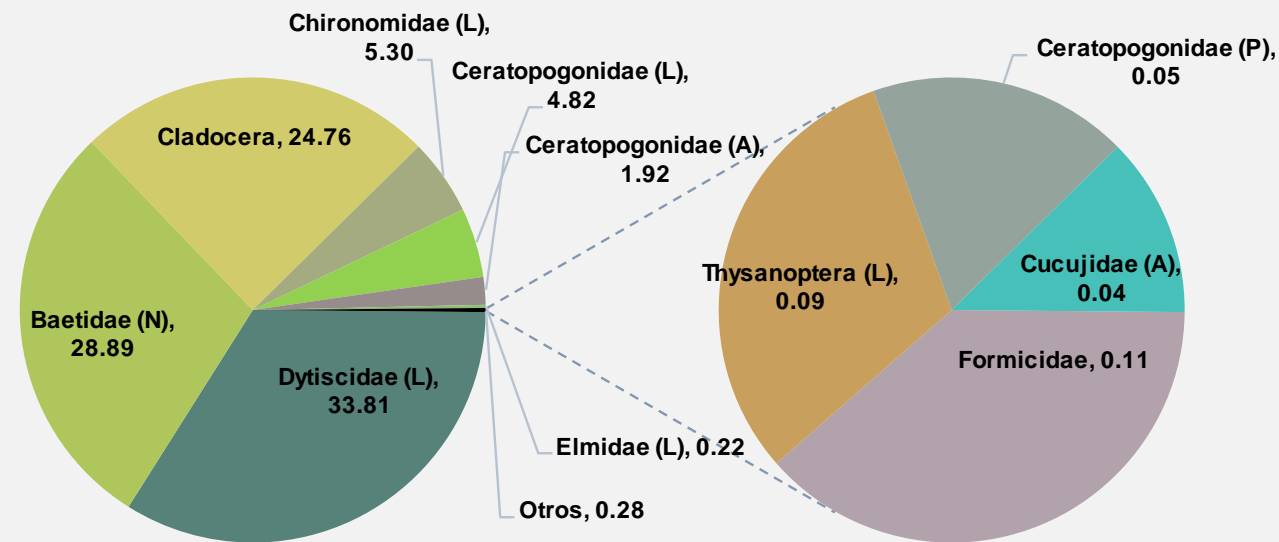
(Alaníz-García *et al.*, 2004; Nieva *et al.*, 2010).

*F. lima*, *F. persimilis*, *F. grandis* y *F. heteroclitus* (Rozas y LaSalle, 1990; Alaníz-García *et al.*, 2004; McMahon *et al.*, 2005; Álvarez Fuentes, 2016; Vaughan *et al.*, 2016).

Porcentaje de IRI estacional de los taxones presa del ASA



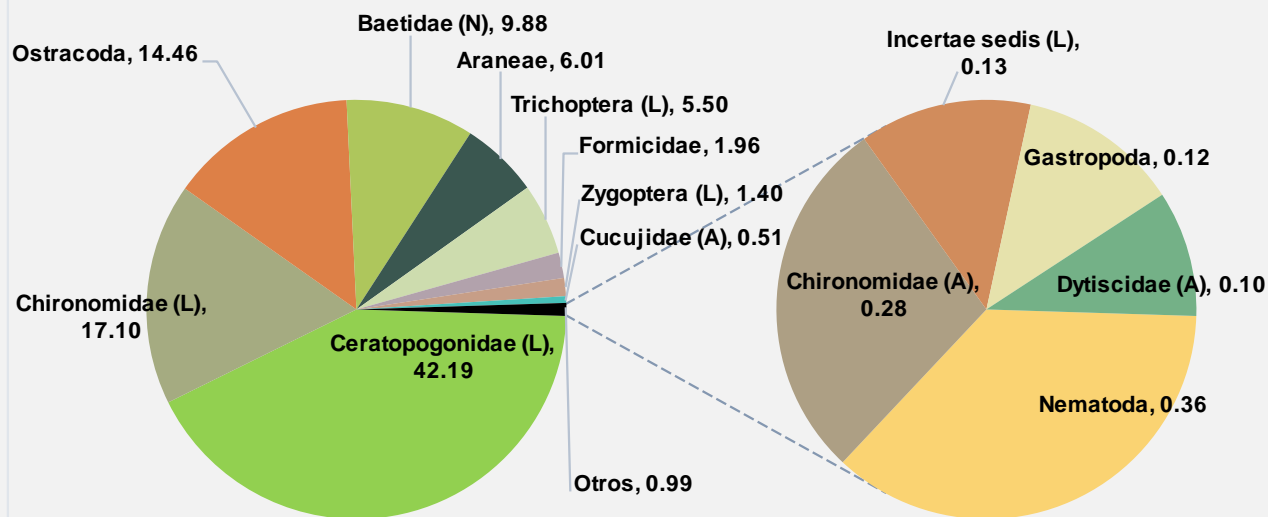
A. Verano



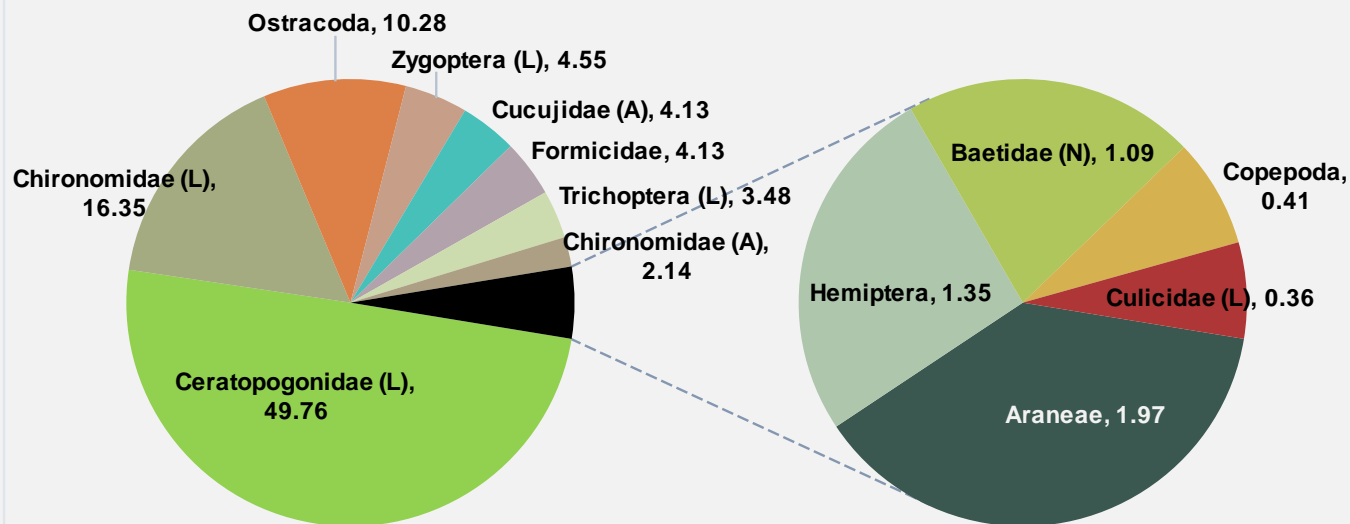
B. Otoño



### Porcentaje de IRI de los taxones presa por sexos en el ASC



A. Machos



B. Hembras

## RESULTADOS DIETA POR SEXOS

- Se analizaron 24 machos que consumieron 165 presas en trece taxones y 16 hembras con 119 presas en doce taxones.
- Ambos taxones fueron determinados como presas preferenciales en ambos sexos.

### Ceratopogonidae (L)

Machos: % FA = 30.91; % N = 62.50; % VA = 8.50

Hembras: % FA = 43.75; % N = 42.86; % VA = 16.95

### Chironomidae (L)

Machos: % FA = 41.67; % N = 17.50; % VA = 6.38

Hembras: % FA = 37.50; % N = 16.81; % VA = 6.12

- Se analizaron 20 machos y 20 hembras del arroyo San Antonio.

- Machos (n = 20)**

Consumieron 155 presas distribuidas en trece taxones.

Cladocera (% FA = 45; % N = 30.42; % VA = 1.37)

Formicidae (% FA = 30; % N = 7.74; % VA = 30.66)

Ceratopogonidae (% FA = 40; % N = 18.06; % VA = 3.70)

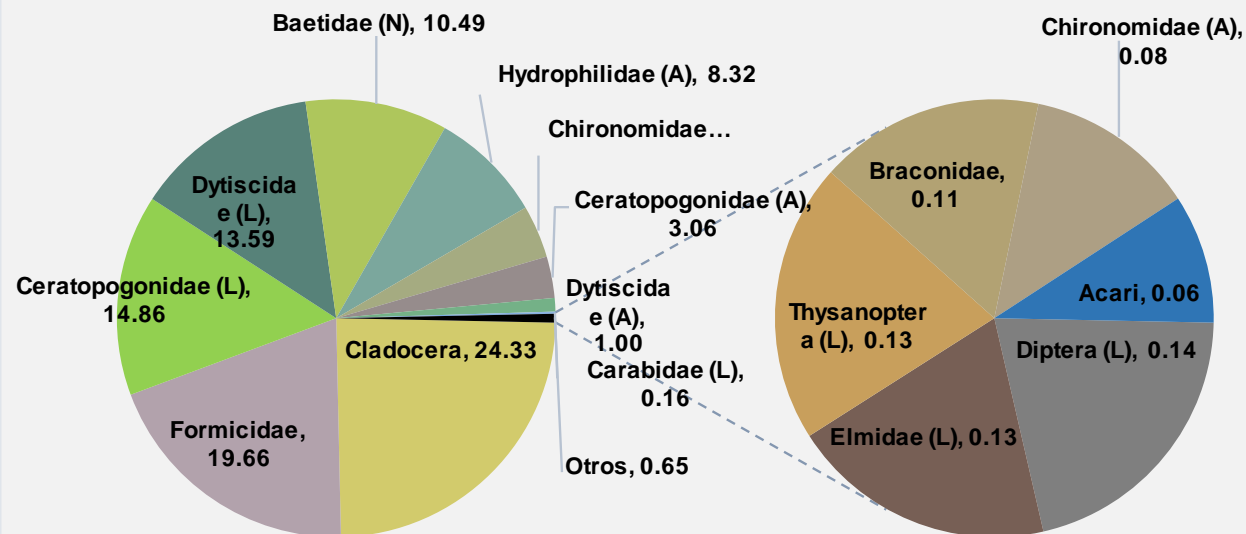
- Hembras (n = 20)**

Se observaron 145 presas de diez taxones.

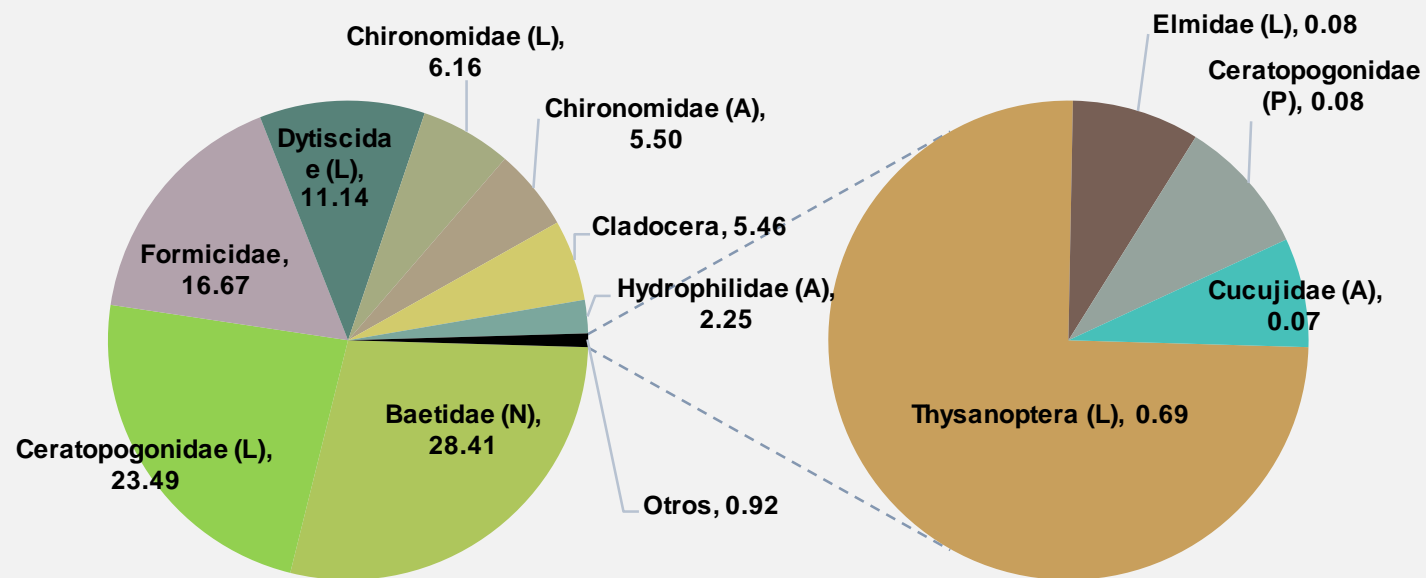
Baetidae (% FA = 40; % N = 26.21; % VA = 17.33)

Ceratopogonidae (% FA = 55; % N = 20.69; % VA = 5.49)

### Porcentaje de IRI de los taxones presa por sexos del ASA




**A. Machos**




**B. Hembras**

Algunos invertebrados terrestres quedan más accesibles para los peces en temporada de lluvias, ya que el área del cauce aumenta esplazandolos (Angermeier y Karr, 1983).



Otro aspecto que influye es el aspecto de "deriva" de los invertebrados, ya que los peces los consumen cuando buscan alimento en la superficie donde pueden caer accidentalmente o por migración de alguna rama (Gutiérrez-Garaviz *et al.*, 2016).

El consumo de larvas es algo que ya se ha observado en otros trabajos (Hartley, 1948; Hynes, 1950; Sánchez-Hernández *et al.*, 2012)



Así como la preferencia de los peces por las larvas del orden Diptera (Nieva *et al.*, 2010).



	$\alpha$ (%)
ASC vs ASA	91.05
ASC (verano vs otoño)	77.59
ASA (verano vs otoño)	73.28
ASC (machos vs hembras)	98.97
ASA (machos vs hembras)	95.75

## TRASLAPE TRÓFICO

**El traslape trófico entre estaciones y sexos fue significativo con valores mayores al 60%** (Zaret y Rand, 1971). Esto en relación con el índice de importancia relativa.

Se ha demostrado que a nivel de congéneres y especie de *Fundulus*, existe traslape de dietas (Baker-Dittus, 1978; Alaníz-García *et al.*, 2004). **El traslape de dietas entre las poblaciones aumenta significativamente cuando hay abundancia de alimento** (Zaret y Rand, 1971).

## CONCLUSIONES

- La población de la sardinilla cebra muestreada en el ANP Cañón de Santa Elena es una especie que consume presas principalmente de origen animal, pero que llega a consumir presas de origen vegetal, ya sea deliberadamente o por la disponibilidad de ese alimento en ciertas épocas.
- En ambos sitios de muestreo, los peces analizados consumieron más presas en otoño que en verano (ASC: 158 vs 125; ASA: 198 vs 102). Así como los machos, consumieron más presas que las hembras (ASC: 165 vs 199; ASA: 155 vs 145).
- En el presente estudio, la sardinilla cebra *F. zebrinus*, presenta preferencia por las presas del orden Diptera, variando entre las familias Ceratopogonidae y Chironomidae.
- Entre los nuevos taxones registrados en la dieta se tiene a Trichoptera, Thysanoptera, Culicidae, Araneae y Braconidae.
- El índice de traslape de nicho trófico demostró que las poblaciones presentan valores de  $\alpha$  significativos (60%) entre sitios, estaciones y sexos.

# LITERATURA CITADA

- Alaníz-García, J., Ruiz-Campos, G., Abarca-González, F. y Valdez-González, A. 2004. Interacción trófica entre dos especies ícticas sintópicas, una nativa (*Fundulus lima*) y la otra exótica (*Xiphophorus helleri*), en el oasis San Ignacio, Baja California Sur, México. (pp. 193-216). En: Homenaje al Doctor Andrés Reséndes Medina: un ictiólogo mexicano. Lozano-Villano, M. L., y Contreras-Balderas, A. J. (eds.). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Álvarez Fuentes, C. J. 2016. Hábitos alimentarios de *Fundulus persimilis* Miller 1995 y *F. grandissimus* Hubbs 1936 en la costa norte de Yucatán, México. Tesis en Biología Marina por el grado de Maestro en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Yucatán, México.
- Angermeier, P. L. y Karr, J. R. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes*, 9(2), 117-135.
- Baker-Dittus, Anne M. 1978. Foraging Patterns of Three Sympatric Killifish. *Copeia*, 3, 383-389.
- Baxter, G. T. and Stone, M. D. 1995. Plains killifish, *Fundulus zebrinus*. In *Fishes of Wyoming* (pp. 212-213). Wyoming Game and Fish Department. Cheyenne, Wyoming.
- Bernardi, G. y Bucciarelli, G. 1997. Molecular phylogeny of the Fundulidae (Teleostei, Cyprinodontiformes) based on the cytochrome b gene. Pages 189-197 in *Molecular systematics of fishes*. Kocher, T. D. and Stepien, C. A. (eds.). Academic Press, San Diego, California.
- Bouchard, R. W., Jr. 2004. Chapter 13: Diptera (Aquatic and semiaquatic true flies). In *Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest* (pp. 159-183). Water Resources Center, University of Minnesota. Saint Paul, Minnesota.
- CCA. 2014. *Monitoreo y estudios biológicos en los arroyos San Carlos y San Antonio del Área de Protección de Flora y Fauna del Cañón de Santa Elena, Chihuahua*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá. 48 pp.
- CONABIO. 2016. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONANP. 2006. "Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Monumento Natural Río Bravo del Norte". México, D.F.
- CONANP. 2013a. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cross, F. B. and Collins, J. T. 1995. *Fishes in Kansas*. University of Kansas Museum of Natural History. Public Education Series No. 14. University Press of Kansas, Lawrence, KS.
- East, J. L. 2015. *Spatial and temporal variation in aquatic food-web structure in the Pecos River in New Mexico and Texas, USA*. A thesis in Wildlife, Aquatic, and Wildlands Science and Management for the Degree of Master of Sciences. Texas Tech University. Texas, E.U.
- Echelle, A. A., Echelle, A. F. and Hill, L. G. 1971. Diurnal periodicity of activities in the plains killifish, *Fundulus zebrinus kansae*. *Proceedings of the Oklahoma Academy Sciences*, 51, 3-7.
- Echelle, A. A., Mosier, D. and Hill, L. G. 1972. Aspects of the Feeding Ecology of *Fundulus zebrinus kansae*. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Sciences*, 52, 6-9.
- Everett, C. T. 1972. The systematic status of *Fundulus kansae* and *Fundulus zebrinus*. A thesis for the Degree of Master in Zoology. Texas Tech University. Texas, EE. UU.
- Flowers, R. W. y de la Rosa, C. 2010. Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 63-93. Recuperado el 14 de agosto de 2017 de: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800004&lng=en&tng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800004&lng=en&tng=es).
- Gutiérrez-Garaviz, J., Peláez-Rodríguez, M. y Ovalle Serrano, H. 2016. Macroinvertebrados acuáticos presentes en dietas de peces de la cuenca del río Hacha (Caquetá, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(156), 420-432. <https://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.344>
- Hartley, P. H. T. 1948. Food and Feeding Relationships in a Community of Fresh-Water Fishes. *Journal of Animal Ecology*, 17(1), 1-14.
- Hynes, H. B. N. 1950. The Food of Fresh-Water Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a Review of Methods Used in Studies of the Food of Fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19(1), 36-58.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17, 411-429.



# LITERATURA CITADA

- Jordan, D. S. y Gilbert, C. H. 1883. Synopsis of fishes of North America. Bulletin of the U.S. *Museum of Natural History*, 16, 1-1074.
- Lozano-Vilano, M. L., García-Ramírez, M. E., Artigas Azas, J. M., De la Maza-Benignos, M., Salazar-González, M. y Ruiz-Campos, G. 2009. *Los Peces del Río Conchos*. De la Maza-Benignos, M. (ed.). Alianza WWF - FGRA y Gobierno del Estado de Chihuahua.
- McMahon, K. W., Johnson, B. J. y Ambrose Jr., W. G. 2005. Diet and Movement of the Killifish, *Fundulus heteroclitus*, in a Maine Salt Marsh Assessed Using Gut Contents and Stable Isotope Analyses. *Estuaries*, 28(6), 966-973.
- Minckley, C. O. and Klaassen, H. E. 1969. Life history of the plains killifish, *Fundulus kansae* (Garman), in the Smoky Hill River, Kansas. *Transactions of the American Fisheries Society*, 98, 460-465.
- Nieva, L. B., Flores, L. y López Herrera, C. 2010. Composición de la Dieta del Pez Introducido *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) en Cuerpos de Agua Permanente Vinculados al Río Juramento, Departamento de Metán, Salta, Argentina. *Ciencia*, 5(20), 13-26.
- Palma, A. 2013. *Guía para la identificación de invertebrados acuáticos*. Publicación independiente en formato electrónico (e-book). 1ra Edición. 122 pp.
- Pinkas, L., Oliphant, M. S. y Iverson, I. L. K. 1971. Food habitats of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *California Fish and Game*, 152, 1-105.
- Poss, S. G. and Miller, R. R. 1983. Taxonomic status of the plains killifish, *Fundulus zebrinus*. *Copeia*, 1983(1), 55-67.
- Rabe, J. R., Echelle, A. A. and Schlichting Jr., H. E. 1973. Viability of algae in the digestive tracts of two Cyprinodontids. *The Progressive Fish-Culturist*, 35(3), 147-149.
- Rahel, F. J. and Thel, L. A. 2004. Plains killifish (*Fundulus zebrinus*): a technical conservation assessment. (Online). USDA Forest Service, Rocky Mountain Region. Access on July 12, 2016: <http://www.fs.fed.us/r2/projects/scp/assessments/plainskillifish.pdf>.
- Ramírez, Alonso. 2010. Capítulo 5: Odonata. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 97-136. Retrieved January 13, 2018, from [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800005&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800005&lng=en&tlng=es).
- Rozas, L. P. y LaSalle, M. W. 1990. A Comparison of the Diets of Gulf Killifish, *Fundulus grandis* Baird and Girard, Entering and Leaving a Mississippi Brackish Marsh. *Estuaries*, 13(3), 332-336.
- Sánchez-Hernández, J., Servia, M. J., Vieira-Lanero, R. y Cobo, F. 2012. Aplicación del análisis de los rasgos ecológicos ("traits") de las presas para el estudio del comportamiento alimentario en peces bentófagos: el ejemplo del espinoso (*Gasterosteus gymnaurus* Cuvier, 1829). *Limnetica*, 31(1), 59-76.
- Schoener, T. W. 1970. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology*, 51, 408-418.
- Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Springer, Monika. 2010. Capítulo 7: Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 151-198. Retrieved January 13, 2018, from [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800007&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800007&lng=en&tlng=es).
- Thomas, C., Bonner, T. H. and Whiteside, B.G. 2007. *Freshwater fishes of Texas: a field guide*. First Edition. Texas A&M University Press. College Station, Texas, EE.UU. 202 p.
- Thyssen, P. 2010. Keys for Identification of Immature Insects. *Current Concepts in Forensic Entomology*, 25-42. DOI: 10.1007/978-1-4020-9684-6\_2.
- Torres-Orozco, R. E. y Pérez-Hernández, M. A. 2004. Riqueza y regionalización de los peces de México. *Ciencia*, 60(3): 44-53. Julio-septiembre 2009.
- UC.cl. Recuperado el 14 de agosto de 2017 de: [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/agronomia/insectos/index.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/agronomia/insectos/index.html)
- Vaughan, C. M., Breaux, J. H., East, J. L. y Pease, A. A. Feeding ecology of nonnative, inland *Fundulus grandis* in the Lower Pecos River. *The Southwestern Naturalist*, 61(1), 74-78.
- Waterbugkey.vcsu. Recuperado el 14 de agosto de 2017 de: <http://www.waterbugkey.vcsu.edu/php/mainkey.php>
- Woodling, J. 1985. Plains killifish, *Fundulus zebrinus*. In *Colorado's little fish; a guide to the minnows and other lesser known fishes in the state of Colorado* (pp. 62-63). Colorado Division of Wildlife, Department of Natural Resources, Denver, Co.
- Zaret, T. M. y Rand, A. S. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 52, 336-342.