



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Análisis trófico de la comunidad íctica de la
Ciénega Churince en Cuatrociénegas, Coahuila**

1

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

ARIANA HERNÁNDEZ MUÑOZ



**DIRECTOR DE TESIS:
M. EN C. HÉCTOR SALVADOR ESPINOSA PÉREZ**

2015

Ciudad Universitaria, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Hernández

Muñoz

Ariana

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

306134506

2. Datos del Tutor

M. en C.

Héctor Salvador

Espinosa

Pérez

3. Sinodal 1

Dr.

José Luis

Villalobos

Hiriart

4. Sinodal 2

M. en C.

Abraham

Kobelkowsky

Díaz

5. Sinodal 3

M. en C.

Xavier Gilberto

Valencia

Díaz

6. Sinodal 4

Dr.

Gerardo

Rivas

Lechuga

7. Datos del trabajo escrito

Análisis de contenido estomacal de la comunidad íctica de la Ciénega Churince, Cuatrociéngas Coahuila

Pp 125

2015

| _____

SI

*Si puedes llevar la cabeza sobre los hombros bien puesta,...
cuando otros la pierden y de ello te culpan;
Si puedes confiar en tí cuando todos de tí dudan,
pero tomas en cuenta sus dudas;
Si puedes esperar sin que te canse la espera, o soportar calumnias sin
pagar con la misma moneda, o ser odiado sin dar cabida al odio, ... y no por
eso parecer demasiado bueno o sabio;*

*Si puedes soñar sin que tus sueños te dominen;
Si puedes pensar sin que tus pensamientos sean tu meta;
Si puedes habértelas con triunfo y desastre y tratar por igual a ambos
farsantes;
Si puedes tolerar que los bribones tergiversen la verdad que has expresado
y la convierten en trampa para necios, o ver en ruinas la obra de tu vida y
agacharte y reconstruirla con viejas herramientas;
Si puedes hacer un atado con todas tus ganancias y arrojarlas al capricho
del azar, y perderlas y volver a empezar desde el principio sin que salga de
tus labios una queja;
Si puedes poner al servicio de tus fines el corazón, el entusiasmo y la
fortaleza, aún agotados, Y resistir aunque no te quede ya nada..., Salvo la
voluntad que te diga "Adelante!";
Si puedes dirigirte a las multitudes sin perder la virtud, y codearte con reyes
sin perder la sencillez;
Si no pueden herirte amigos ni enemigos;
Si todos cuentan contigo en demasía;
Si puedes llenar el implacable minuto, con sesenta segundos de esfuerzo
denodado, Tuya es la Tierra y cuanto en ella hay, Y más aún, Serás un
verdadero hombre de bien.*

Rudyard Kipling

Agradecimientos

Agradesco principalmente a mi papá, mi mamá y mi hermano: por ser mi ejemplo, inspiración y motivación para salir adelante, día a día.

A mis tíos, primos y abuelos, por acompañarme en el camino y no soltar en ningún momento mi mano.

Agradesco a mis amigos y hermanos Scout, por ser mi segunda familia, mi ejemplo y mi principal motivación.

Agradesco a mis compañeros y amigos de la colección y la facultad, por que nunca me han dejado sola.

Agradesco el apoyo de los doctores del Instituto de Biología de las diferentes líneas de investigación, para identificar organismos, y orientar mi trabajo.

III

Agradesco a mi novio Fredy, por ayudarme a conseguir mis sueños, inyectarme inspiración, confianza y amor.

Contenido











ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	- 1 -
ABSTRACT	- 2 -
INTRODUCCIÓN	- 3 -
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	- 5 -
HIPÓTESIS	- 6 -
OBJETIVO GENERAL	- 6 -
OBJETIVOS PARTICULARES.....	- 6 -
MARCO TEÓRICO	- 6 -
FUNCIÓN DE LOS PECES EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	- 6 -
ANÁLISIS DE CONTENIDO ESTOMACAL Y TRAMAS TRÓFICAS	- 7 -
<i>Posición trófica o nivel trófico</i>	- 8 -
<i>Amplitud de nicho trófico</i>	- 11 -
<i>Traslape trófico</i>	- 11 -
JUSTIFICACIÓN	- 11 -
ANTECEDENTES	- 11 -
ÁREA DE ESTUDIO	- 14 -
HISTORIA GEOLÓGICA	- 14 -
CLIMA Y RELIEVE	- 15 -
HIDROLOGÍA	- 16 -
MATERIAL Y MÉTODO	- 17 -
<i>Colecta de peces</i>	- 17 -
<i>Extracción del contenido estomacal</i>	- 18 -
<i>Análisis estadístico del contenido estomacal</i>	- 18 -
<i>Análisis estadístico de la composición de la dieta</i>	- 20 -
RESULTADOS	- 22 -
EJEMPLARES COLECTADOS.....	- 23 -
FAMILIA CYPRINODONTIDAE.....	- 24 -
<i>Especie: Cyprinodon atrorus Miller, 1968</i>	- 24 -
<i>Especie: Cyprinodon bifasciatus Miller, 1968</i>	- 29 -
FAMILIA POECILIIDAE	- 34 -
<i>Especie: Gambusia marshi Minckley & Craddock, 1962</i>	- 34 -
Laguna intermedia – Poza Bonita – Río Churince	- 36 -
Manantial de agua dulce	- 39 -

FAMILIA CENTRARCHIDAE	- 43 -
<i>Especie: Lepomis macrochirus Rafinesque, 1819</i>	- 43 -
<i>Especie: Lepomis megalotis (Rafinesque, 1820)</i>	- 48 -
<i>Especie: Micropterus salmoides (Lacepède, 1802)</i>	- 53 -
FAMILIA CICHLIDAE	- 58 -
<i>Especie: Herichthys minckleyi (Kornfield y Taylor, 1983)</i>	- 58 -
<i>Especie: Hemichromis guttatus Günther, 1862</i>	- 63 -
FAMILIA CYPRINIDAE	- 68 -
<i>Especie: Dionda sp</i>	- 68 -
<i>Especie: Cyprinella xanthicara (Minckley & Lytle, 1969)</i>	- 73 -
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE LA COMUNIDAD	- 75 -
PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA COMUNIDAD ÍCTICA DE LA CIÉNEGA CHURINCE:	- 79 -
DISCUSIÓN	- 82 -
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	- 82 -
<i>Especies de peces</i>	- 82 -
<i>Cyprinodon bifasciatus Miller, 1968</i>	- 83 -
<i>Gambusia marshi Minckley y Craddock, 1962</i>	- 84 -
<i>Lepomis macrochirus Rafinesque, 1819</i>	- 86 -
<i>Lepomis megalotis (Rafinesque, 1820)</i>	- 87 -
<i>Micropterus salmoides (Lacepède, 1802)</i>	- 88 -
<i>Herichthys minckleyi (Kornfield & Taylor, 1983)</i>	- 88 -
<i>Hemichromis guttatus Günther, 1862</i>	- 89 -
<i>Dionda sp.</i>	- 90 -
<i>Cyprinella xanthicara (Minckley & Lytle, 1969)</i>	- 91 -
<i>Discusión del análisis estadístico de la dieta de la comunidad íctica</i>	- 91 -
<i>Trama trófica</i>	- 93 -
CONCLUSIÓN	- 93 -
RECOMENDACIONES	- 94 -
REFERENCIAS	- 96 -
ANEXO I	- 107 -

Índice de figuras

FIGURA 1. MODELO SIMPLIFICADO QUE EXPLICA EL INTERVALO DE POSICIONES TRÓFICAS QUE PUEDEN OCUPAR LOS ORGANISMOS EN RELACIÓN AL TAMAÑO CORPORAL. A) EN UN SISTEMA AISLADO PUEDE ORIGINARSE UN PATRÓN EN JOROBA. B) UNA RELACIÓN POSITIVA PUEDE ORIGINARSE POR: 1. UN SESGO EN LA REPRESENTATIVIDAD DE TAMAÑOS CORPORALES DE LA COMUNIDAD, O 2. POR LA EXISTENCIA DE PROCESOS ECOLÓGICOS SUBSIDIARIOS QUE AUMENTEN LA ENERGÍA PARA NIVELES TRÓFICOS SUPERIORES. TOMADO DE ARIM <i>ET AL.</i> (2007) MODIFICADO POR MASDEU, (2011).	- 10 -
FIGURA 2. PREDICCIÓN DEL EFECTO DE TEMPERATURA AMBIENTE SOBRE LA POSICIÓN TRÓFICA DE LOS ORGANISMOS: AL AUMENTAR LA TEMPERATURA DISMINUYE LA POSICIÓN TRÓFICA DE LOS DEPREDADORES SUPERIORES, POR LO TANTO SE REDUCE EL LARGO MÁXIMO DE LAS TRAMAS TRÓFICAS. TOMADO DE ARIM <i>ET AL.</i> (2007), MODIFICADO POR MASDEU (2011).	- 10 -
FIGURA 3. REPÚBLICA MEXICANA EN LA QUE SE RESALTA A EL ESTADO DE COAHUILA Y B LA CIÉNEGA CHURINCE.....	- 15 -
FIGURA 4. VALORES DE SEIS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS: MS/CM (MICROSIEMENS POR CENTÍMETRO), TDS (TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS), °C (TEMPERATURA), PH (PESO DE HIDRÓGENO), SALINIDAD, DO (OXÍGENO DISUELTOS), DE LA CIÉNEGA CHURINCE.	- 22 -
FIGURA 5. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>CYPRINODON ATRORUS</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.....	- 25 -
FIGURA 6. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE <i>C. ATRORUS</i>	- 26 -
FIGURA 7. ESTÓMAGOS EXAMINADOS DE <i>C. ATRORUS</i> (75), DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.....	- 26 -
FIGURA 8. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>C. ATRORUS</i> , A: ÁCAROS, C: CRUSTÁCEOS, I: INSECTA, G: GASTERÓPODOS, N/I: NO IDENTIFICADOS, P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS.....	- 27 -
FIGURA 9. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>C. ATRORUS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	- 28 -
FIGURA 10. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>C. ATRORUS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).....	- 28 -
FIGURA 11. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>CYPRINODON BIFASCIATUS</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.....	- 30 -
FIGURA 12. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE <i>CYPRINODON BIFASCIATUS</i>	- 31 -
FIGURA 13. ESTÓMAGOS EXAMINADOS DE <i>C. BIFASCIATUS</i> (99), DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.....	- 31 -
FIGURA 14. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>C. BIFASCIATUS</i> , A: ÁCAROS, AR: ARAÑAS, C: CRUSTÁCEOS, G: GASTERÓPODOS, I: INSECTOS, N: NEMÁTODOS, N/I: NO IDENTIFICADOS, P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS.....	- 32 -
FIGURA 15. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>C. BIFASCIATUS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	- 33 -
FIGURA 16. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>C. BIFASCIATUS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).....	- 33 -
FIGURA 17. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>GAMBUSIA MARSHI</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.	- 35 -
FIGURA 18. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE <i>GAMBUSIA MARSHI</i>	- 36 -
FIGURA 19. ESTÓMAGOS EXAMINADOS DE <i>G. MARSHI</i> (76), DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.....	- 36 -
FIGURA 20. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>G. MARSHI</i> , A: ÁCAROS, AR: ARAÑAS, C: CRUSTÁCEOS, G: GASTERÓPODOS, I: INSECTOS, N: NEMÁTODOS, N/I: NO IDENTIFICADOS, P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS.....	- 37 -
FIGURA 21. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>G. MARSHI</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	- 38 -
FIGURA 22. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>G. MARSHI</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).....	- 38 -
FIGURA 23. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE PECES DE <i>GAMBUSIA MARSHI</i>	- 39 -

FIGURA 24. ESTOMAGOS EXAMINADOS DE <i>G. MARSHI</i> (100), DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.	39 -
FIGURA 25. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>G. MARSHI</i> , A: ÁCAROS, AR: ARAÑAS, C: CRUSTÁCEOS, I: INSECTOS, P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS.	40 -
FIGURA 26. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>G. MARSHI</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	41 -
FIGURA 27. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>G. MARSHI</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).	41 -
FIGURA 28. DENDOGRAMA DEL ÍNDICE DE SIMILITUD DE SIMPSON ENTRE EL GRUPO DE <i>G. MARSHI</i> DE LA LAGUNA INTERMEDIA Y DEL MANANTIAL DE AGUA DULCE.	42 -
FIGURA 29. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>LEPOMIS MACROCHIRUS</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.	44 -
FIGURA 30. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE <i>LEPOMIS MACROCHIRUS</i>	45 -
FIGURA 31. ESTOMAGOS EXAMINADOS DE <i>L. MACROCHIRUS</i> (13) DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.	45 -
FIGURA 32. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>L. MACROCHIRUS</i> , A: ÁCAROS, C: CRUSTÁCEOS, I: INSECTOS, N: NEMÁTODOS, P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS.	46 -
FIGURA 33. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>L. MACROCHIRUS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	47 -
FIGURA 34. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>L. MACROCHIRUS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).	47 -
FIGURA 35. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>LEPOMIS MEGALOTIS</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.	49 -
FIGURA 36. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL PRESA DE <i>LEPOMIS MEGALOTIS</i>	50 -
FIGURA 37. ESTOMAGOS EXAMINADOS DE <i>L. MEGALOTIS</i> (12), DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.	50 -
FIGURA 38. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>L. MEGALOTIS</i> , AR: ARAÑAS, C: CRUSTÁCEOS, G: GASTERÓPODOS, I: INSECTOS, N: NEMÁTODOS P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS.	51 -
FIGURA 39. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>L. MEGALOTIS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	52 -
FIGURA 40. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>L. MEGALOTIS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).	52 -
FIGURA 41. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>MICROPTERUS SALMOIDES</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.	54 -
FIGURA 42. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL PRESA DE <i>MICROPTERUS SALMOIDES</i>	55 -
FIGURA 43. ESTOMAGOS EXAMINADOS DE <i>M. SALMOIDES</i> (48), DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.	55 -
FIGURA 44. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>M. SALMOIDES</i> A: ÁCAROS, C: CRUSTÁCEOS, I: INSECTOS, N/I: NO IDENTIFICADO P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS.	56 -
FIGURA 45. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>M. SALMOIDES</i> , EXPRESADA POR EL PORCENTAJE DEL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	57 -
FIGURA 46. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>M. SALMOIDES</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).	57 -
FIGURA 47. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>HERICHTHYS MINCKLEYI</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.	59 -
FIGURA 48. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE <i>HERICHTHYS MINCKLEYI</i>	60 -
FIGURA 49. ESTÓMAGOS EXAMINADOS DE <i>H. MINCKLEYI</i> (9), DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.	60 -

FIGURA 50. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>H. MINCKLEYI</i> A: ÁCAROS, AR: ARAÑAS C: CRUSTÁCEOS, G: GASTERÓPODOS, I: INSECTOS, N: NEMÁTODOS, P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS. ...	61 -
FIGURA 51. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>H. MINCKLEYI</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	62 -
FIGURA 52. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>H. MINCKLEYI</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).	62 -
FIGURA 53. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>HEMICHROMIS GUTTATUS</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.....	64 -
FIGURA 54. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL PRESA DE <i>HEMICHROMIS GUTTATUS</i>	65 -
FIGURA 55. ESTÓMAGOS EXAMINADOS DE <i>H. GUTTATUS</i> (102), DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.	65 -
FIGURA 56. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>H. GUTTATUS</i> A: ÁCAROS, A: ARAÑAS, C: CRUSTÁCEOS, G: GASTERÓPODOS, I: INSECTOS, N: NEMÁTODOS, N/I: NO IDENTIFICADOS, P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS.	66 -
FIGURA 57. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>H. GUTTATUS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	67 -
FIGURA 58. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>H. GUTTATUS</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).	67 -
FIGURA 59. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>DIONDA SP.</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.	69 -
FIGURA 60. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE <i>DIONDA SP.</i>	70 -
FIGURA 61. ESTÓMAGOS EXAMINADOS DE <i>DIONDA SP.</i> (29) DE ACUERDO AL GRADO DE LLENADO Y AL GRADO DE DIGESTIÓN SEGÚN HYSLOP (1980) Y LAEVASTU (1980) RESPECTIVAMENTE.	70 -
FIGURA 62. REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS CATEGORÍAS ALIMENTICIAS GENERALES DE <i>DIONDA SP.</i> A: ÁCAROS, C: CRUSTÁCEOS, G: GASTERÓPODOS, I: INSECTOS, N/I: NO IDENTIFICADOS, P: PLANTAS, T: TELEÓSTEOS.	71 -
FIGURA 63. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>DIONDA SP.</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IRI).	72 -
FIGURA 64. CONTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS GENERALES, A LA DIETA DE <i>DIONDA SP.</i> , EXPRESADA POR EL ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (RIA).	72 -
FIGURA 65. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE <i>CYPRINELLA XANTHICARA</i> EN EL SISTEMA CHURINCE.....	74 -
FIGURA 66. DENDOGRAMA DE LOS RESULTADOS DEL ÍNDICE DE SIMILITUD DE SIMPSON DE LAS ESPECIES INGERIDAS BASADO EN LA COMPOSICIÓN DE SUS DIETAS Y EXPRESADO POR EL MÉTODO DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA.....	75 -
FIGURA 67. DENDOGRAMA DEL ÍNDICE DE SIMILITUD DE BRAY Y CURTIS DE LAS ESPECIES INGERIDAS BASADO EN LA COMPOSICIÓN DE SUS DIETAS Y EXPRESADO POR EL IRI.	76 -
FIGURA 68. DENDOGRAMA DEL ÍNDICE DE TRASLAPE DE MORISITA DE ACUERDO A LAS ESPECIES INGERIDAS.	77 -
FIGURA 69. DENDOGRAMA DEL ÍNDICE DE TRASLAPE DE HORN DE ACUERDO A LAS ESPECIES INGERIDAS.....	78 -
FIGURA 70. ÍNDICE DE BARY Y CURTIS, PARA JERARQUIZAR LAS ESPECIES, DE ACUERDO A LA SIMILITUD DE ESPECIES CONSUMIDAS. . .	80 -
FIGURA 71. ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LAS RELACIONES TROFICAS DE LA COMUNIDAD ÍTICA DE LA CIÉNEGA CHURINCE DE ACUERDO A LOS ÍNDICES DE IMPORTANCIA RELATIVA IRI Y RIA, Y A LOS GRUPOS JERÁRQUICOS OBTENIDOS POR EL ÍNDICE DE SIMILITUD DE BRAY Y CURTIS, GRUPO A  , GRUPO B  , GRUPO B2  , GRUPO C1  , GRUPO C2  , GRUPO C3  , GRUPO D  . LAS LÍNEAS  SON LOS ALIMENTOS PREFERENCIALES, LAS LÍNEAS  SON ALIMENTOS SECUNDARIOS Y LAS LÍNEAS  SON LOS ALIMENTOS RAROS.	-
	81 -

Índice de tablas

TABLA 1. ESPECIES DE PECES, QUE SE ENCUENTRAN EN EL VALLE DE CUATROCIÉNEGAS. N = NATIVO; N/E = NATIVO/ENDÉMICO; NN = NO NATIVO; CC = VALLE DE CUATROCIÉNEGAS; CCH = CIÉNEGA CHURINCE; OAF = ORIGINARIO DE AFRICA; OLC = ORIGINARIO DEL LAGO DE CHAMPLAIN; OAS = ORIGINARIO DE ASIA.	13 -
TABLA 2. COMPARACIÓN CUALITATIVA DEL AGUA DE LA CIÉNEGA CHURINCE DE 1983, 2001(TOMADO DE HENDRICKSON <i>ET AL.</i> , 2008), 2011 Y 2012.	22 -
TABLA 3. TOTAL DE ESPECIES RECOLECTADAS, CON SUS RESPECTIVOS EJEMPLARES, DE ACUERDO A LA DIVISIÓN DE LA CIÉNEGA CHURINCE.	23 -
TABLA 4. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>CYPRINODON ATRORUS</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	27 -
TABLA 5. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>CYPRINODON BIFASCIATUS</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	32 -
TABLA 6. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>GAMBUSIA MARSHI</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	37 -
TABLA 7. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>GAMBUSIA MARSHI</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA), COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	40 -
TABLA 8. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>LEPOMIS MACROCHIRUS</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	46 -
TABLA 9. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>LEPOMIS MEGALOTIS</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	51 -
TABLA 10. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>MICROPTERUS SALMOIDES</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	56 -
TABLA 11. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>HERICHTHYS MINCKLEYI</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	61 -
TABLA 12. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>HEMICHROMIS GUTTATUS</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA), COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	66 -
TABLA 13. RESUMEN TOTAL DEL ESPECTRO TRÓFICO DE <i>DIONDA SP.</i> ; PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), PORCENTAJE VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q) E ÍNDICE DE SHANNON-WEINER (H').	71 -
TABLA 14. ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN LA COMPOSICIÓN DEL ESPECTRO ALIMENTICIO DE LA COMUNIDAD DE PECES DE LA CIÉNEGA CHURINCE.	79 -
TABLA 15. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>CYPRINODON ATRORUS</i> . PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q).....	107 -
TABLA 16. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>CYPRINODON BIFASCIATUS</i> . PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN Q.	108 -

TABLA 17. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>GAMBUSIA MARSHI</i> DE LA LAGUNA INTERMEDIA. PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q).	- 110 -
TABLA 18. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>GAMBUSIA MARSHI</i> DEL MANANTIAL DE AGUA DULCE. PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q).	- 112 -
TABLA 19. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>LEPOMIS MACROCHIRUS</i> . PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q).	- 114 -
TABLA 20. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>LEPOMIS MEGALOTIS</i> . PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q).	- 116 -
TABLA 21. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>M SALMOIDES</i> . PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q).	- 117 -
TABLA 22. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>H MINCKLEYI</i> . PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q).	- 119 -
TABLA 23. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>H GUTTATUS</i> . PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q).	- 121 -
TABLA 24. ESPECTRO TRÓFICO DE <i>DIONDA SP.</i> PORCENTAJE NUMÉRICO (%N), VOLUMÉTRICO (%V), FRECUENCIA DE OCURRENCIA (%FO), ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (%IRI), ÍNDICE DE IMPORTANCIA ABSOLUTA (%RIA) Y COEFICIENTE DE ALIMENTACIÓN (Q).	- 125 -

Resumen

El sistema Churince es invaluable por ser la ciénega más antigua del Valle de Cuatrociénegas y albergar un alto porcentaje de flora y fauna acuática endémica y nativa del Valle. Este sistema se ha visto alterado por la introducción del pez exótico *Hemichromis guttatus* (pez joya). Esta introducción enfatiza la importancia de conocer la alimentación de cada especie de pez para comparar y evaluar la competencia por alimento con en la comunidad íctica. Para este estudio alimentario se realizó el análisis de contenido estomacal. Se efectuaron nueve colectas entre febrero de 2011 a mayo de 2014, en las que se obtuvieron 556 ejemplares de diez especies de peces. De nueve especies se determinó el espectro trófico, excluyendo a *Cyprinella xanthicara* por la falta de ejemplares. El contenido estomacal se analizó mediante la frecuencia de ocurrencia, numérica y volumétrica, integradas en el Índice de Importancia Relativa IRI y al Índice de Importancia Absoluta RIa. Para analizar el traslape trófico se utilizó el Índice de Morisita-Horn y se realizó la red trófica con grupos afines mediante el método de ligamiento promedio. De manera general se observó que solo la especie *Herichthys minckleyi* presenta una estrategia alimenticia estenofaga mientras que el resto de las especies presentan una estrategia alimenticia eurifagica. Las categorías alimenticias más importantes son insectos y crustáceos. Con referencia al traslape de dietas, una de las interacciones más alarmantes es entre el pez exótico y la especie *Cyprinodon bifasciatus*, ya que con el tiempo la especie exótica puede desplazar a la especie endémica. En la red trófica se resaltan cuatro grupos funcionales en los que no se encontraron especies tope para este trabajo, pero se encontró que son reguladores de los metazoos, por lo que la reacción en cadena del control alimenticio es mayor de arriba hacia abajo.

Abstract

The Churince system is invaluable for being the oldest marsh Valley Cuatrociénegas and host a high percentage of endemic flora and fauna and native aquatic Valley. This system has been altered by the introduction of exotic fish *Hemicrhomis guttatus* (jewel fish). This introduction emphasizes the importance of knowing the power of each fish species to compare and evaluate the competition for food with the fish community. To study this food stomach content analysis was performed. Nine collections from February 2011 to May 2014, in which 556 copies of ten species of fish were obtained were conducted. Nine species trophic spectrum, excluding Cuatro Cienegas shiner by the lack of specimens was determined. The stomach contents were analyzed by frequency of occurrence, numerical and volumetric, integrated in the Index of Relative Importance Index IRI and Absolute Importance Rla. To analyze the trophic overlap the Morisita-Horn index was used and the food web was performed with affinity groups using the average linkage method. In general it was observed that only the species presents a stenophagic minckleyi *Herichthys* feeding strategy while the other species present eurifagica feeding strategy. The major food categories are insects and crustaceans. Referring to overlapping diets, one of the most alarming interactions is between exotic fish and Cuatro Cienegas pupfish species, since over time the exotic species can displace endemic species. In the food web four functional groups that did not stop species were found for this work are highlighted, but found that regulators are metazoans, so the food chain reaction control is more top-down.

Introducción

El desierto Chihuahuense pertenece a la eco-región más extensa de México. Con 70 millones de hectáreas cubre gran parte del país y es el segundo con mayor diversidad a nivel mundial aunque el agua es a menudo la principal limitante de la biota (Pro Natura, 2012). Es un territorio compartido con Estados Unidos y delimitado por los dos sistemas montañosos más grandes de México: la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental. Esta región está incluida en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, cada uno con características bióticas y abióticas particulares. En el estado de Coahuila se encuentra la cuenca de Cuatrociénegas, que contiene gran diversidad de ambientes acuáticos singulares. Entre los que se encuentran altos niveles de biodiversidad ecosistémica y un marcado endemismo en sus especies, lo que estos ambientes muy probablemente han permanecido estables dentro del valle desde hace mucho tiempo (Minckley, 1969a)

El humedal de Cuatrociénegas está constituido por complejos sistemas de corrientes subterráneas, humedales tipo pantanos, manantiales, canales, ríos, lagos y estanques temporales (Souza *et al.*, 2004). En dicha cuenca existen siete drenajes mayores y un gran número de pozas con probables conexiones naturales entre ellas, ya sea vía subsuelo o por la superficie en la época de lluvias; sin embargo, los canales para riego construidos por el hombre han modificado e interconectado a la mayoría de los sistemas, eliminando muchos hábitats al bajar el nivel del agua en el subsuelo (Minckley y Cole, 1968). Estos sistemas, según sus sitios de origen, son: el sistema de la Becerra, río Mezquites, río Puente Chiquito, sistema Tío Cándido, Santa Tecla, río Salado de los Nadadores y sistema Churince (Minckley, 1969). Este último es considerado el menos alterado por la actividad humana (Zamudio-Valdés, 1991).

La cuenca de Cuatrociénegas representa un laboratorio natural biológicamente histórico, y al estudiarlo podríamos entender como inició y evolucionó la vida. Este sistema ha sido albergue para diferentes grupos taxonómicos, principalmente de crustáceos, moluscos, peces, aves, mamíferos, larvas de insectos, ácaros, plantas terrestres y acuáticas (Carabias-Lillo, 1999). Los peces constituyen uno de los grupos acuáticos más importantes en los aspectos ecológicos y biológicos. En las distintas pozas que integran este humedal se encuentra representado cerca del 50% de especies endémicas de peces dulceacuícolas del país (Espinosa-Pérez, 1993).

A pesar de la importancia de la cuenca de Cuatrociénegas en los aspectos científico y social, la condición de estabilidad que mencionaba Minckley (1969a) se ha ido perdiendo en los últimos 50 años, a pesar de que en 1994 se decretó esta región como Reserva de la Biósfera (Wolaver *et al.*, 2007). La problemática se ha agudizado por la concesión de los derechos del agua. En el año 2000 organizaciones no gubernamentales, compraron estos derechos a los agricultores, con el fin de restaurar los humedales del valle, sin embargo la

política de gestión para la protección del área, no se extendió a las aguas subterráneas y mucho menos a los valles cercanos, a pesar de que se demostró que dichos ecosistemas dependen del manto freático (Meyer, 1973). Esto indica que el flujo de los manantiales de la Cuenca de Cuatrociénegas, se deriva de una combinación de recarga local y regional (Wolaver *et al.*, 2007).

Entre los años 2006 y 2009 la laguna grande del sistema hídrico Churince, fue afectada drásticamente por la caída de 30 metros de manto freático y se convirtió en un espacio desolado cubierto por salitre (Carrera, 2011). Además este sistema se ha visto alterado por actividades de pastoreo, ya que el ganado pisa las orillas de las pozas y las áreas de inundación, eliminando la vegetación riparia y desestabilizando los bordes. También la expansión agrícola ha traído como consecuencia el uso creciente de plaguicidas e insecticidas, cuyos efectos en la biodiversidad del área se consideran potencialmente devastadores (WWF México, 2012).

Agravando la situación, el ecosistema acuático se ha visto alterado por la introducción de especies exóticas como el acocil rojo *Procambarus (G.) clarkii* (Girard, 1852), los caracoles *Melanooides tuberculata* (O. F. Muller, 1774) y *Thiara granifera* (Lamarck, 1822) y la almeja *Corbicula* sp. (Dinger, 2001). En particular la ictiofauna endémica se ha puesto en peligro por la invasión de una especie de pez exótico *Hemichromis guttatus* Günther, 1862 o “pez joya” en el sistema Churince. Es conocido que este tipo de invasores pueden afectar a las especies endémicas y a las nativas por medio de diferentes mecanismos, entre los cuales destacan la hibridación, la competencia por alimento y espacio, la depredación, la modificación del hábitat, la exclusión competitiva, la alteración de la estructura de los niveles tróficos, la introducción de parásitos, la transferencia de patógenos y de enfermedades, que en muchos casos llevan a la extinción de la biota local (Aguirre y Alfaro, 2009).

El análisis del contenido estomacal se ha convertido en el método más conocido y utilizado para el estudio de la dieta de los peces (Valente, 1992). Este método es la manera adecuada de evaluar aspectos de la ecología alimentaria de las diferentes especies en condiciones naturales, lo cual es fundamental para el desarrollo de estrategias para el manejo sostenido de los ecosistemas acuáticos (Amundsen *et al.*, 1996; Segatti y Luciana 2003).

En este trabajo se describe la dinámica trófica de las poblaciones y de la comunidad, para poder examinar la superposición del nicho ecológico y la competencia de acuerdo a Graham y Vrijenhoek (1988), ya que el tipo de alimentación es una de las interacciones más importantes en la conformación del nicho ecológico (Krebs, 1989). Además se determina el rol de las especies de peces, principalmente de *Hemichromis guttatus*, en la red trófica en cuanto a su volumen, cantidad y aparición, presentando estas variables como aproximaciones de la estrategia alimentaria de los depredadores (Hyslop, 1980; Valente, 1992; Segatti y Luciana, 2003) e implementándolos en el Índice de Importancia Relativa propuesto por Pinkas *et al.*, (1971) y el Índice de

Importancia Absoluta. Estas medidas anulan los sesgos en sus componentes individuales, proporcionan una descripción más precisa de la importancia de la dieta y facilitan la comparación entre estudios (Bigg y Pérez, 1985; Cortés, 1997).

Preguntas de Investigación

¿Cuál es la composición de la dieta de cada una de las especies de peces del sistema Churince? Y
¿Existe competencia por alimento entre la especie exótica, las especies nativas y endémicas?

Hipótesis

H₀: La comunidad de especies de peces de la Ciénega Churince, no comparte elementos o ítems alimenticios con la especie de pez exótica, por lo que no hay traslape de dietas y no hay competencia por el alimento entre ellas.

H₁: La comunidad de especies de peces de la Ciénega Churince, comparte ítems alimenticios con la especie de pez exótica, por lo que hay traslape de dietas y hay competencia por el alimento entre ellas.

Objetivo General

Establecer la relación trófica de la comunidad de peces de la Ciénega Churince en Cuatrociénegas, Coahuila, considerando los aspectos cualitativos y cuantitativos de su dieta.

Objetivos particulares

- Determinar la composición de las dietas de la comunidad íctica.
- Analizar cuantitativamente el contenido estomacal de las especies de peces.
- Examinar la importancia de los recursos alimenticios en las interacciones de las especies de peces.
- Evaluar la amplitud de nicho trófico y el traslape interespecífico de éste.
- Describir la cadena trófica del cuerpo de agua, con los datos obtenidos de la investigación e información bibliográfica.

Marco teórico

Función de los peces en ecosistemas acuáticos

Los peces representan importantes depredadores en los ecosistemas acuáticos, ya que son capaces de alimentarse de la mayoría de las comunidades y de los recursos disponibles en el sistema, puesto que poseen hábitos alimenticios flexibles (Zanden y Vadeboncouer, 2002). Además son organismos móviles con tiempos generacionales y tamaños corporales relativamente grandes. Los peces suelen conectar a través de su alimentación zonas litorales, bentónicas, y pelágicas (Jeppesen *et al.*, 1997; Schindler y Scheurell, 2002; Peace *et al.*, 2004) e incluso comunidades especialmente distantes (Dolson *et al.*, 2009; Massol *et al.*, 2011). Así mismo, a través de la alimentación, son capaces de provocar fuertes efectos en cascada sobre niveles tróficos inferiores. En cuerpos de agua poco profundos el control alimenticio regularmente es de “arriba hacia abajo” y

es en realidad potencialmente mayor que de manera inversa (Carpenter y Kitchel, 1993; Jeppsen *et al.*, 1997; Lovgren y Pearsson, 2002). De esta manera pueden afectar directa e indirectamente la mayoría de los componentes del ecosistema, acoplarlos y promover cambios en los ciclos de nutrientes y la dinámica energética (Polis y Strong 1996; Motta y Uieda, 2005; Knight *et al.*, 2005; 2006). En este contexto resulta fundamental conocer el rol de los peces en los ecosistemas acuáticos, particularmente considerando que muchas especies se están perdiendo en un alto número de ecosistemas. Por ejemplo el declive de las comunidades de estromatolitos (deposición como una roca de carbonatos y sedimentos formados por algas [Lee, 2008]) que se presentó durante el periodo Ordovícico Medio (hace unos 570 millones) atribuido a la evolución y diversificación de los herbívoros metazoos. El pastoreo de los metazoos, junto con una posible bioturbación, afectó negativamente tanto a los conjuntos de algas y a las condiciones ambientales necesarias para la formación y crecimiento de estromatolitos, por lo que conocer el papel que juega la comunidad íctica en la trama trófica de Cuatrociénegas es de suma importancia, en el desarrollo de estos (Olden *et al.*, 2007).

La caracterización de los hábitos alimentarios de la comunidad íctica representa información básica para avanzar en la comprensión de su papel en la estructura y funcionamiento de la diversidad biológica (Winemiller, 1990). La clasificación de los peces en grupos tróficos, facilita la comparación de la estructura de estas comunidades entre ecosistemas y/o regiones climáticas más allá de diferencias taxonómicas (Garrison y Link, 2000; Arim y Marquet, 2004).

Análisis de contenido estomacal y tramas tróficas

La naturaleza del alimento ingerido depende principalmente de la morfología y del comportamiento alimenticio del pez y en segundo lugar de la composición y la cantidad del alimento disponible. La transferencia de materia y energía a través de la comunidad de peces a su vez está relacionada con la dinámica trófica y los vínculos en el ecosistema, así como con las estrategias de participación en la utilización de los recursos por las especies de la comunidad (Siaw-Yang, 1988). El análisis de contenido estomacal ha permitido evaluar la ecología alimentaria de las diferentes especies en condiciones naturales, para generar, o mejorar las estrategias de manejo sustentable de los ecosistemas acuáticos (Valente, 1992; Amundsen *et al.*, 1996; Segatti y Luciana, 2003).

Generalmente se toma en cuenta el contenido del estómago o algunas veces todo el intestino, ya que la digestión es menos avanzada en el estómago y por lo tanto la identificación en general de los elementos alimenticios, es más satisfactoria (Hynes, 1950). A lo largo del tiempo se han tratado de estandarizar los métodos utilizados para obtener mejores resultados. Sin embargo no ha sido del todo posible, ya que las metas buscadas no son las mismas, y las características de los peces son únicas en cada especie y hábitat, por lo

que la mejor forma será determinada de acuerdo a la investigación y los objetivos que se busquen. Una descripción adecuada de la importancia de un tipo de alimento en la dieta de una especie, de acuerdo a Cortes (1997) e Hyslop (1980) generalmente debe incluir una medida de:

- ✎ Peso (%W) o volumen (%V): Se toma el peso o volumen del alimento, respecto al peso o volumen del estómago y se expresa en porcentaje. Refleja el valor nutricional de la dieta.
- ✎ Abundancia numérica (%N): Se cuentan el número de individuos de cada categoría alimentaria en un estómago y se expresa como porcentaje del número total de individuos de todas las categorías alimentarias de estómagos. Da información respecto a la conducta alimentaria.
- ✎ Frecuencia ocurrencia (%FO): Se realiza anotando el número de estómagos que contienen uno o más individuos de cada categoría alimentaria. Este número puede expresarse de dos formas: como un porcentaje del total de estómagos o solo de aquellos estómagos que contienen alimento. Representa los hábitos alimenticios de la población.

Cada una de estas variables, proporciona diferentes aproximaciones de la estrategia alimentaria de un depredador (Segatti y Luciana, 2003; Cortés, 1997).

El Índice de Importancia Relativa (IRI) propuesto por Pinkas *et al.* (1971), y el Índice de Importancia Absoluta (RIa) han sido los más utilizados en el análisis de contenido estomacal de peces por la integración de 3 variables importantes. En estos métodos se integra el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia (%FO) el porcentaje de volumen (%V) o peso (%W) y el porcentaje de la frecuencia numérica (%N), lo que permite anular los sesgos en sus componentes individuales, en una única medida; esto proporciona una descripción más precisa de la importancia de la dieta y también facilita la comparación entre estudios (Cortés, 1997).

Por otro lado, este método, también tiende a ser usado para describir la trofodinámica intra e inter específica en las poblaciones, para así poder examinar el papel que una especie desempeña en la comunidad (posición trófica), el impacto que tendría en un organismo la ausencia de una especie presa en su dieta (amplitud de nicho trófico) y la posible competencia o coexistencia de esta especie con otras en la comunidad (traslape trófico). Estas características son parte fundamental en el conocimiento de la dinámica del arreglo comunitario (Hyslop, 1980; Graham y Vrijenhoek, 1988; Valente, 1992; Torres-Huerta, 2011).

Posición trófica o nivel trófico

El nivel trófico o posición trófica se refiere al lugar que ocupa cada especie dentro de toda la trama trófica (Jaramillo-Londoño, 2009) y se define por el número de saltos tróficos en el primer nivel se encuentran los productores y en el segundo nivel se encuentran tres tipos de consumidores: los primarios, que se alimentan

de los productores primarios y se denominan herbívoros; los secundarios están constituidos por animales que comen otros animales, se alimentan de los organismos herbívoros y por lo tanto son carnívoros. Los consumidores terciarios se alimentan de los consumidores secundarios y por lo tanto también son carnívoros. Los consumidores secundarios y los consumidores terciarios pueden ser de tres tipos: (1) predadores que cazan, capturan y matan a su presa, (2) carroñeros que se alimentan de cadáveres y (3) parásitos que suelen ser más pequeños que su huésped. En el tercer nivel se encuentran los descomponedores organismos que aprovechan la materia y la energía que aun contienen los restos de los seres vivos (Tyler, 1994).

Hay diferentes factores que influyen en el nivel trófico en que se encuentran los organismos, por ejemplo, de acuerdo con Arim *et al.* (2010) los organismos más pequeños están limitados morfológicamente por la incapacidad de consumir presas de mayor tamaño. Por otro lado la posición trófica de los organismos de mayor tamaño estaría limitada energéticamente debido al aumento de la demanda energética con el tamaño corporal y la disminución de la energía disponible para posiciones tróficas superiores de la red. De esta forma, para una comunidad aislada y con todos los tamaños corporales representados, debería presentarse un patrón en joroba (Figura 1) de las posiciones tróficas en relación al tamaño corporal. Esto ocurriría siempre que el conjunto de especies presentara un amplio intervalo de atributos tróficos que pudiera acceder a la comunidad local y que no existieran procesos ecológicos que compensaran esa limitación energética. En el caso de que estos procesos compensatorios actuaran, podrían organizarse asociaciones positivas entre el tamaño corporal y la posición trófica. Como procesos subsidiarios se proponen: 1. Integración de distintos canales de energía dentro de la trama (ejem. consumo de presas con distintos roles tróficos por parte del mismo predador); 2. Acoplamiento de tramas que ocurren en distintos hábitats del sistema por movilidad del predador y 3. Inmigración de presas a niveles tróficos intermediarios (ejem. llegada de peces bentófagos que puedan ser presas de piscívoros). La existencia de algunos de estos procesos fue demostrada en peces de charcos temporales donde Arim *et al.*, (2010) encontraron una relación positiva entre el tamaño corporal, la posición trófica y el acceso a las distintas fuentes de energía (Masdeu, 2011).

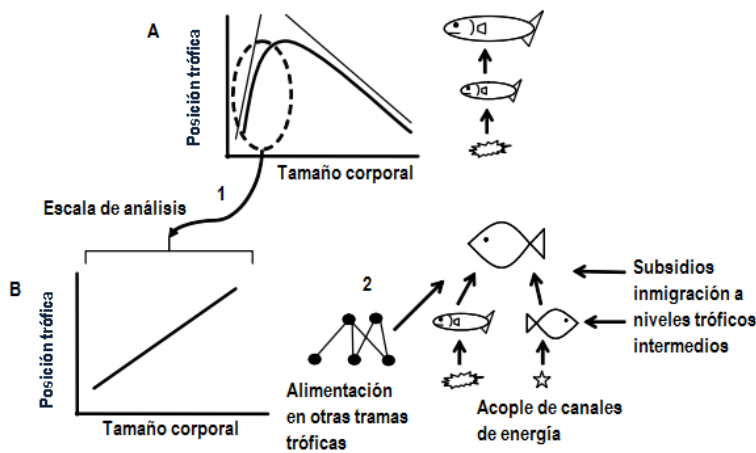


Figura 1. Modelo simplificado que explica el intervalo de posiciones tróficas que pueden ocupar los organismos en relación al tamaño corporal. A) En un sistema aislado puede originarse un patrón en joroba. B) Una relación positiva puede originarse por: 1. un sesgo en la representatividad de tamaños corporales de la comunidad, o 2. Por la existencia de procesos ecológicos subsidiarios que aumenten la energía para niveles tróficos superiores. Tomado de Arim *et al.* (2007) modificado por Masdeu, (2011).

Por otra parte, los autores predicen una relación inversa entre la temperatura ambiente y el largo máximo de las tramas tróficas, proponiendo un mecanismo potencial que explica esta relación (Figura 2). Un incremento en la temperatura ambiental resulta en un aumento de la demanda metabólica (Gillooly *et al.*, 2001; Brown *et al.*, 2004), lo que requiere un mayor consumo energético por parte de los organismos. Este proceso reduce la energía disponible para los depredadores tope (de mayor tamaño y por tanto energéticamente limitados), y conduce a la reducción del largo máximo posible de las tramas tróficas (Arim *et al.*, 2007). El largo máximo de una trama se entiende como el número de transferencias de energía desde la base hasta el tope de la misma (Jennings y Warr, 2003). En este contexto podría esperarse que existieran patrones latitudinales de variación en la longitud de las tramas relacionadas con los cambios en la temperatura ambiente (Savage *et al.* 2004). Con base al modelo propuesto, es de esperar que en un sistema abierto exista una relación positiva entre el tamaño corporal de los organismos, el número de presas que consumen (lo que en teoría aumentaría el número de fuentes energéticas a las que acceden) y la posición trófica, así como una relación negativa entre el longitud máxima de las tramas tróficas y la temperatura ambiente.

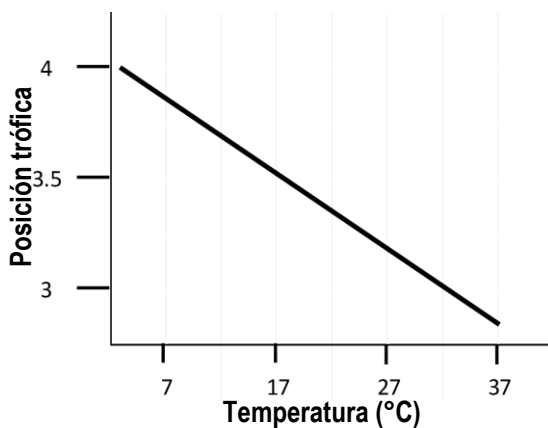


Figura 2. Predicción del efecto de temperatura ambiente sobre la posición trófica de los organismos: al aumentar la temperatura disminuye la posición trófica de los depredadores superiores, por lo tanto se reduce el largo máximo de las tramas tróficas. Tomado de Arim *et al.* (2007), modificado por Masdeu (2011).

Amplitud de nicho trófico

La amplitud de nicho trófico se determina por los grados de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies; el valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia (Smith y Smith, 2001) y es un indicio de la homogeneidad trófica dentro de una especie (Labropoulou y Eleftheriou, 1997; Aguirre, 2000). Los valores altos de estos índices revelan que las especies utilizan el mismo alimento y sirven como indicadores de la especialización sobre los hábitos alimenticios dentro de una posición (Aguirre, 2000). La amplitud de nicho trófico está influenciada por muchos factores, entre ellos, la disponibilidad de alimento y/o la actividad alimenticia de los peces (Aguirre, 2000).

Traslape trófico

Es la medida empírica de la unión en el uso de un recurso o recursos por dos o más especies, en otras palabras, es la región en el espacio del nicho compartida por dos o más nichos contiguos (Colwell y Futuyma, 1971; Horn, 1996).

Justificación

La posibilidad de hacer un análisis trófico de la comunidad íctica de la Ciénega Churince, permite tener información sobre la biología alimentaria de los peces, así como de los organismos con los que estos se relacionan en su hábito alimenticio; lo que resulta útil para un mejor manejo de la conservación de las especies.

Antecedentes

La cuenca Cuatrociéneagas, Coahuila, ha sido explorada biológicamente, tanto por científicos nacionales como extranjeros, siendo reportada por primera vez para la ciencia por E.G. Marsh en 1939 (Contreras-Balderas, 1990), pero solo por medio de publicaciones indirectas. Fue hasta las décadas de 1960 y 1970 que los estudios biológicos se incrementaron intensamente y comenzó a documentarse la biodiversidad y la historia evolutiva sobre su origen. Estos trabajos se llevaron en gran parte bajo la iniciativa del Dr. W. L. Minckley de la Universidad de Arizona, quien obtuvo el apoyo monetario de la Fundación Nacional de Ciencias de los EUA (Hendrickson, 2005).

Entre los años 1980 y 1990 hubo relativamente poca actividad, pero en la década de 1990 se reanudaron los esfuerzos y continuaron en un nivel alto hasta el presente. Hendrickson y Marks (fecha) obtuvieron fondos de The Nature Conservancy para estudios ecológicos y renovar los inventarios taxonómicos de los sistemas

acuáticos. Poco después un grupo independiente dirigido por Elser y Valeria Souza obtuvieron fondos de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los EUA (NASA por sus siglas en inglés), para llevar a cabo estudios relacionados con el origen de la vida en ambientes extremos (Souza, 2008). El grupo italiano La Venta Explorazioni Geografique, y muchos otros investigadores también han hecho contribuciones de investigación significativas (Hendrickson, 2005).

Para la fauna íctica Minckley (1962), Rivas (1963) y Rosen y Bailey (1963) hicieron el arreglo taxonómico del género *Gambusia*, allí incluyeron a las dos especies de guayacones que se encuentran en Cuatrociénegas: *G. marshi* y *G. longispinis*. Miller (1968) estableció diferencias y describió a *Cyprinodon bifasciatus* que vive en aguas con sulfato de magnesio y alto contenido de carbonato de calcio y *C. atrorus* vive en áreas salinas y, soporta vivir en altas densidades de algas verde azules.

Minckley y Lytle (1969) describieron a *Cyprinella xanthicara* y Taylor *et al.* (1994), analizaron su macro-ecología. También se ha descrito a *Herichthys minckleyi* como especie polimórfica (Miller, 1965; Hubbs, *et al.*, 1974; Richardy Selander, 1975; Kornfield, *et al.*, 1983; Trapain, 2003; Cohen *et al.*, 2005; Hulseley *et al.*, 2006), y se han estudiado aspectos importantes como comportamiento, sistema de reproducción, variación ecológica e historia evolutiva relacionada al área (Kornfield, *et al.* 1982; Friedman, 1987; Matthew 2002).

Miller (1978) elaboró un listado de la distribución de los peces nativos del desierto chihuahuense mencionando para Cuatrociénegas catorce especies de peces. Minckley (1984), reportó 16 especies nativas de peces de los cuales ocho son endémicas para el Valle, con datos ecológicos y de distribución. Posteriormente Hendrickson *et al.* 2005, citaron 19 especies de las cuales ocho son endémicas (

Tabla 1).

En 1996 Ludlow informó a W. L. Minckley la presencia del pez joya *Hemichromis guttatus* por primera vez en la Poza Churince (Contreras-Balderas y Ludlow, 2003) y Contreras y Escalante (1984) concluyeron que la introducción de especies de peces exóticos provoca impactos negativos sobre la biota nativa. En este aspecto, Hendrickson *et al.* (2008) compararon la dieta de *H. minckleyi* y *H. guttatus* mediante isotopos, y en sus resultados preliminares encuentran que un morfo de *H. minckleyi* tiene una alimentación muy parecida a la de *H. guttatus* en su estadio juvenil.

Además de los estudios ícticos algunas de las investigaciones importantes fueron la de: Dinger (2001), que estudió los efectos de los peces en el ensamblaje de estromatolitos y realizó un listado de invertebrados acuáticos; y Cole (1984) es uno de los primeros investigadores que reportó crustáceos en el Bolsón de Cuatrociénegas.

Tabla 1. Especies de peces, que se encuentran en el Valle de Cuatrociénegas. N = Nativo; N/E = Nativo/Endémico; NN = No nativo; CC = Valle de Cuatrociénegas; CCh = Ciénega Churince; OAf = Originario de Africa; OLC = Originario del lago de Champlain; OAs = Originario de Asia.

Familia/ Nombre científico	Estatus	Localidad
Cyprinidae		
<i>Cyprinella xanthicara</i> (Minckley & Lytle, 1969)	E	CC/ CCh
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	NN	OAs/CC
<i>Dionda</i> sp. Girard, 1856	N	CC/CCh
Ictaluridae		
<i>Ictalururs lupus</i> (Girard, 1858)	N	CC
<i>Pylodictus olivaris</i> (Rafinesque, 1818)	N	CC
Poeciliidae		
<i>Gambusia longispinis</i> Minckley, 1962	E	CC
<i>Gambusia marshi</i> Minckley & Craddock, 1962	N	CC/CCh
<i>Xiphophorus gordonii</i> Miller & Minckley, 1963	E	CC
Cyprinodontidae		
<i>Cyprinodon atrorus</i> Miller, 1968	E	CC/CCh
<i>Cyprinodon bifasciatus</i> Miller, 1968	E	CC/CCh
Fundulidae		
<i>Lucania interioris</i> Hubbs & Miller, 1965	E	CC/CCh
Centrarchidae		
<i>Lepomis megalotis</i> (Rafinesque, 1820)	N	CC/CCh
<i>Lepomis macrochirus</i> Rafinesque, 1819	NN	OLC/CC/CCh
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède, 1802)	N	CC/CCh
Cichlidae		
<i>Hemichromis guttatus</i> Günther, 1862	NN	OAf/CC/CCh
<i>Herichthys cyanoguttatus</i> (Baird & Girard 1854)	N?	CC
<i>Herichthys minckleyi</i> (Kornfield & Taylor, 1983)	E	CC/CCh
<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)	NN	CC
Percidae		
<i>Etheostoma lugoi</i> Norris & Minckley, 1997	E	CC
Characidae		
<i>Astyanax mexicanus</i> Norris & Minckley, 1997	N	CC

En 1984 Hershler describe la morfología, sistemática y ecología de los híbridos del Valle de Cuatrociénegas en dos artículos. En ambos incluye el sistema Churince, destaca la distribución de las especies en este. Pinkava

(1984) proporcionó una lista sobre la flora con localidad tipo para el desierto Chihuahuense, con un total de 49 taxa de las cuales 23 son endémicas para el área. Contreras-Balderas J. (1984) comentó los impactos en el área causados por actividades antropogénicas, como el desarrollo irresponsable, que ha llevado a la pérdida de agua. Contreras-Balderas S., (1984) reportó un total de 61 especies de avifauna para el Valle y Rocha *et al.* (2009) mencionan las especies de isópodos acuáticos epicontinentales de México, incorporando las de Cuatrociénegas, Coahuila.

Entender el papel que desempeña cada organismo en un hábitat determinado ha sido muy importante, ya que es la estructura de un área determinada la que permite la existencia de diferentes taxones. Las relaciones alimenticias, la cantidad de recursos disponibles y la competencia inter e intraespecífica, explican el comportamiento tanto de la comunidad como de la población de cualquier organismo que se pretenda estudiar.

En la ictiología el análisis de contenido estomacal sirve para evaluar de manera adecuada aspectos de la ecología alimentaria de las diferentes especies en condiciones naturales, lo cual es fundamental para el desarrollo de estrategias para el manejo sostenido de los ecosistemas acuáticos (Valente, 1992; Amundsen *et al.*, 1996; Segatti y Luciana 2003).

Área de estudio

Historia geológica

La historia geológica de la cuenca de Cuatrociénegas indica que se encontraba en el nexo de la separación de la Pangea y que creó lo que hoy conocemos como hemisferio norte hace 220 millones de años. La cuenca se aisló del mar y posteriormente, se produjo la elevación de la Sierra Madre Occidental, hace aproximadamente 35 millones de años. Minckley (1969 a), sostiene que gran parte de esta región pertenece al Pleistoceno, a lagos interiores que no lograron desarrollar características del litoral como zonas lacustres, porque no había desagües persistentes de la cuenca a través de drenajes profundos, anteriores que atravesaran las montañas adyacentes. Sin embargo Meyer (1973), mediante un estudio de polen fósil en núcleos de sedimentos, concluyó que el suelo de la cuenca ha conservado un ambiente estable desde el Cretácico. El aislamiento de la cuenca de Cuatrociénegas fue probablemente intermitente, con levantamientos de Plio-Pleistoceno del lado sur y oeste de la cuenca y que contribuye a la conexión del río Bravo (río Grande) a través del Río Salado.

Los principales eventos geológicos durante el Eoceno en el Norte de México correspondieron al origen y levantamiento de la Sierra Madre Oriental, al desarrollo normal de los pliegues de Chihuahua – Coahuila y a la formación de la Costa del Golfo de México (Ferrusquía - Villafranca y González – Guzmán, 2005).

Clima y relieve

Cuatrociénegas, Coahuila es una cuenca endorreica de intermontaña que se encuentra en la parte central del Estado de Coahuila, México (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La cuenca está rodeada al norte por la sierra de la Madera y la sierra de Menchaca, al sur por la Sierra San Marcos y la Sierra Pinos, La Sierra de la Madera (localmente llamada Sierra de Anteojo) una dimensión de 40 kilómetros de este a oeste, 30 kilómetros de norte a sur y se eleva a más de 3,000msnm. La Sierra San Marcos se calcula cerca de 2,500msnm en su punto máximo al sur y se hunde en el fondo de la cuenca en su extremo norte. Al oeste la cuenca de Cuatrociénegas está delimitada por la Sierra la Purísima y San Vicente y al sureste por la Fragua (Minckley, 1869). Todas estas montañas consisten principalmente en calizas cretácicas y de origen sedimentario marino, fueron sometidas a esfuerzos corticales de tensión y compresión y dieron origen a levantamientos serranos abruptos compuestos de roca caliza, que se alternan con valles intermontanos orientados de noreste a sureste, en su mayoría escarpadas y pequeñas (Piccini *et al.*, 2007). En el mesozoico emergen las Sierras de Coahuila y el mar se reduce formando la península de Coahuila. Los depósitos de yeso en la parte central de Coahuila, indican que la línea costera y la recesión del mar. Las montañas en la esquina noreste son interrumpidas por tres lagunas: Puerto Salado, Puerto Sacramento y Puerto Nadadores, que ahora llevan una conexión al sistema acuático de río Bravo (Grande) (Minckley, 1969).

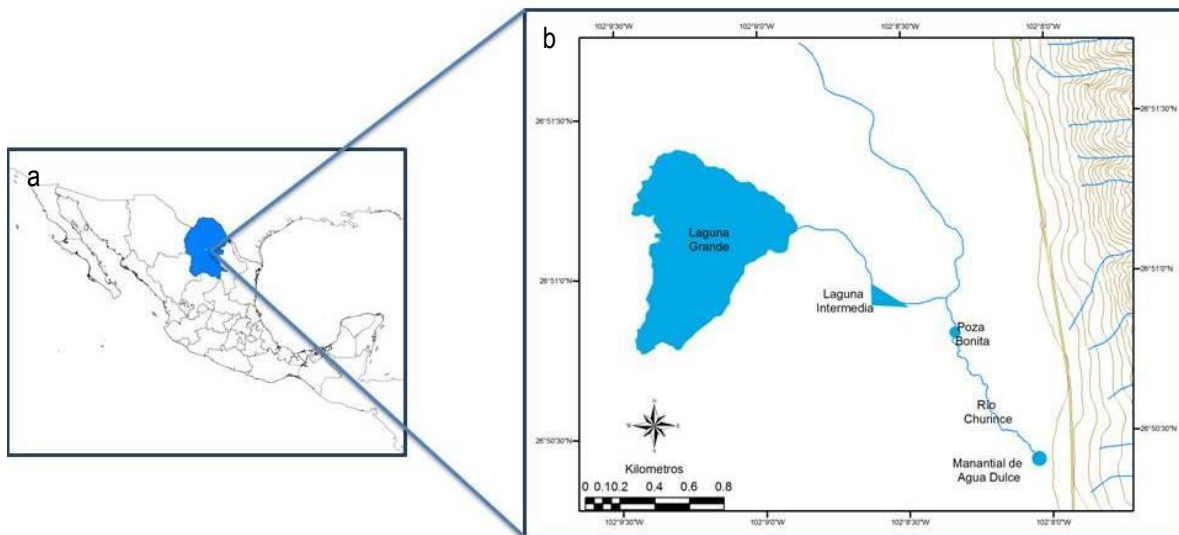


Figura 3. República Mexicana en la que se resalta a el Estado de Coahuila y b La Ciénega Churince.

La cuenca de Cuatrociénegas pertenece climática y geográficamente al altiplano septentrional o desierto Chihuahuense, que es el segundo desierto más grande de Norteamérica y la eco-región más extensa de México. Con 70 millones de hectáreas, cubre gran parte del noreste de México: Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y el sureste de los Estados Unidos de América: Texas y Nuevo México (Minckley, 1969 a). El clima es árido, con una precipitación media anual de menos de 200 mm, y las

temperaturas diurnas en el verano que en ocasiones superan los 44°C, mientras que las temperaturas de invierno pueden descender por debajo de los 0 °C (Minckley, 1969 a). A pesar del clima seco la cuenca de Cuatrociénegas, alberga un amplio sistema de manantiales, arroyos y pozas.

Hidrología

Dentro de la cuenca el agua de los manantiales fluye de la superficie del subsuelo a través de canales de un aluvión karstificado y la principal fuente de agua subterránea en estos sistemas es el agua vieja que fue depositada allí a finales del Pleistoceno (Wolaver, 2008). Se piensa que el agua en la cuenca es la reliquia de un mar poco profundo que existió hace 35 millones de años y se caracteriza porque contiene bajos niveles de NaCl y carbonatos, pero es rica en sulfatos, magnesio y calcio. Uno de los atributos más importantes del ecosistema son los niveles bajos de fósforo, tanto en el agua como en el suelo, en comparación con ambientes similares (Elser *et al.*, 2005). El fósforo es un nutriente esencial para varios procesos celulares como la obtención de energía y la transferencia de información genética etc., pero no es un elemento abundante en el planeta y solo se puede obtener a partir de desechos orgánicos o volcánicos y por medio de la tectónica de placas. Por lo tanto la disponibilidad de fósforo es un factor limitante para todas las formas de vida. No obstante, la vida perseveró en Cuatrociénegas y su biota se caracteriza por un alto endemismo en todos los dominios de la vida, a pesar de que los niveles de fósforo se encuentran por debajo de los niveles de detección (0.3 M) (Minckley 1969 a; Scanlan *et al.*, 1993).

- 16 -

Dadas las condiciones combinadas de la diversidad y la permanencia de hábitats, así como el aislamiento de la cuenca desde tiempos históricos, los elementos de la fauna y flora tanto acuática como terrestre, se han sometido a la radiación adaptativa y la especiación que ha dado lugar a muchos organismos endémicos (Holsinger y Minckley, 1971 y Minckley, 1969 a). Por estas características Cuatrociénegas se considera un sitio de alta prioridad para la conservación y en 1994 se decretó como Área de Protección de Flora y Fauna (Wolaver *et al.*, 2007). Además en el año 2000 The Nature Conservancy se asoció con Pronatura Noreste y organizaciones no gubernamentales para comprar los derechos de agua a los agricultores y con ello restaurar los humedales. Sin embargo las políticas de gestión para la protección del área no se extendieron a las aguas subterráneas que se encuentran por debajo de la cuenca de Cuatrociénegas y mucho menos a los valles cercanos, a pesar de que se demostró que sus ecosistemas dependen de las aguas subterráneas, (por medio de carbono 14 (^{14}C) que datan de hasta hace 30 000 años (Meyer, 1973); esto indica que el flujo de los manantiales de la cuenca de Cuatrociénegas deriva de una combinación de recarga local y regional (Wolaver *et al.*, 2007).

De acuerdo con Minckley (1969 a) dentro de la cuenca de Cuatrociénegas existen siete drenajes mayores, que se clasifican, según sus sitios de origen, en: sistema de la Becerra, río Mezquites, río Puente Chiquito, sistema

Tío Cándido, Santa Tecla, río Salado de los Nadadores y sistema Churince. Las probables conexiones naturales entre ellos, pueden darse vía subsuelo o por la superficie en la época de lluvias, aunque los canales de riego construidos por el hombre han modificado e interconectado a la mayoría de los sistemas, eliminando muchos hábitats al disminuir el nivel del manto freático (Minckley y Cole, 1968). El sistema Churince se consideraba el menos perturbado por la actividad humana (Zamudio-Valdés, 1991) y éste se divide en cinco áreas de acuerdo al nivel de agua: poza Churince, poza Bonita, laguna Intermedia, laguna Grande y río Churince, que conecta la poza Churince con la poza Bonita (Figura 3b).

En el periodo comprendido entre los años 2006 y 2009 la laguna Grande del sistema hídrico Churince se convirtió en un espacio desolado, cubierto por salitre, afectada por la disminución repentina de 30 m de agua del manto freático (Carrera, 2011). Además se ha visto alterada por actividades de pastoreo, que elimina la vegetación ribereña. Por otra parte la expansión agrícola ha traído como consecuencia el uso creciente de plaguicidas, cuyos efectos están destruyendo la biodiversidad del área (WWF México, 2012). Aunado a esto, en el Sistema Churince se ha introducido un pez exótico *Hemichromis guttatus*, que teóricamente puede afectar a las especies endémicas (*Cyprinella xanthicara*, *Cyprinodon atrorus*, *Cyprinodon bifasciatus* y *Herichthys minckleyi*) y nativas (*Dionda episcopa*, *Gambusia marshi*, *Lepomis megalotis* y *Lepomis macrochirus*) por diferentes mecanismos, entre los cuales destacan: competencia por alimento y espacio, depredación, transferencia de patógenos y alteración del hábitat (Aguirre *et al.*, 2009).

Material y método

Colecta de peces

Se realizaron nueve recolectas ícticas en la ciénaga Churince de Cuatrociénegas, Coahuila, en el periodo comprendido entre febrero de 2011 a mayo de 2013. Los ejemplares se pescaron con un chinchorro de tres metros por 1.5 m, y una luz de malla de 0.5 cm, además se emplearon atarrayas y trampas de carpas para la captura de los peces joya. Los ejemplares capturados se etiquetaron con la clave de colecta respectiva y se colocaron en tubos Falcón con alcohol al 70% para preservar los ejemplares y detener el proceso digestivo.

De cada localidad de colecta en la que fue posible se determinaron los parámetros físico-químicos del medio acuático con ayuda del instrumento multiparámetro para calidad del agua YSI 556MPS (Yellow Springs Instruments®). Los datos de estas colectas se compararon con los datos obtenidos en el trabajo de Hendrickson (2008). Los peces capturados se determinaron a nivel específico con claves especializadas. (Meek, 1904; Hubbs y Karl, 1974; Miller *et al.* 2009), y se depositaron en la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología, UNAM

Extracción del contenido estomacal

De las especies de peces recolectadas se obtuvieron las siguientes medidas morfométricas: longitud total (LT), longitud patrón (LP) y longitud cefálica (LC). Mediante una disección de ano opérculo se removió el sistema digestivo (estómago e intestinos) para su análisis (Siaw-Yang, 1988).

En cada estómago se observó el grado de llenado y digestión, clasificándolos según las categorías cualitativas presentadas por Hyslop (1980): I: Vacío (0%), II: Casi vacío (40%), III: Medio lleno (80%) y IV: Lleno (100%); y grado de digestión por Laevastu (1980): I: Fresco (100%), II: Medio digerido (50%) y III: Digerido (0%). Las determinaciones fueron de carácter visual.

Los organismos obtenidos en el contenido estomacal se clasificaron en categorías taxonómicas generales y se identificaron al nivel taxonómico más bajo posible, con la asesoría de especialistas en los diferentes grupos: el Dr. José Luis Villalobos con el grupo de crustáceos, el Biól. Rafael Barba con el grupo de insectos, el Dr. José Luis Godínez con el grupo de algas, el Dr. David Osorio con el grupo de helmintos y el Dr. Gerardo Rivas con el grupo de ácaros.

Análisis estadístico del contenido estomacal

- 18 -

Los métodos que se pueden implementar en la ecología alimentaria son muy variados, sin embargo se han tratado de estandarizar de acuerdo al tipo de datos que se quieren obtener para determinado objetivo (Hyslop, 1980), tomando en cuenta la disponibilidad, el tamaño, y el peso de los peces estudiados. En este trabajo, para el diseño del método de estudio, se usaron los trabajos de Hynes (1950), Pinkas *et al.* (1971) Yañez (1974), Hyslop (1980), Siaw-Yang (1988), Costello (1990), Cortes (1990), Peter (2003) y Segatti (2003).

Curva de acumulación de especies.

Para determinar el número de estómagos necesarios para caracterizar la dieta, se realizó una curva acumulativa de diversidad de especies de forma aleatoria mediante el software EstimateS y Statistica 7.0.

Espectro trófico

Las presas del contenido estomacal fueron separadas, y agrupadas en grupos taxonómicos. Cada presa se identificó al nivel taxonómico más bajo posible dependiendo si presentaba los caracteres necesarios y se realizó el análisis cualitativo mediante:

Índice de Importancia Relativa IRI (Pinkas *et al.* 1997).

Incorpora la contribución relativa de cada ítem alimenticio y permite anular sesgos de sus componentes individuales, proporciona una descripción precisa de importancia de la dieta y facilita la comparación de estudios. Su expresión matemática, es la siguiente:

$$IRI = (\%N) + (\%V \text{ o } \%W) \%FO$$

Para expresar el IRI en porcentaje:

$$\%IRI_i = 100 IRI_i / \sum_{i=1}^n IRI_i$$

Índice de Importancia Absoluta (RIa).

Basado en el Índice de Importancia Absoluta adaptado por George y Hadley (1979), en el que el porcentaje volumétrico, numérico y el de ocurrencia para cada ítem alimenticio fue sumado y expresado en el Índice de Importancia Absoluta (AIa), que fue sustituido en la expresión del Índice de Importancia Relativa (RIa):

$$RIa = 100 AI_a / \sum_{a=1}^n AI$$

Donde:

$$AI_a = \%V + \%N + \%FO, \text{ para cada ítem alimenticio "a".}$$

n = El número de los diferentes tipos alimenticios.

La categoría de presas se calculó mediante el coeficiente de alimentación (Q), donde se considera Q>200 presas preferenciales, Q≥20 presas secundarias y Q<20 presas raras (Braga y Braga 1987). El coeficiente también determina la importancia de los componentes alimentarios, se calculó mediante la fórmula:

$$Q = (\%N)(\%V)$$

Se calculó el índice Shannon - Weiner para medir la riqueza específica (Shannon y Weaver, 1949):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza específica)

P_i = Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*): ni/N

ni = número de individuos de la especie *i*

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Y la equitatividad para medir el grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies; el máximo valor ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia.

$$J = \frac{- \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i}{\log_2 S}$$

- 20 -

Donde:

S = número de especies (la riqueza específica)

P_i = Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*): ni/N

ni = número de individuos de la especie *i*

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Análisis estadístico de la composición de la dieta

Posición o nivel trófico

Se determinó de acuerdo al hábito alimenticio que presentó cada especie respecto a los Índices de Importancia Relativa, y el coeficiente de alimentación. De acuerdo a las categorías 1er nivel (productores primarios), 2do nivel (primarios, secundarios y terciarios) y 3er nivel descomponedores (Tyler, 1994).

Para determinar el grado de similitud en la dieta de los peces se emplearon técnicas de análisis de clasificación numérica jerárquica acumulativa para determinar el grado de similitud en la dieta de los peces, con el fin de definir grupos de especies que comparten presas similares. La formación de los grupos tróficos afines se basó en el método de ligamiento promedio. La matriz fue construida empleando el índice de disimilitud de Bray-Curtis. Se empleó el dendrograma como medio de representación gráfica.

Amplitud de nicho trófico

Esta medida precisa cuantitativamente si los organismos son generalistas cuando presentan una alimentación variada o si son especialistas al consumir preferentemente una presa. Para tal efecto, se utilizó la media estandarizada de Levins la cual propone que la amplitud puede ser estimada a partir de la uniformidad en la distribución de los individuos entre los diversos recursos alimenticios. Dicha medida toma valores de 0 a 0.60 cuando el organismo es especialista, y valores superiores a 0.60 cuando el organismo es generalista (Krebs, 1989).

$$B_i = (H_i n - 1) \left(\left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n P_{ij}^2} \right) - 1 \right)$$

Donde:

B_i = Amplitud de Nicho de Levins

P_{ij} = Proporción de la dieta del depredador i que hace uso de la presa

n = El número de tipos presa

Traslape trófico

Un paso importante para entender la organización de la comunidad es medir el traslape en el uso de recursos, entre las distintas especies en una comunidad. Este análisis se calculó por medio del Índice Morisita – Horn. El traslape de la dieta se fue clasificando de acuerdo a la escala propuesta por Langton (1982) en traslapamiento bajo de 0.0 a 0.29, traslapamiento medio de 0.30 a 0.65 y traslapamiento alto de 0.66 a 1.

Resultados

Se obtuvieron diez parámetros físico - químicos del agua, únicamente de cuatro colectas entre enero del año 2011 y junio del año 2012. Solo se compararon seis parámetros, por ser los más representativos y los que se encontraron en bibliografía.

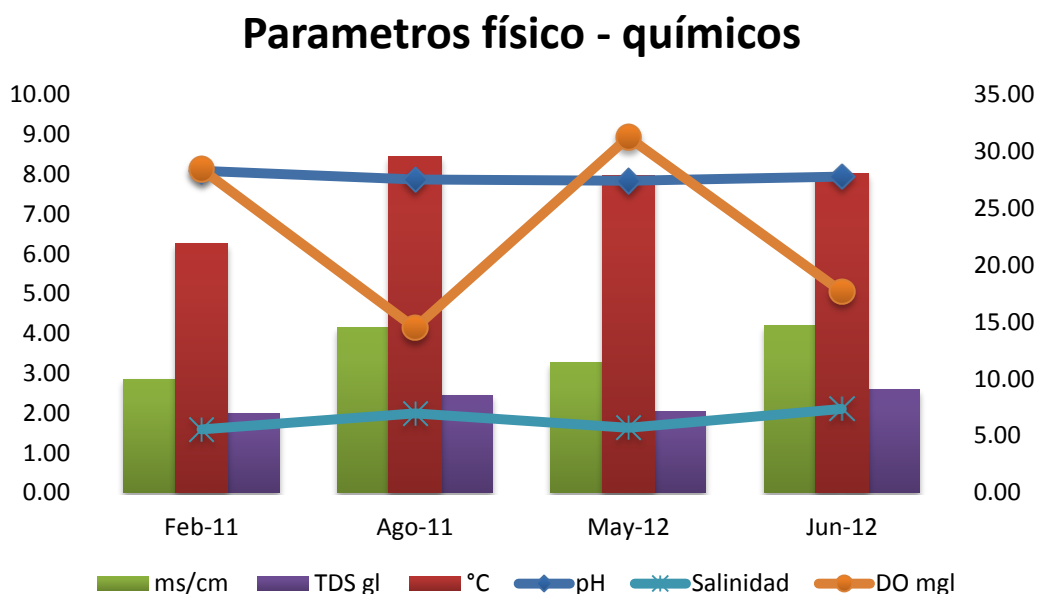


Figura 4. Valores de seis parámetros físico-químicos: ms/cm (microsiemens por centímetro), TDS (Total de solidos disueltos), °C (Temperatura), pH (peso de Hidrógeno), salinidad, DO (Oxígeno disuelto), de la Ciénega Churince.

Tabla 2. Comparación cualitativa del agua de la Ciénega Churince de 1983, 2001(Tomado de Hendrickson *et al.*, 2008), 2011 y 2012.

Sitio y año	Temperatura °C	pH	Conductividad (ms/cm)	Oxígeno disuelto (ml/L)	Alcalinidad (mg/L)	ORP
Churince						
1983	30.4	7.05	-	-	163	-
2001	29.7	7.12	2.54	5.1	156	-
2011	26.69	7.97	3.50	6.13	-	-56.63
2012	27.96	7.89	3.73	6.99	-	-108.43

Ejemplares colectados

Se recolectaron 569 ejemplares de diez especies de peces que pertenecen a cinco familias (Tabla 3). A continuación se presentan las principales características y la descripción alimentaria de cada una de ellas.

Tabla 3. Total de especies recolectadas, con sus respectivos ejemplares, de acuerdo a la división de la ciénega Churince.

Familia	Especie	Laguna Intermedia	Poza Bonita	Río Churince	Manantial de Agua Dulce	Total
Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon atrorus</i>	55	20	-	-	75
	<i>Cyprinodon bifasciatus</i>	-	-	19	80	99
Poeciliidae	<i>Gambusia marshi</i>	70	30	16	60	176
Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus</i>	13	-	-	-	13
	<i>Lepomis megalotis</i>	12	-	-	-	12
	<i>Micropterus salmoides</i>	48	-	-	-	48
Cichlidae	<i>Herichthys minckleyi</i>	-	-	1	8	9
	<i>Hemichromis guttatus</i>	-	-	15	87	102
Cyprinidae	<i>Dionda sp</i>	29	-	-	-	29
	<i>Cyprinella xanthicara</i>	6	-	-	-	6
Total		233	50	51	235	569

FAMILIA CYPRINODONTIDAE

Género: *Cyprinodon* (Lacepède, 1803)

Especie: *Cyprinodon atrorus* Miller, 1968

Nombre común: cachorrillo del Bolsón – Bolsón Pupfish



Descripción original: Miller, R. R. 1968: Sur de Cuatrociénegas, Coahuila.

Holotipo: UMMZ 130380.

Material revisado: CNPE-IBUNAM18857, CNPE-IBUNAM18858, CNPE-IBUNAM18859, CNPE-IBUNAM18860, CNPE-IBUNAM18868, CNPE-IBUNAM18883, CNPE-IBUNAM18892, CNPE-IBUNAM18900, CNPE-IBUNAM18913, CNPE-IBUNAM18926, CNPE-IBUNAM18933, CNPE-IBUNAM18937, CNPE-IBUNAM18943, CNPE-IBUNAM18957, CNPE-IBUNAM18958.

- 24 -

Historia natural de la especie. Es un pez que habita en el fondo (asociado al bentos del cuerpo de agua), altamente eurihalino y euritérico. Está adaptado a condiciones ambientales severas y a menudo es la única especie en su hábitat, aunque se ha visto que suele coexistir con, *Lucania interioris*, *Gambusia marshi*, *C. xanthiara*, *Dionda sp.*, *M. salmoides*, *L. megalotis*, y *L. macrochirus* en la ciénega Churince. Es una especie ovípara, con fertilización externa, su actividad reproductiva en machos puede ocurrir a lo largo de todo el año y se han observado peces juveniles durante todo el año, pero la mayor actividad reproductiva es en verano (Itzkowits y Minckley 1969).

La forma circunvolucionada y larga tan característica del intestino del cachorrillo sugiere una dieta herbívora, sin embargo en el contenido estomacal se han encontrado invertebrados y algunas veces huevos de otros ciprinodóntidos (Arnold 1972).

Distribución en el sistema Churince: El cachorrillo del Bolsón se distribuye en la laguna Intermedia, en la poza Bonita y en el río Churince (Figura 5).

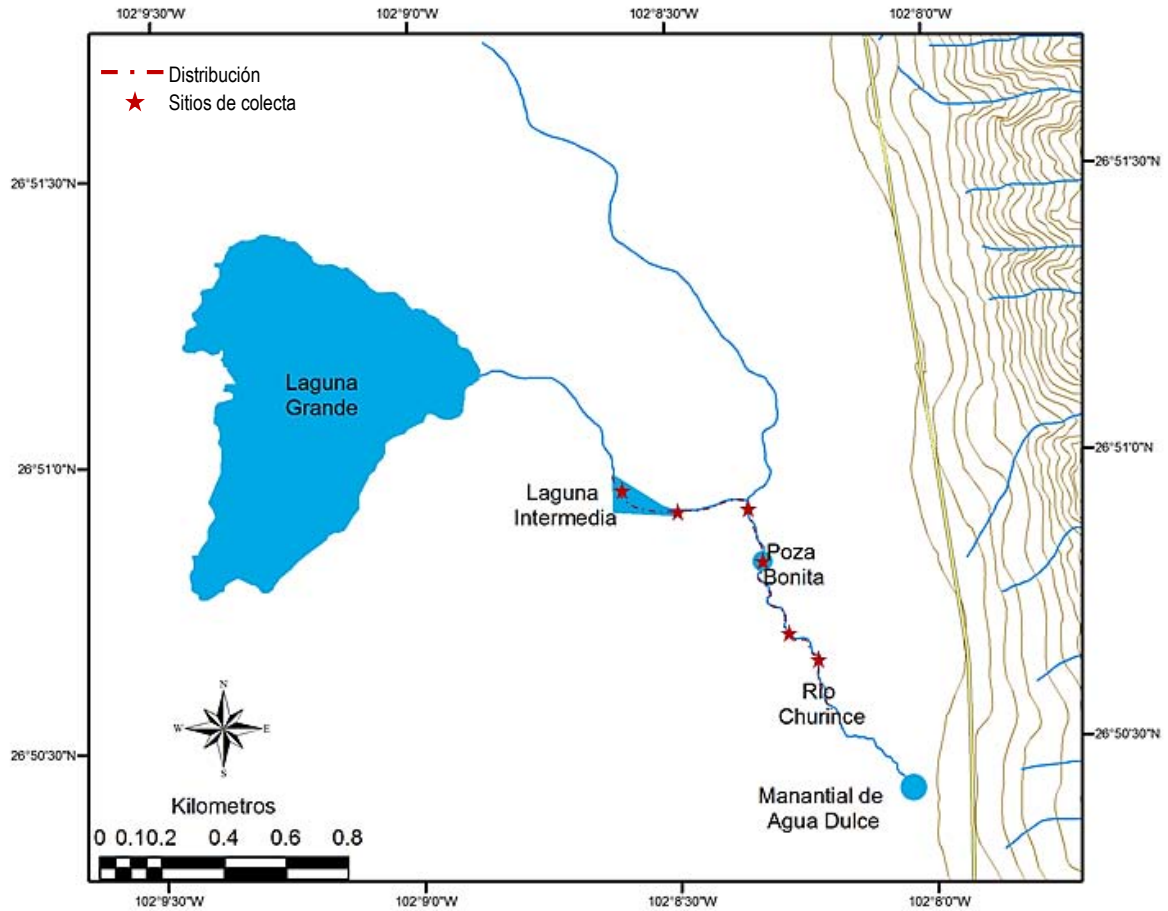


Figura 5. Mapa de distribución de *Cyprinodon atrorus* en el Sistema Churince.

Relevancia de la especie:

- 🐟 Especie endémica de Cuatrociénegas Coahuila.
- 🐟 IUCN: Bajo riesgo
- 🐟 NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada

Curva de acumulación de especies

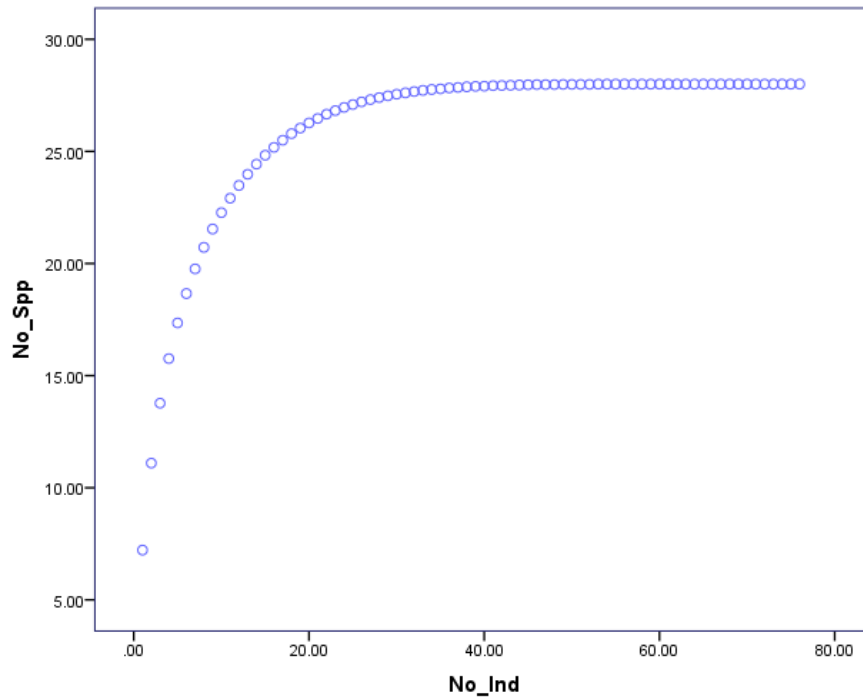


Figura 6. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal de *C. atrorus*.

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *C. atrorus*

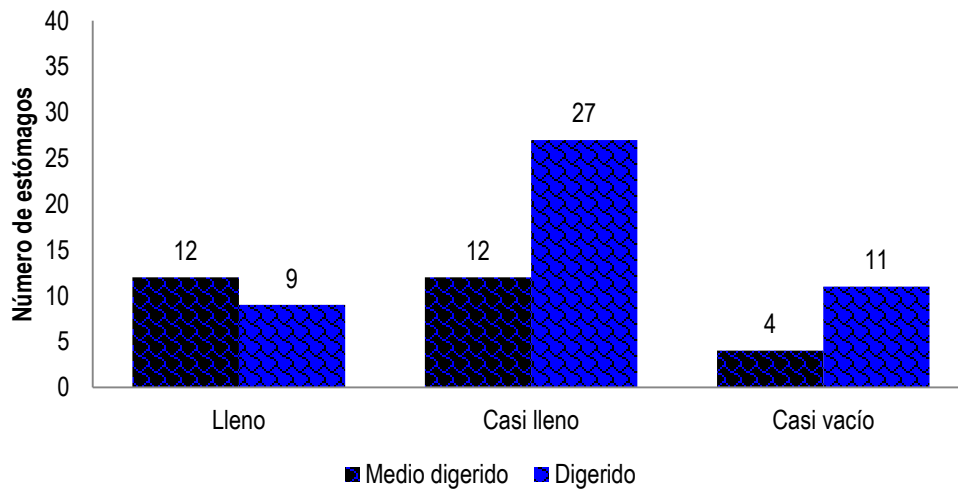


Figura 7. Estómagos examinados de *C. atrorus* (75), de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 4. Resumen total del espectro trófico de *Cyprinodon atrorus*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q	H'
Alimenticias							
Crustáceos	20.85	28.28	22.40	17.49	23.85	248.50	6.73
Ácaros	1.28	1.60	5.65	0.18	2.84	0.47	3.70
Insecta	71.45	60.44	49.00	77.53	60.30	1406.96	9.15
Gasterópodos	0.18	0.52	1.28	0.05	0.66	0.10	2.13
Teleósteos	1.93	1.86	6.92	1.46	3.57	3.59	1.56
Plantas	4.15	6.85	13.66	3.25	8.22	14.83	0.32
No Identificado	0.16	0.45	1.09	0.04	0.57	0.07	0.28
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1674.52	

Tamaño total de la muestra = 75

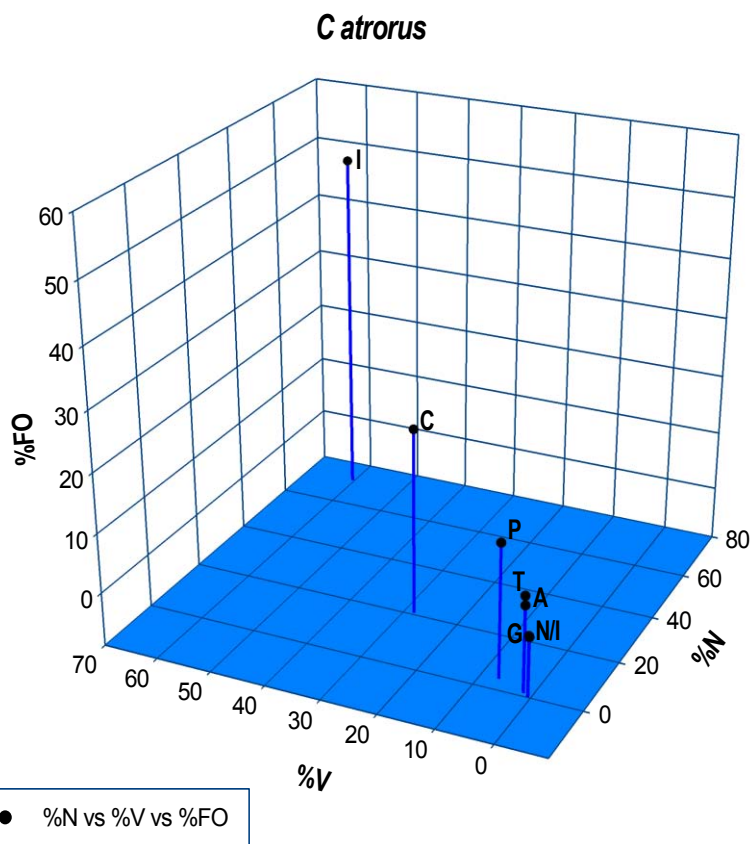


Figura 8. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *C. atrorus*, A: Ácaros, C: Crustáceos, I: Insecta, G: Gasterópodos, N/I: No identificados, P: Plantas, T: Teleósteos.

a)IRI %

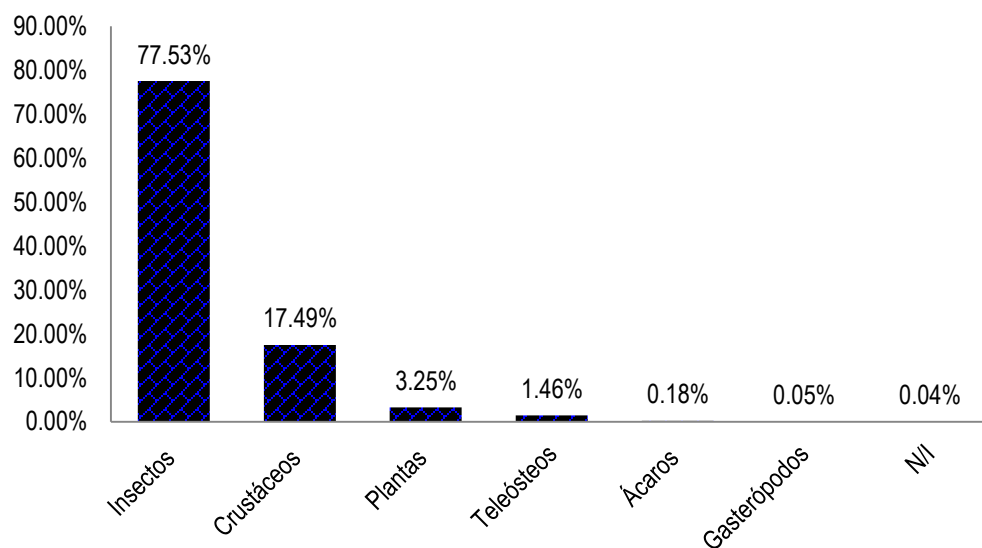


Figura 9. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *C. atrorus*, expresada por el Índice de Importancia Relativa (IRI).

b)Rla %

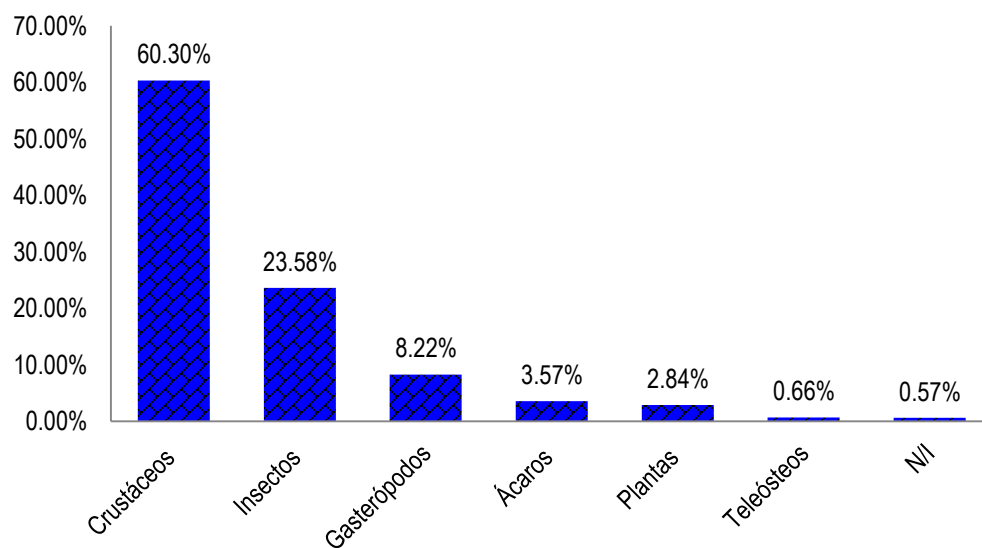


Figura 10. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *C. atrorus*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla)

Género: *Cyprinodon* (Lacepède, 1803)

Especie: *Cyprinodon bifasciatus* Miller, 1968

Nombre común: cachorrillo de Cuatro Ciénegas – Cuatro Ciénegas Pupfish.



Descripción original: Miller, R. R. 1968: Río Puente Colorado, a 11 kilómetros cerca del sur de Cuatrociénegas, sistema del Río Mezquites, Coahuila, México.

Holotipo: UMMZ 179835.

Material revisado: CNPE-IBUNAM18870, CNPE-IBUNAM18876, CNPE-IBUNAM18889, CNPE-IBUNAM18897, CNPE-IBUNAM18898, CNPE-IBUNAM18903, CNPE-IBUNAM18905, CNPE-IBUNAM18916, CNPE-IBUNAM18928, CNPE-IBUNAM18939, CNPE-IBUNAM18940, CNPE-IBUNAM18947, CNPE-IBUNAM18948.

Historia natural de la especie. Es una especie que forma parte del necton y está restringida a aguas termales (26.7°C - 34.5° C) en o cerca de manantiales así como arroyos y humedales con un flujo constante de agua caliente y características físicas bastante constantes (Arnold 1972). En la época cálida del año se mueven hacia zanjas y canales, penetrando en Ciénegas y lagunas someras. La química del agua está dominada por sulfato de magnesio y con una alta proporción de bicarbonato de calcio (Miller *et al.*, 2009).

A diferencia de la mayoría de las especies de cachorrillos, *Cyprinodon bifasciatus* parece ser sensible a los cambios térmicos, y en contraste con la mayoría de las especies de *Cyprinodon*, vive de manera abierta y activa, en competencia con muchos otros peces. La especie puede reproducirse a lo largo del año, son ovíparos, con reproducción externa (Miller *et al.*, 2009).

Se ha encontrado, que el cachorrillo se alimenta de plantas animales e incluso de sus propios huevos. En los contenidos estomacales de peces adultos analizados solo se han encontrado residuos del fondo y materia orgánica (Miller *et al.*, 2009).

Distribución en el sistema Churince: El cachorrillo de Cuatrociénegas se distribuye en el río Churince y en el Manantial de Agua Dulce (Figura 11).

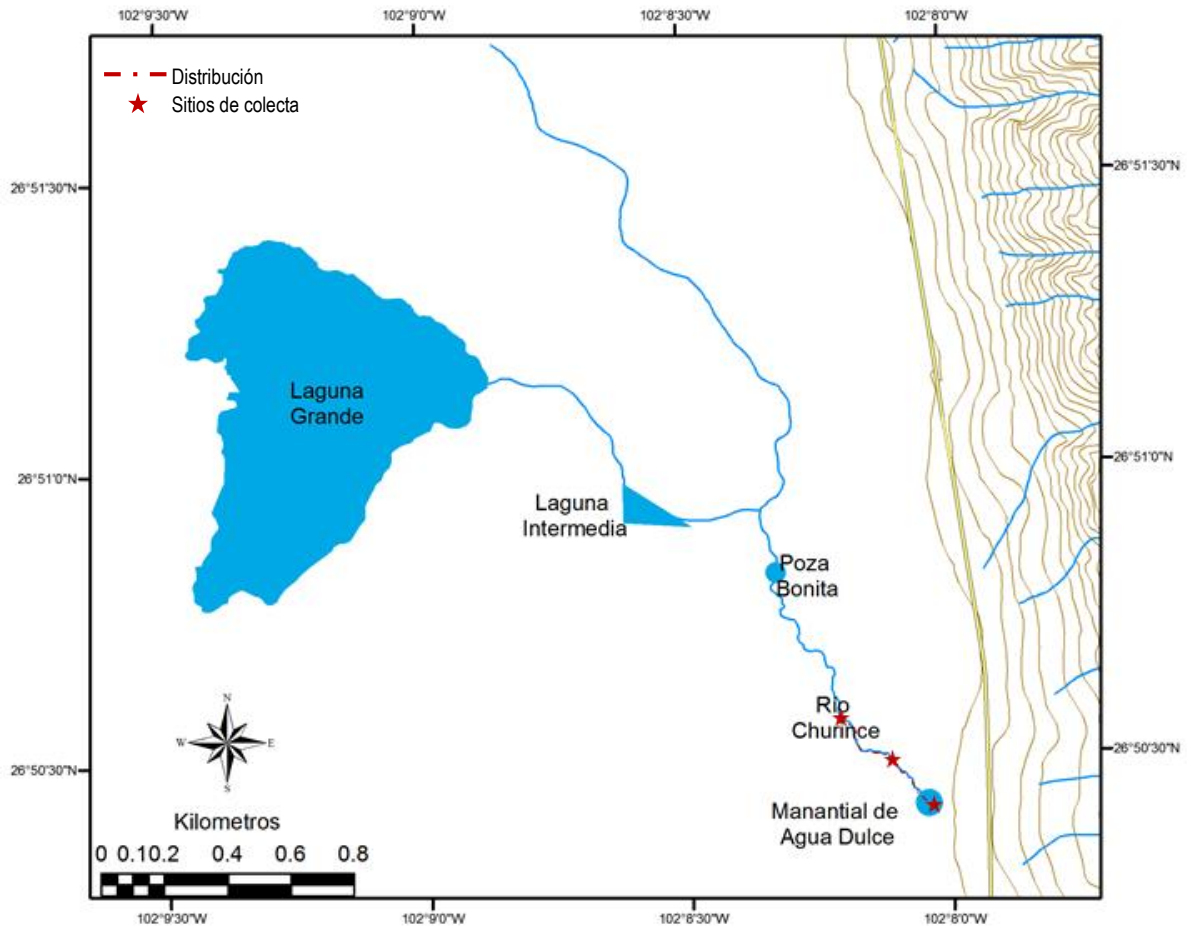


Figura 11. Mapa de distribución de *Cyprinodon bifasciatus* en el sistema Churince.

Relevancia de la especie:

- 📍 Es una especie endémica de Cuatrociénegas, Coahuila
- 📍 IUCN: Bajo riesgo
- 📍 NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada

Curva de acumulación de especies

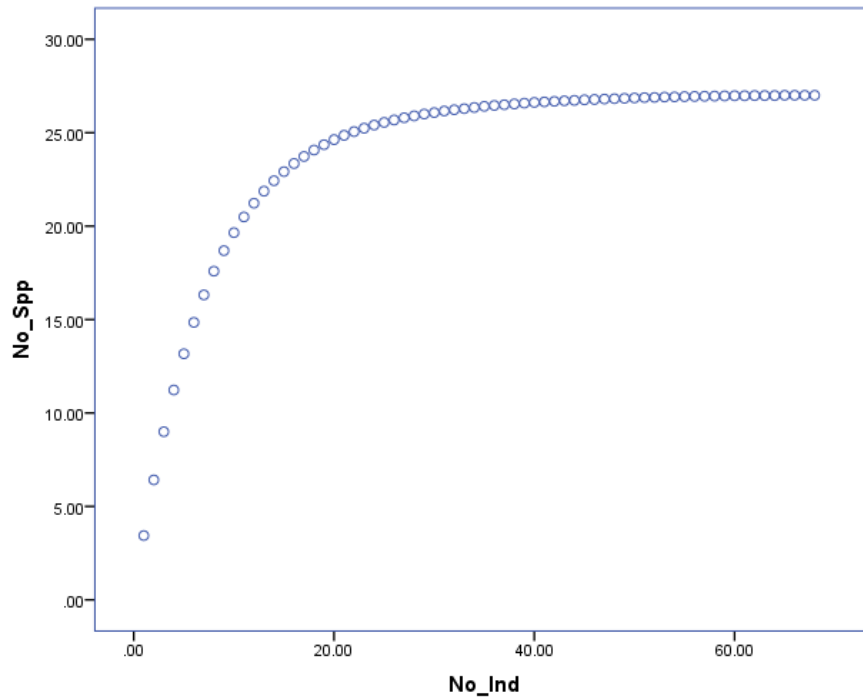


Figura 12. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal de *Cyprinodon bifasciatus*.

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *C. bifasciatus*

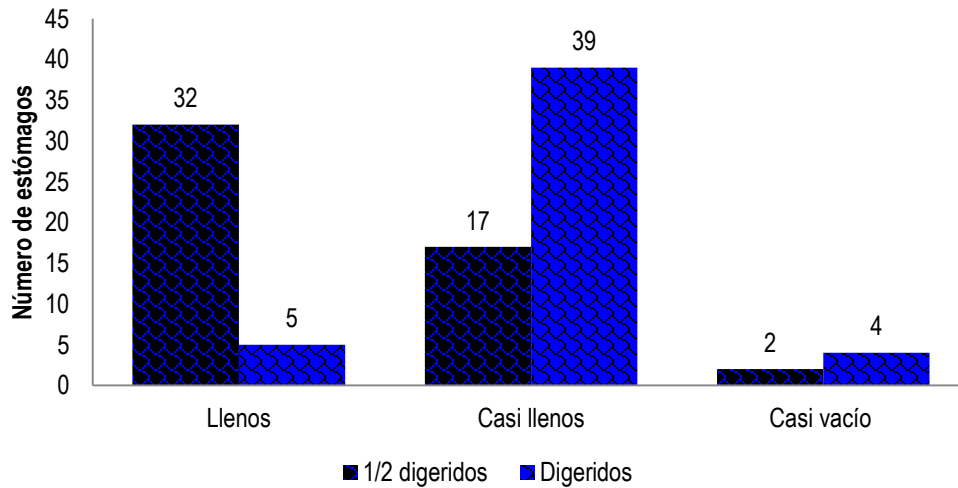


Figura 13. Estómagos examinados de *C. bifasciatus* (99), de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 5. Resumen total del espectro trófico de *Cyprinodon bifasciatus*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa), coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías alimenticias	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q	H'
Crustáceos	65.57	29.78	34.92	55.18	43.42	546.63	7.47
Ácaros	1.00	1.58	5.31	11.71	17.28	1.37	1.24
Arañas	0.19	1.26	1.12	0.10	0.86	0.24	0.32
Insectos	19.03	37.36	25.98	29.14	27.46	307.42	8.52
Gasterópodos	0.76	3.16	1.96	2.38	5.48	1.33	1.00
Teleósteos	3.05	3.32	10.06	0.72	2.36	7.94	2.88
Nemátodos	0.29	0.79	1.68	0.22	1.96	0.23	0.45
Plantas	10.11	22.75	18.99	0.11	0.92	73.20	6.26
Total	100	100	100	100	100.00	938.11	28.15

Tamaño de la muestra = 104

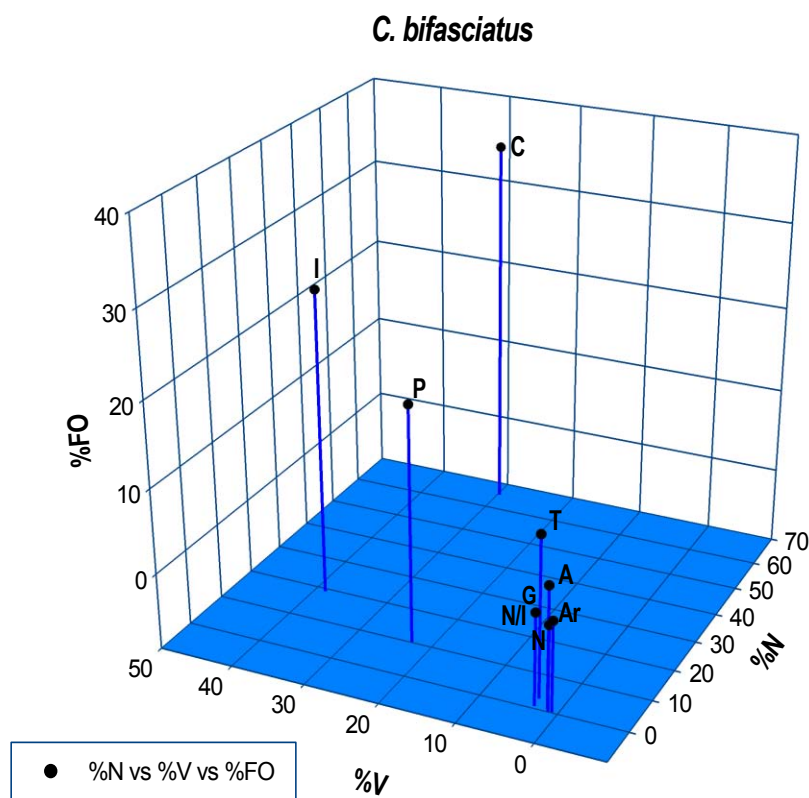


Figura 14. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *C. bifasciatus*, A: ácaros, Ar: Arañas, C: Crustáceos, G: Gasterópodos, I: Insectos, N: nemátodos, N/I: No identificados, P: Plantas, T: Teleósteos.

IRI %

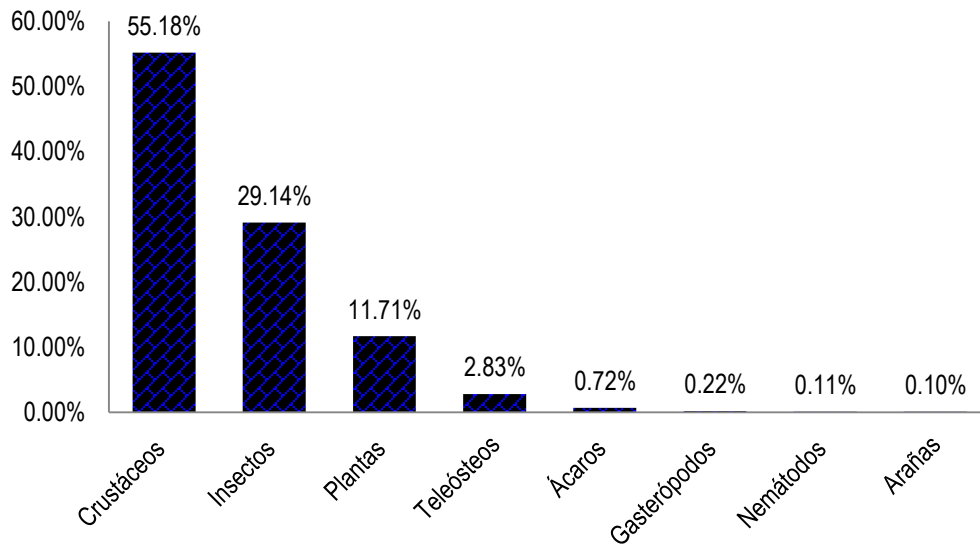


Figura 15. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *C. bifasciatus*, expresada por el Índice de Importancia Relativa (IRI).

Rla %

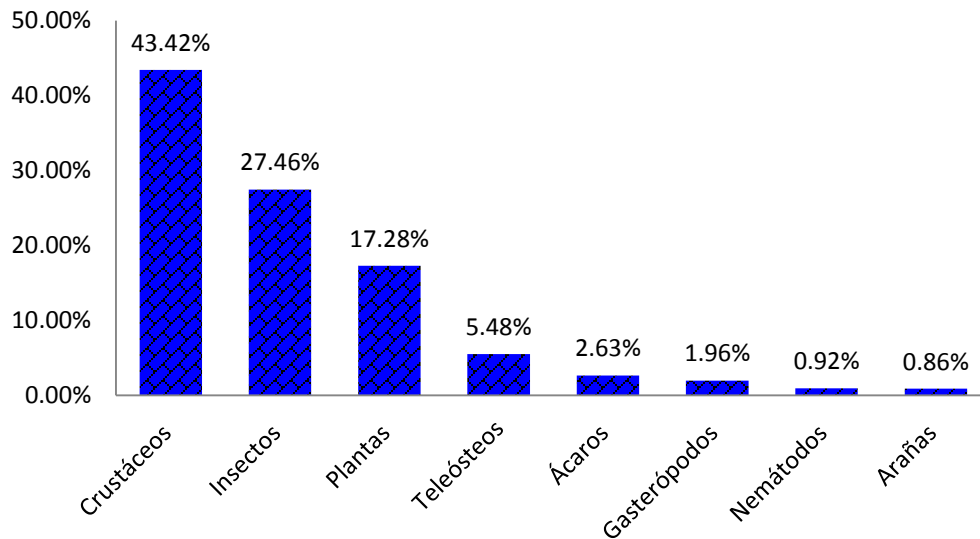


Figura 16. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *C. bifasciatus*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla)

FAMILIA POECILIIDAE

Género: *Gambusia* Poey, 1854

Especie: *Gambusia marshi* Minckley & Craddock, 1962

Nombre común: guayacón de los Nadadores - Robust gambusia



Descripción original: Minckley, W. L. y Craddock, J. E. en Minckley, 1962. Río Salado de los Nadadores, cerca del cruce con el Río Salado de Monclova, a 1.6 km al sur de Hermanas, Coahuila, México.

Holotipo: UMMZ 179167.

Material revisado: CNPE-IBUNAM18856, CNPE-IBUNAM18861, CNPE-IBUNAM18865, CNPE-IBUNAM18872, CNPE-IBUNAM18874, CNPE-IBUNAM18878, CNPE-IBUNAM18879, CNPE-IBUNAM18884, CNPE-IBUNAM18887, CNPE-IBUNAM18891, CNPE-IBUNAM18893, CNPE-IBUNAM18896, CNPE-IBUNAM18899, CNPE-IBUNAM18901, CNPE-IBUNAM18906, CNPE-IBUNAM18909, CNPE-IBUNAM18912, CNPE-IBUNAM18915, CNPE-IBUNAM18920, CNPE-IBUNAM18923, CNPE-IBUNAM18925, CNPE-IBUNAM18929, CNPE-IBUNAM18931, CNPE-IBUNAM18932, CNPE-IBUNAM18934, CNPE-IBUNAM18936, CNPE-IBUNAM18938, CNPE-IBUNAM18942, CNPE-IBUNAM18944, CNPE-IBUNAM18946, CNPE-IBUNAM18949, CNPE-IBUNAM18953, CNPE-IBUNAM18960.

Historia natural de la especie. Es una especie que nada cerca de la superficie, agresiva y de distribución amplia en el Bolsón de Cuatrociénegas, se mueve en aguas abiertas, que habitualmente son altamente alcalinas y salinas; y convive con diversos depredadores potenciales compartiendo el mismo hábitat (Miller *et al.*, 2009).

La reproducción es fuertemente estacional, con poca actividad en el invierno y en el otoño, y la temporada reproductiva alta es en primavera y verano y la fertilización es interna. Los machos maduran generalmente entre 18 y 19 mm LT, y las hembras maduran en un rango de 20 a 22 mm LT (Meffe 1985). Los alimentos principales son detritos, insectos y otros invertebrados; también se alimenta de materia vegetal y peces juveniles (Miller *et al.*, 2009).

Distribución en el sistema Churince: La podemos encontrar en toda la ciénega Churince (Figura 17).

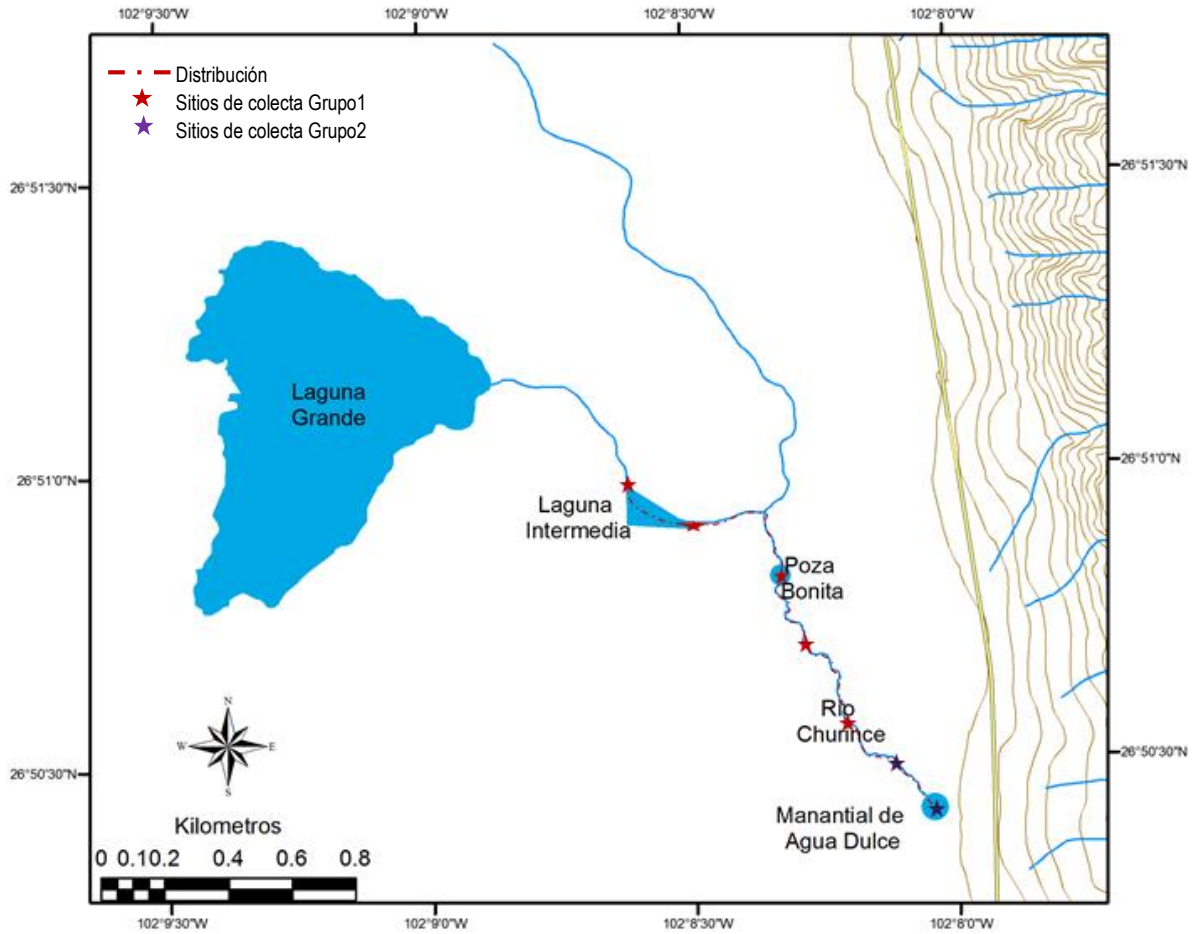


Figura 17. Mapa de distribución de *Gambusia marshi* en el sistema Churince.

Relevancia de la especie

- 📌 Especie nativa de la cuenca de Cuatrociénegas y del drenaje del río Salado de Coahuila.
- 📌 IUCN: Bajo riesgo
- 📌 NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada

Laguna intermedia – Poza Bonita – Río Churince

Curva de acumulación de especies

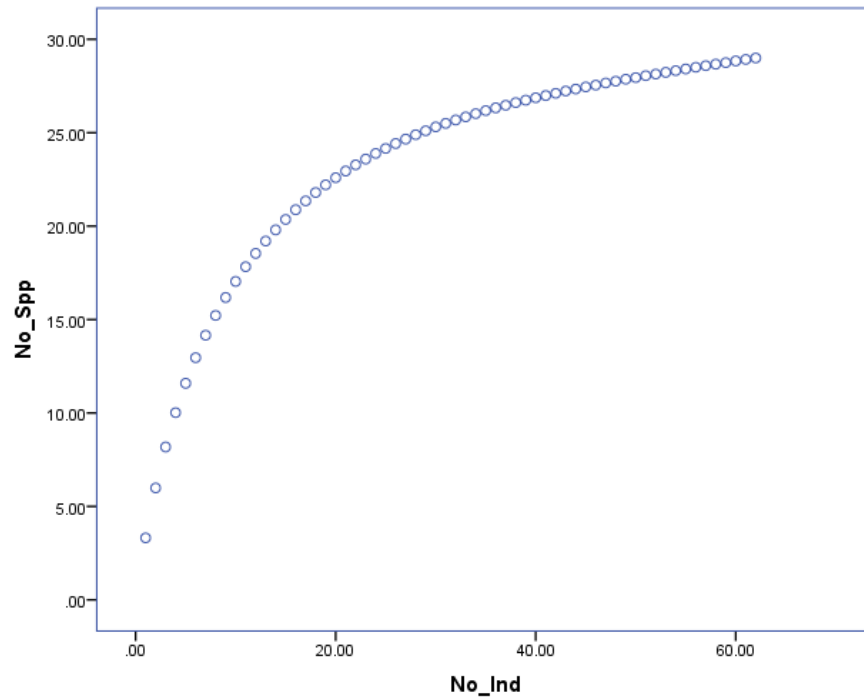


Figura 18. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal de *Gambusia marshi*.

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *G. marshi*

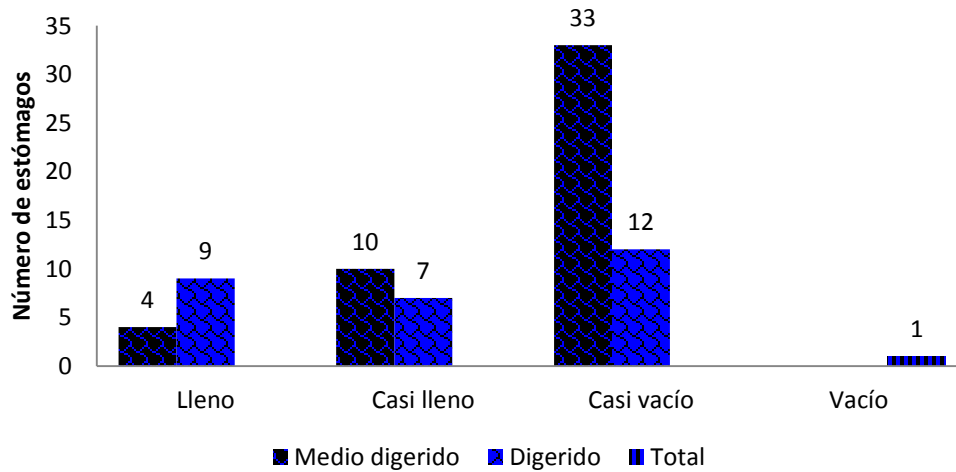


Figura 19. Estómagos examinados de *G. marshi* (76), de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 6. Resumen total del espectro trófico de *Gambusia marshi*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías alimenticias	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q	H'
Crustáceos	24.75	37.87	18.46	43.86	27.03	649.76	11.40
Ácaros	3.96	2.13	8.21	1.44	4.77	3.31	4.22
Arañas	1.58	2.20	4.10	1.11	2.63	3.48	2.17
Insectos	42.38	52.16	52.82	48.32	49.12	356.19	12.01
Gasterópodos	0.20	0.07	0.51	0.04	0.26	0.01	0.41
Teleósteos	5.15	4.60	9.74	3.98	6.50	8.72	5.04
Nemátodos	1.19	0.41	3.08	0.35	1.56	0.49	1.74
Plantas	20.00	0.27	1.03	0.75	7.10	2.75	10.62
No identificado	0.79	0.27	2.05	0.16	1.04	0.22	1.26
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1024.94	48.87

Tamaño de la muestra = 76

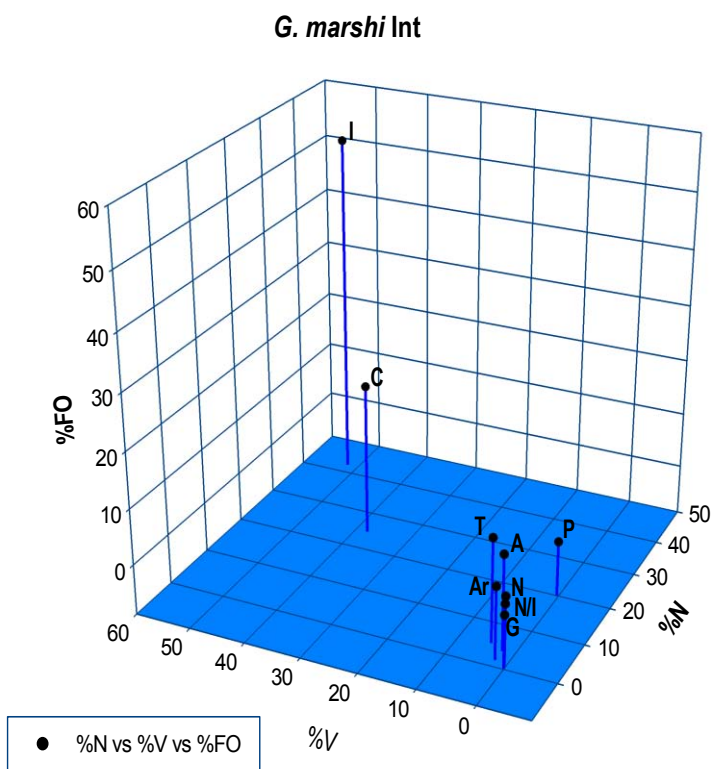


Figura 20. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *G. marshi*, A: Ácaros, Ar: Arañas, C: Crustáceos, G: Gasterópodos, I: Insectos, N: Nemátodos, N/I: No identificados, P: Plantas, T: Teleósteos.

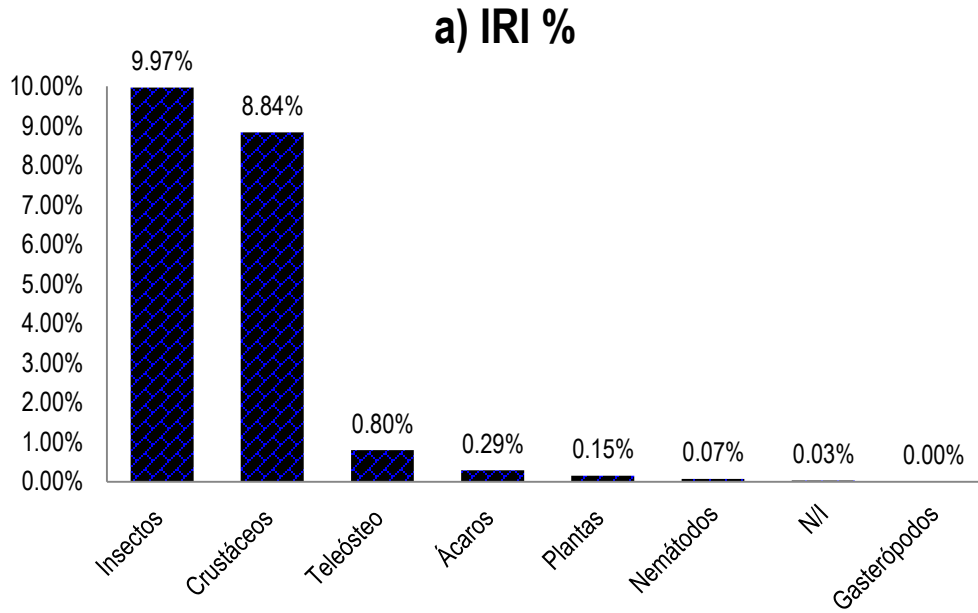


Figura 21. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *G. marshi*, expresada por el Índice de Importancia Relativa (IRI).

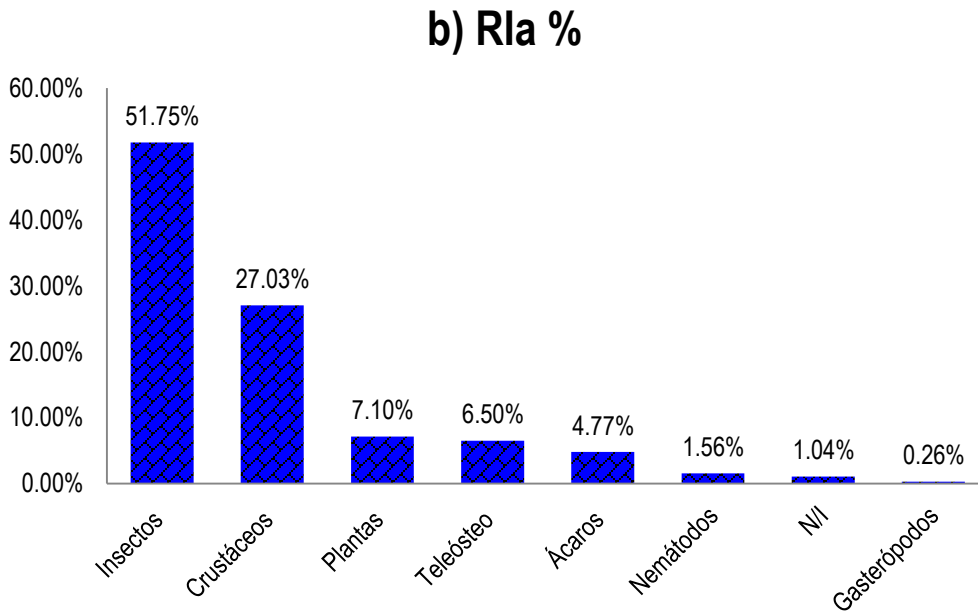


Figura 22. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *G. marshi*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla).

Manantial de agua dulce

Curva de acumulación de especies

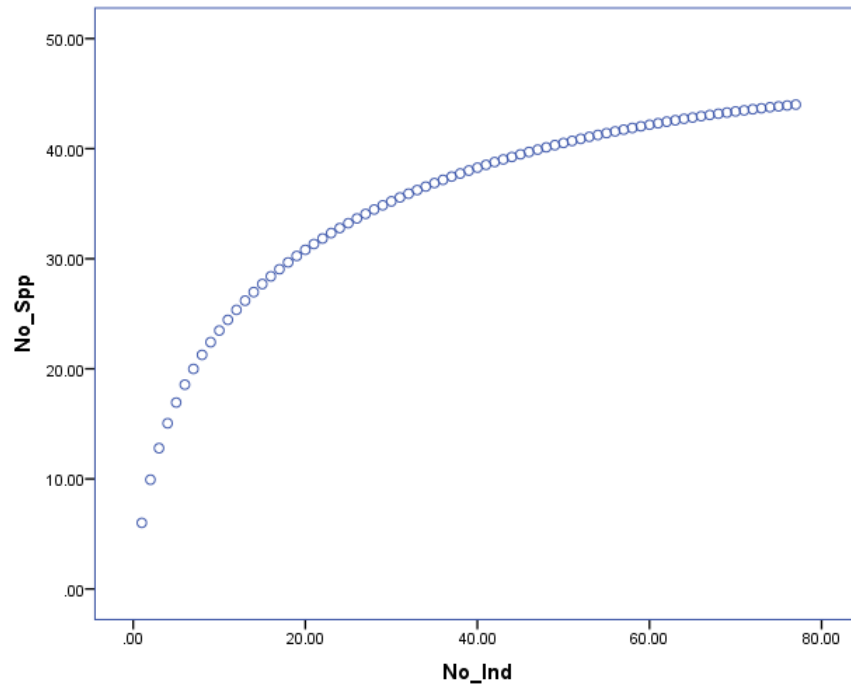


Figura 23. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal de peces de *Gambusia marshi*.

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *G. marshi*

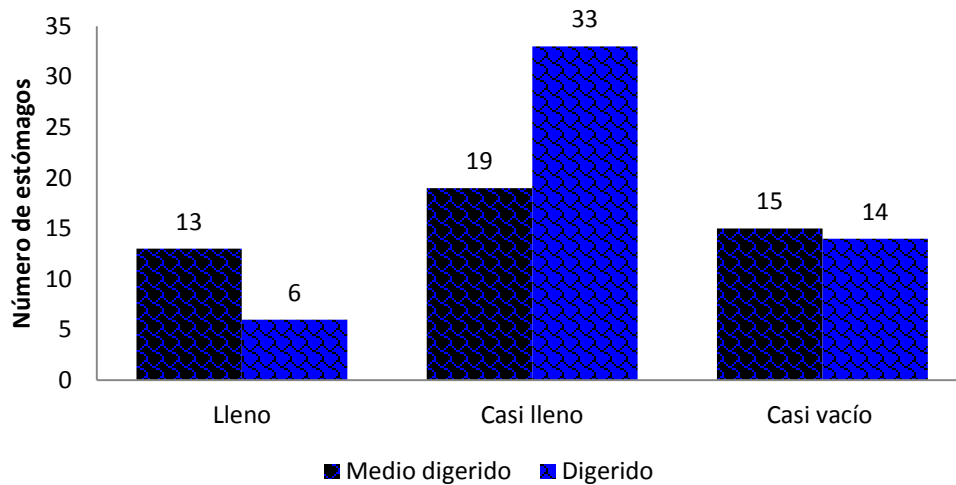


Figura 24. Estómagos examinados de *G. marshi* (100), de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 7. Resumen total del espectro trófico de *Gambusia marshi*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa), coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías alimenticias	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q	H'
Crustáceos	18.16	11.88	25.70	22.47	18.58	88.79	14.56
Ácaros	1.56	3.10	6.26	1.21	3.64	2.95	3.06
Arañas	1.86	2.79	2.38	0.67	2.34	3.95	3.48
Insectos	15.65	55.97	35.42	35.71	35.68	206.55	13.64
Teleósteo	0.88	3.40	6.26	0.99	3.52	1.10	1.97
Plantas	61.88	22.85	23.97	38.96	36.24	422.13	13.96
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	725.47	50.67

Tamaño de muestra = 100

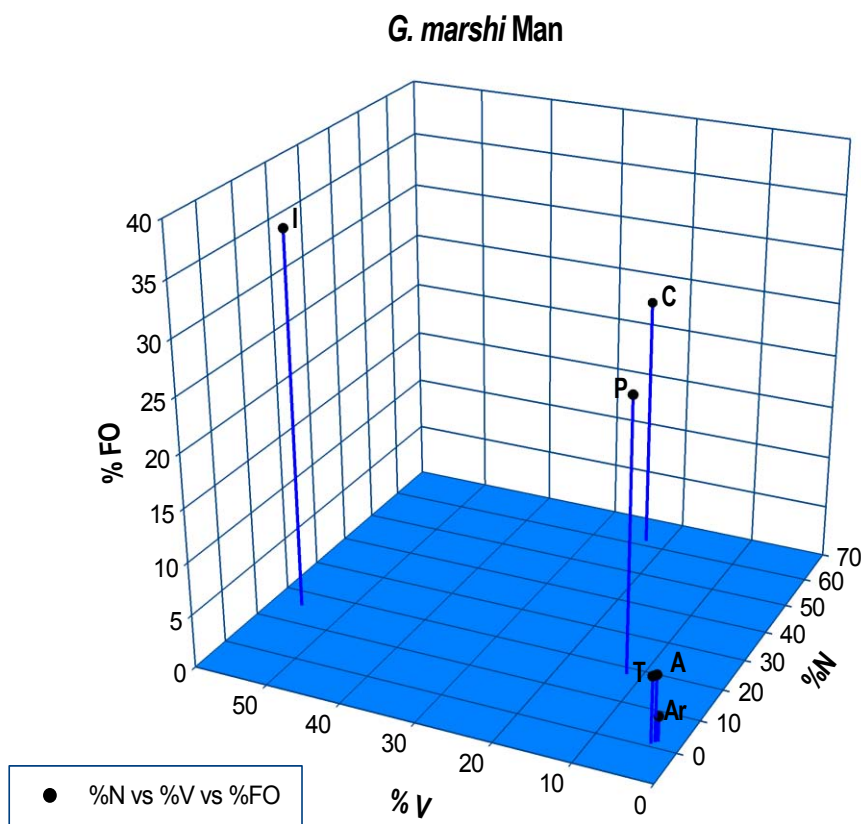


Figura 25. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *G. marshi*, A: Ácaros, Ar: Arañas, C: Crustáceos, I: Insectos, P: Plantas, T: Teleósteos.

a) IRI %

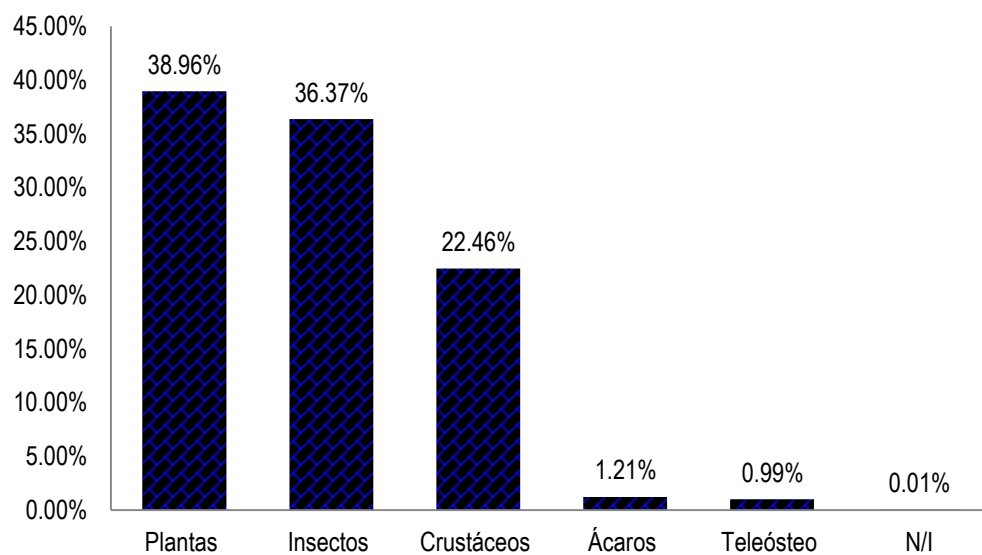


Figura 26. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *G. marshi*, expresada por el Índice de Importancia Relativa (IRI).

Rla %

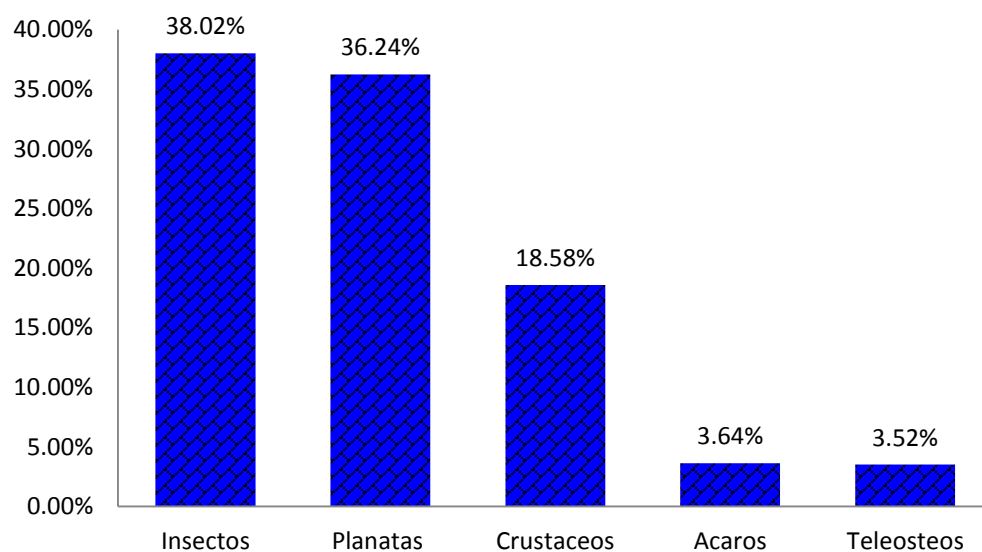


Figura 27. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *G. marshi*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla).

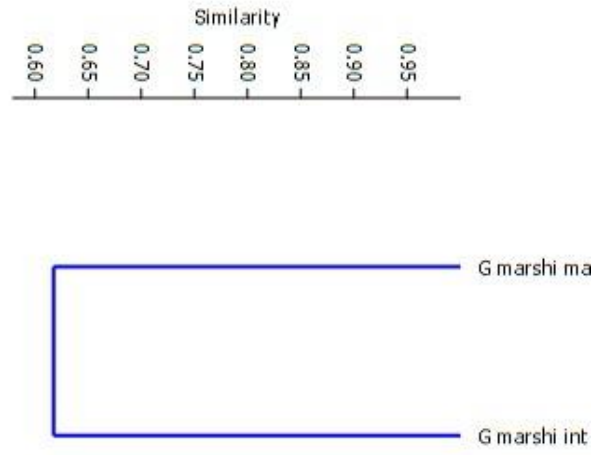


Figura 28. Dendograma del Índice de similitud de Simpson entre el grupo de *G. marshi* de la laguna intermedia y del Manantial de Agua Dulce.

FAMILIA CENTRARCHIDAE

Género: *Lepomis* Rafinesque, 1819

Especie: *Lepomis macrochirus* Rafinesque, 1819

Nombre común: mojarra oreja azul - Bluegill Sunfish



Descripción original: Rafinesque, C. S. 1819. Río Ohio, U. S. A.

Sintipos: USNM 421

Material revisado: CNPE-IBUNAM18864, CNPE-IBUNAM18895, CNPE-IBUNAM18921, CNPE-IBUNAM18927.

Historia natural de la especie. Es una especie que habita en el fondo, en aguas templadas de flujo lento y en remansos profundos y partes estancadas, donde son comunes las plantas acuáticas y otro tipo de cobertura vegetal. Habita en fondos de lodo, limo, grava y rocas (Miller *et al.*, 2009). La mojarra de oreja azul es consumidor oportunista por que puede alterar su dieta de acuerdo a la disponibilidad de alimentos, pero se alimentan principalmente de zooplancton y pequeños insectos (Desselle *et al.*, 1978; Stuber *et al.*, 1982). El desove en México inicia en marzo y dura por lo menos hasta junio (Miller *et al.*, 2009).

Distribución en el sistema Churince: Esta especie se recolectó en la laguna Intermedia del sistema Churince (Figura 29).

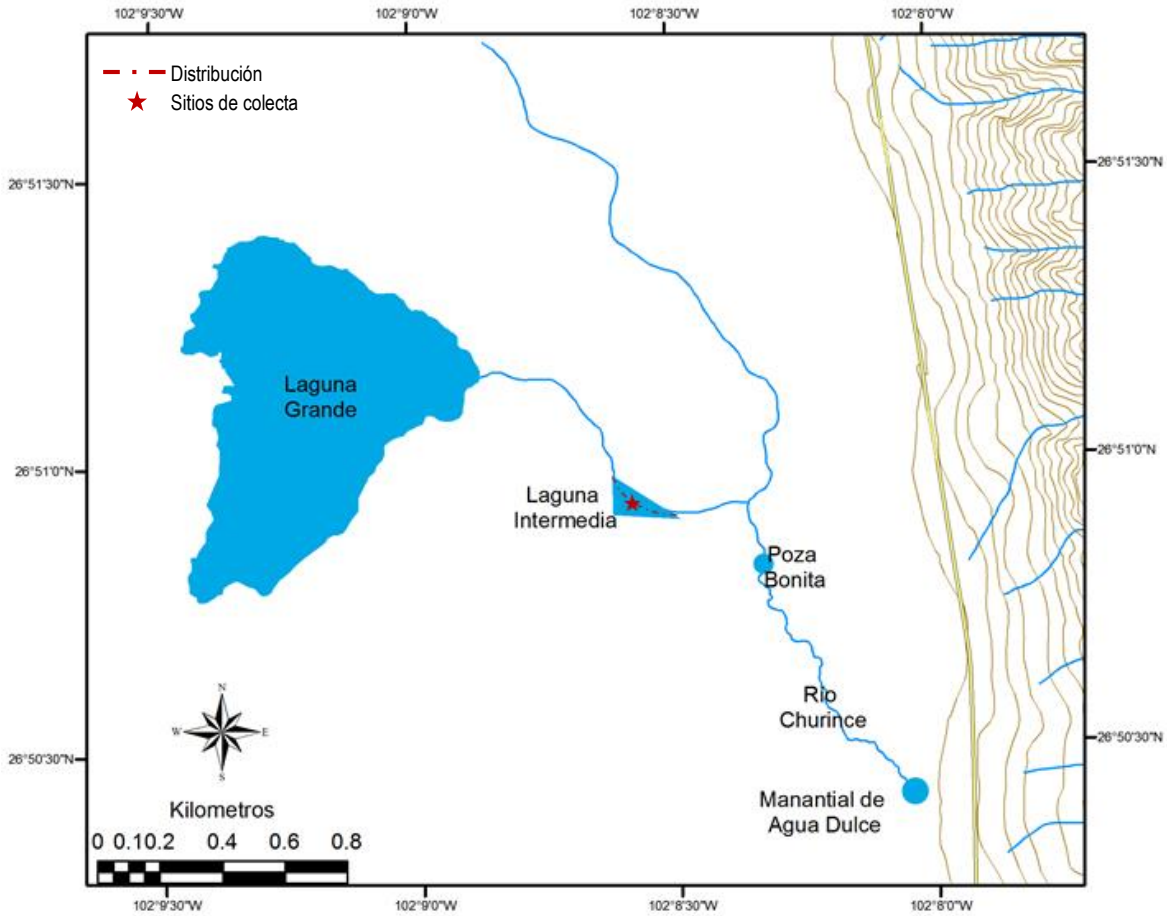


Figura 29. Mapa de distribución de *Lepomis macrochirus* en el sistema Churince.

Relevancia de la especie:

- 🦋 Especie Nativa de la región del Lago de Champlain y el Sur de Ontario a través de los grandes Lagos hasta Minnesota, y al sur hasta el noreste de las montañas rocosas en México, los Estados del Golfo y las Carolinas (Hubbs *et al.*, 2008).
- 🦋 IUCN: Menor preocupación
- 🦋 CONABIO: Es considerada una especie introducida, sin embargo en la Ciénega se ha encontrado desde los inicios de las investigaciones en este lugar.

Curva de acumulación de especies

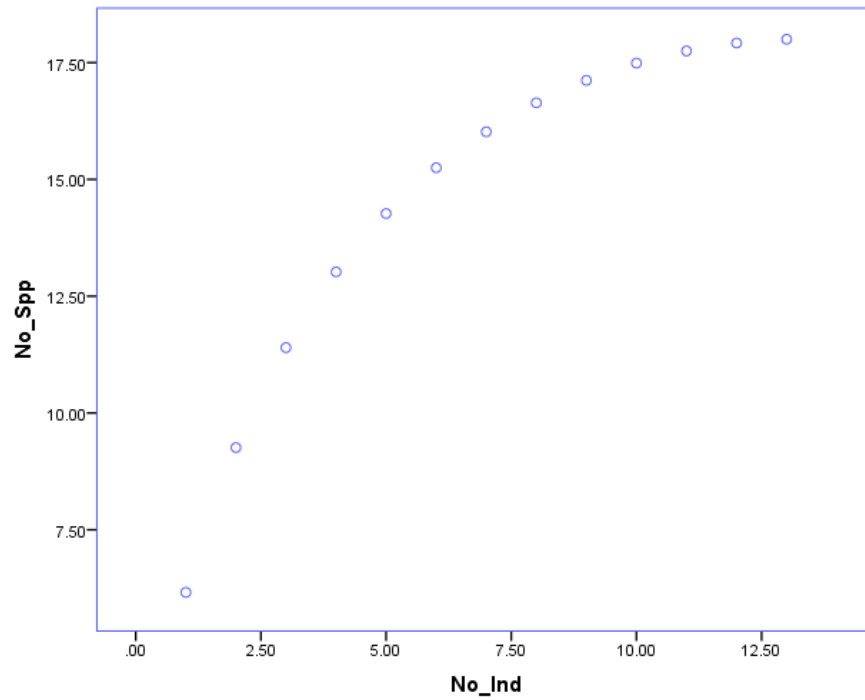


Figura 30. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal de *Lepomis macrochirus*.

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *Lepomis macrochirus*

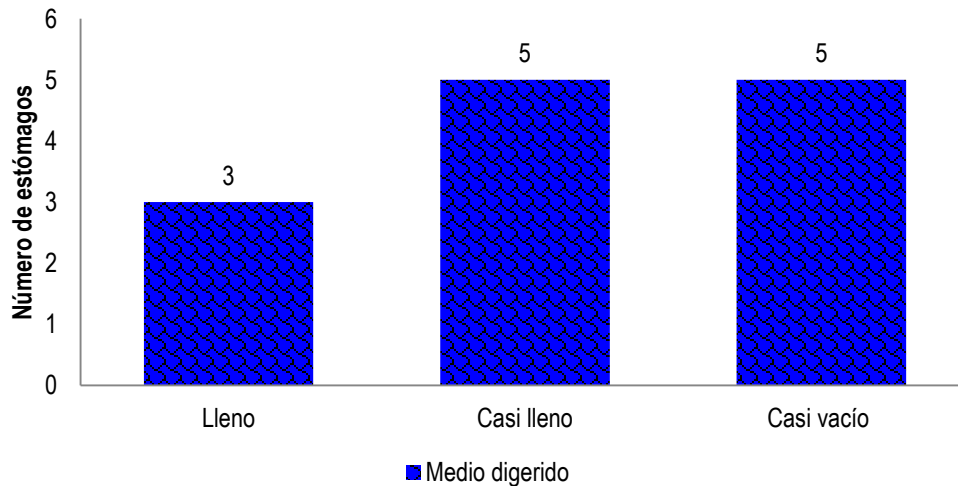


Figura 31. Estómagos examinados de *L. macrochirus* (13) de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 8. Resumen total del espectro trófico de *Lepomis macrochirus*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías alimenticias	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q	H'
Crustáceos	17.94	30.53	28.05	29.82	25.51	357.25	6.16
Ácaros	0.86	0.74	6.10	0.23	2.56	0.30	0.82
Insectos	78.91	55.75	51.22	67.40	61.96	845.18	3.74
Teleósteos	1.62	3.69	8.54	1.33	4.62	3.31	1.34
Nemátodos	0.38	8.85	2.44	1.09	3.89	3.38	0.43
Plantas	0.29	0.44	3.66	0.13	1.46	0.13	0.34
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1209.54	12.82

Tamaño de muestra = 13

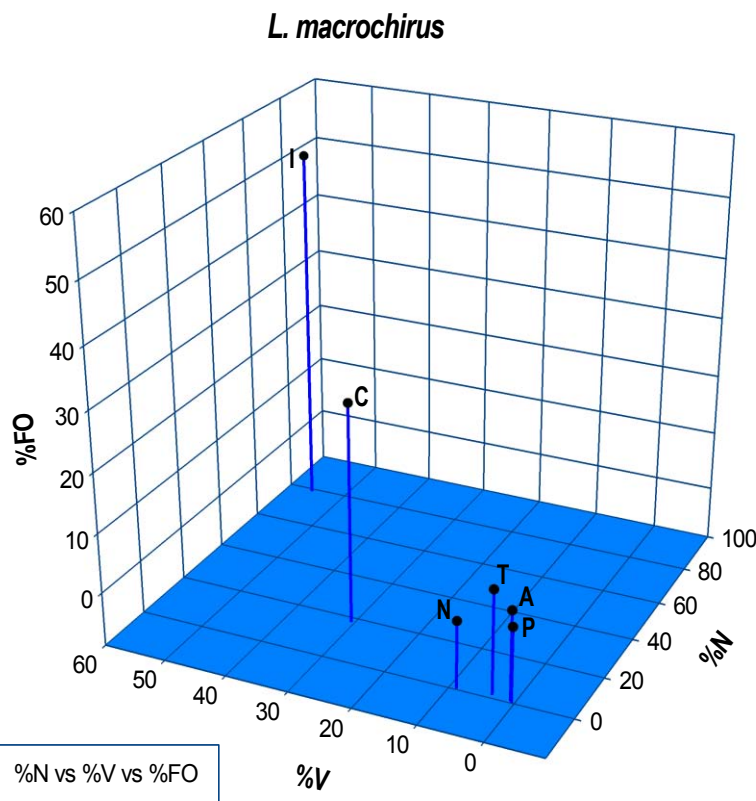


Figura 32. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *L. macrochirus*, A: Ácaros, C: Crustáceos, I: Insectos, N: Nemátodos, P: Plantas, T: Teleósteos.

IRI %

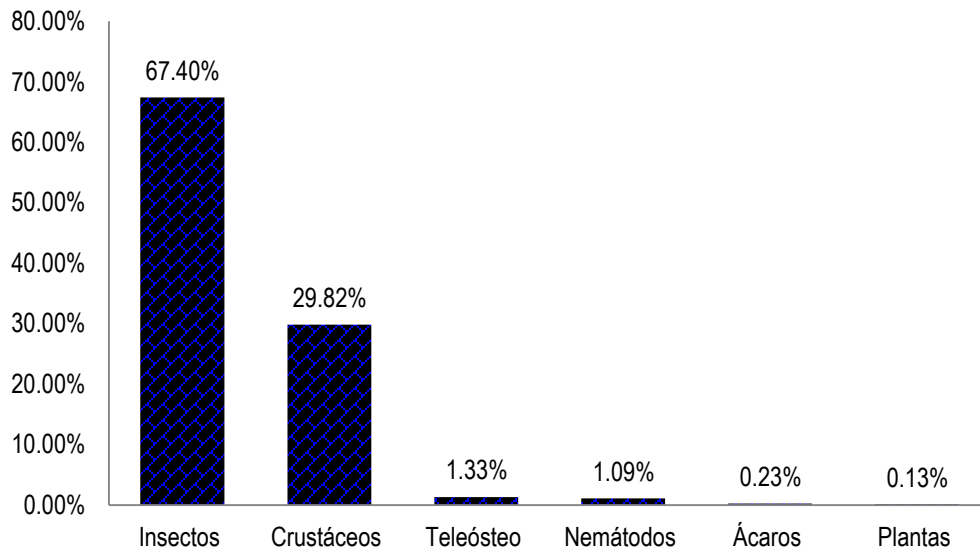


Figura 33. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *L. macrochirus*, expresada por el Índice de Importancia Relativa (IRI).

Rla %

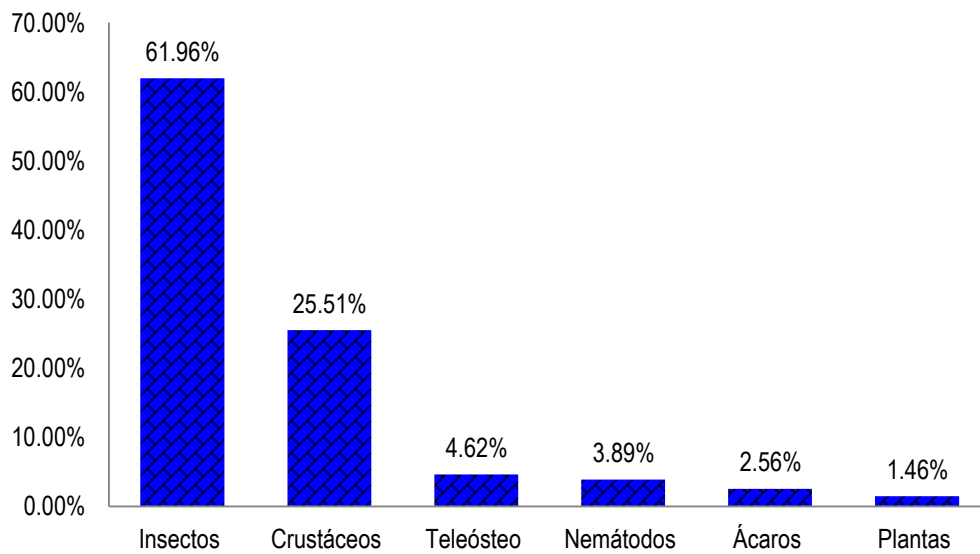


Figura 34. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *L. macrochirus*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla).

Género: *Lepomis* Rafinesque, 1819

Especie: *Lepomis megalotis* (Rafinesque, 1820)

Nombre común: orejona roja - Longer sunfish



Descripción original: Rafinesque, 1820 Kentucky, Licking and Sandy rivers, EUA.

Holotipo: USNM 446.

Material revisado: Los ejemplares utilizados para el análisis no se depositaron en la colección debido al deterioro, que presentaron después de usarlos.

Historia natural de la especie. Es una especie que normalmente vive en la zona del bentos y se alimenta en la parte inferior de los cuerpos de agua, pero también se alimenta en la superficie y profundidades medias. Su hábito alimenticio se considera oportunista, alimentándose de presas fáciles de capturar como pequeños insectos, invertebrados, etc. Se encuentra principalmente en las partes altas de los ríos y en sus afluentes en agua clara o lodosa que regularmente no tienen corriente y en cuerpos de agua poco profundos. Se han observado machos en coloración reproductiva a finales de marzo y principios de mayo, desova probablemente desde marzo hasta agosto y los machos resguardan los nidos después de que las hembras han puesto los huevos (Miller *et al.*, 2009).

Distribución en el sistema Churince: Esta especie se encontró en la Laguna Intermedia del sistema Churince (Figura 35).

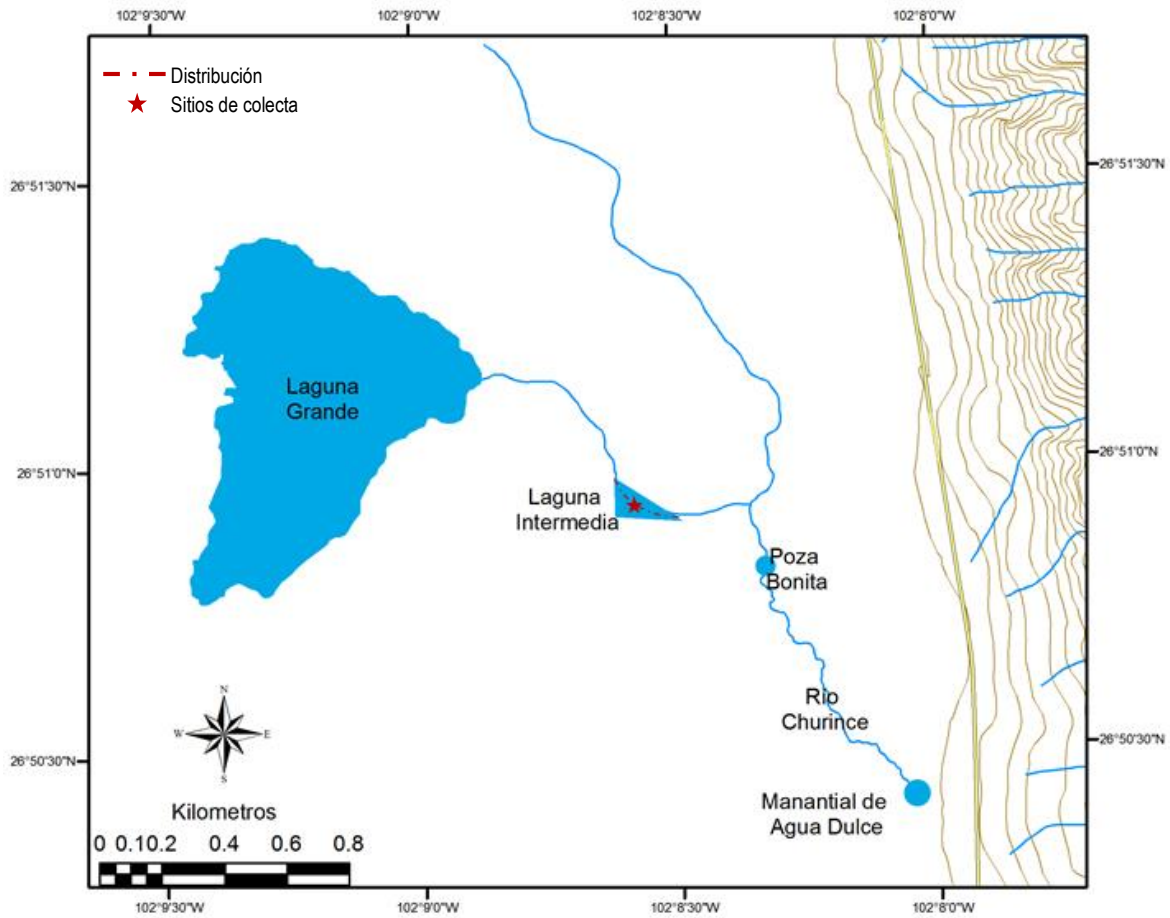


Figura 35. Mapa de distribución de *Lepomis megalotis* en el sistema Churince.

Relevancia de la especie:

- 👁️ Exclusiva del Norte de América, encontrada principalmente en el río Mississippi y del río Bravo.
- 👁️ IUCN: Menor preocupación

Curva de acumulación de especies

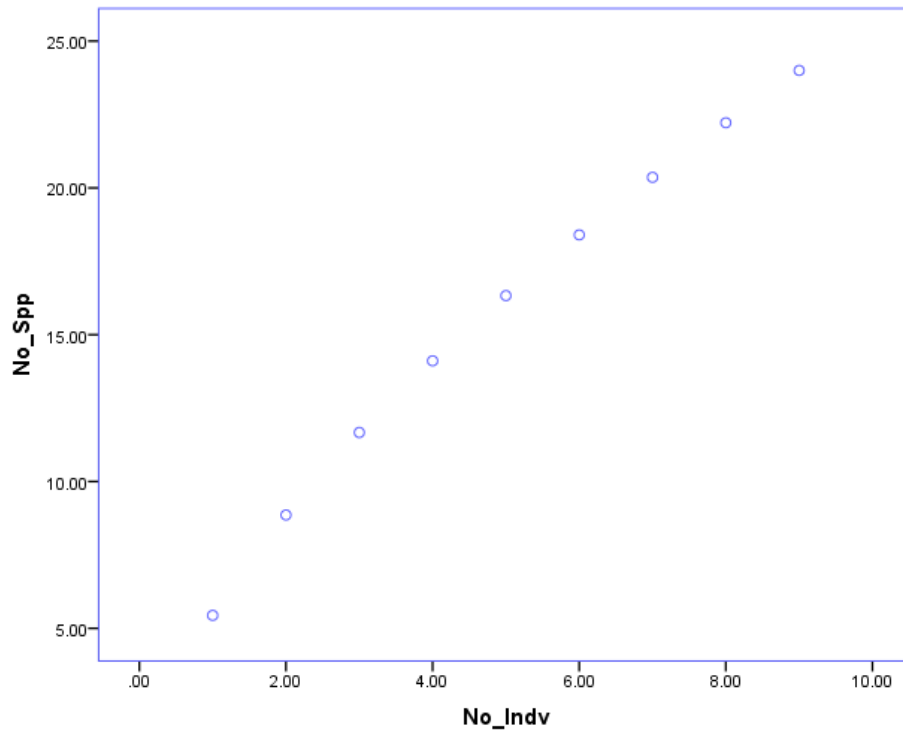


Figura 36. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal presa de *Lepomis megalotis*.

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *L. megalotis*

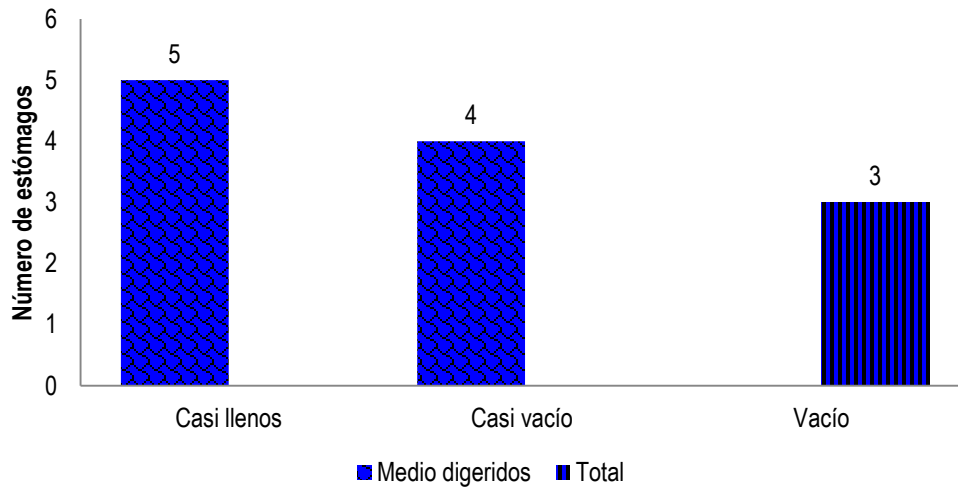


Figura 37. Estómagos examinados de *L. megalotis* (12), de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 9. Resumen total del espectro trófico de *Lepomis megalotis*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías alimenticias	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q	H'
Crustáceos	53.33	39.82	25.00	63.05	39.38	1507.75	8.38
Arañas	0.17	1.50	1.92	0.13	1.20	0.26	0.27
Insectos	39.49	49.10	46.15	34.92	44.91	852.45	9.17
Gasterópodos	1.03	3.29	9.62	0.82	4.64	1.79	1.17
Teleósteo	3.76	2.69	7.69	0.59	4.72	5.89	3.08
Nemátodos	1.37	0.60	3.85	0.31	1.94	0.82	1.47
Plantas	0.85	2.99	5.77	0.30	3.21	1.02	1.02
Total	100.00	100.00	100.00	100.13	100.00	2369.98	24.57

Tamaño de muestra = 12

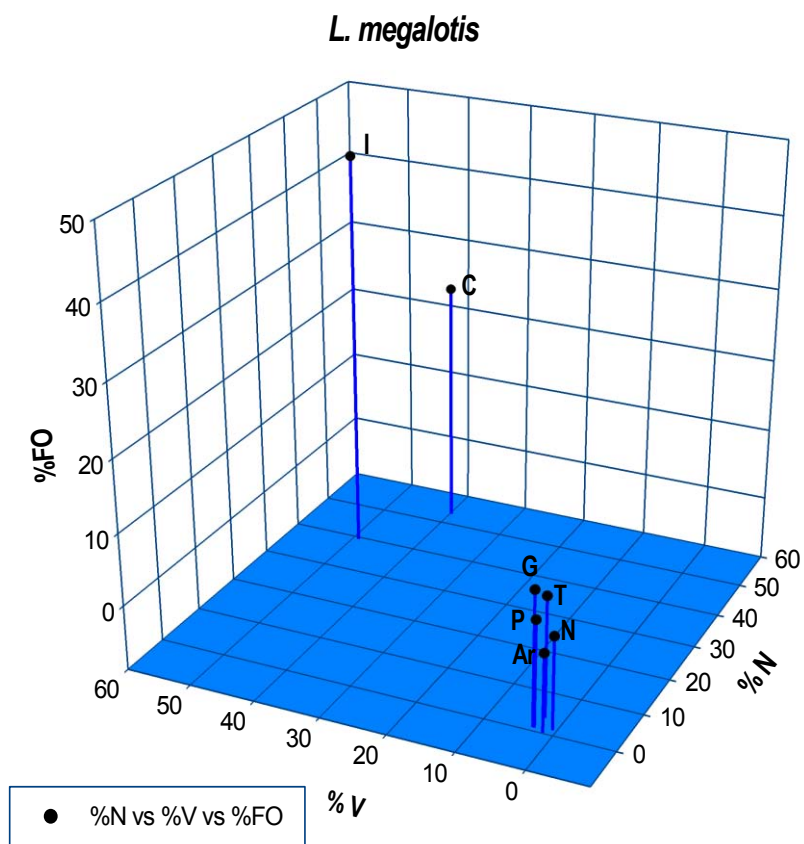


Figura 38. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *L. megalotis*, Ar: Arañas, C: Crustáceos, G: Gasterópodos, I: Insectos, N: nemátodos P: Plantas, T: Teleósteos.

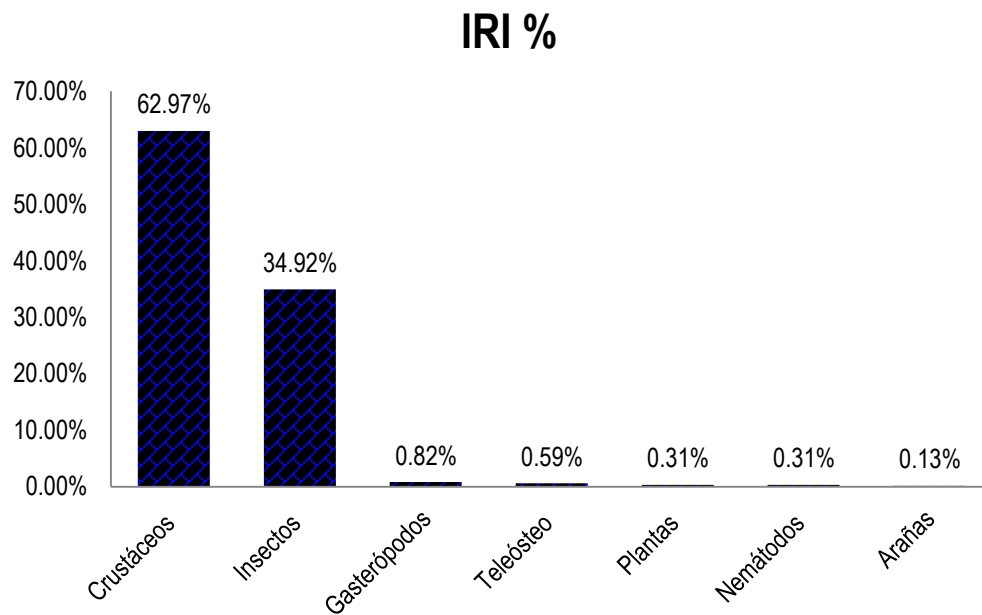


Figura 39. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *L. megalotis*, expresada por el Índice de Importancia Relativa (IRI).

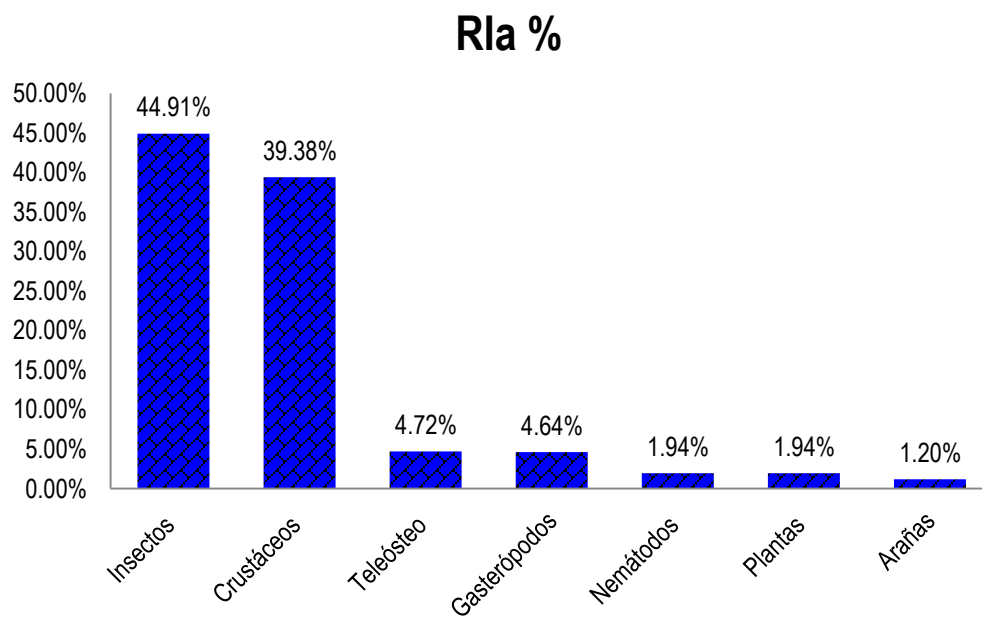


Figura 40. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *L. megalotis*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla).

Género: *Micropterus* Lacépède, 1802

Especie: *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802)

Nombre común: lobina negra – Largemouth bass



Descripción original: *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). Carolinas, EUA Sin tipos conocidos.

Material analizado: CNPE-IBUNAM18886, CNPE-IBUNAM18888, CNPE-IBUNAM18908, CNPE-IBUNAM18911, CNPE-IBUNAM18918, CNPE-IBUNAM18919, CNPE-IBUNAM18922, CNPE-IBUNAM18924.

Historia natural de la especie. Es una especie bentónica que tolera una amplia variedad de condiciones, pero prefiere aguas más bien cálidas, moderadamente claras y de corriente lenta o nula. Durante el día, este pez suele permanecer en aguas más profundas, cerca de troncos o de aglomeraciones de material a la deriva y otras coberturas; y se mueve a zonas más someras al atardecer para alimentarse (Heidinger, 1976). En México el desove inicia probablemente en marzo y dura hasta junio. Los juveniles se alimentan de pequeños crustáceos, pronto suplementados con insectos y larvas. Los adultos depredan sobretodo peces, langostinos, insectos grandes, así como ocasionalmente rana, ratones u otro animal que nade o caiga al agua (Miller *et al.*, 2009).

Distribución en el sistema Churince: Esta especie de pez se encuentra distribuida en la laguna intermedia, del sistema Churince (Figura 41).

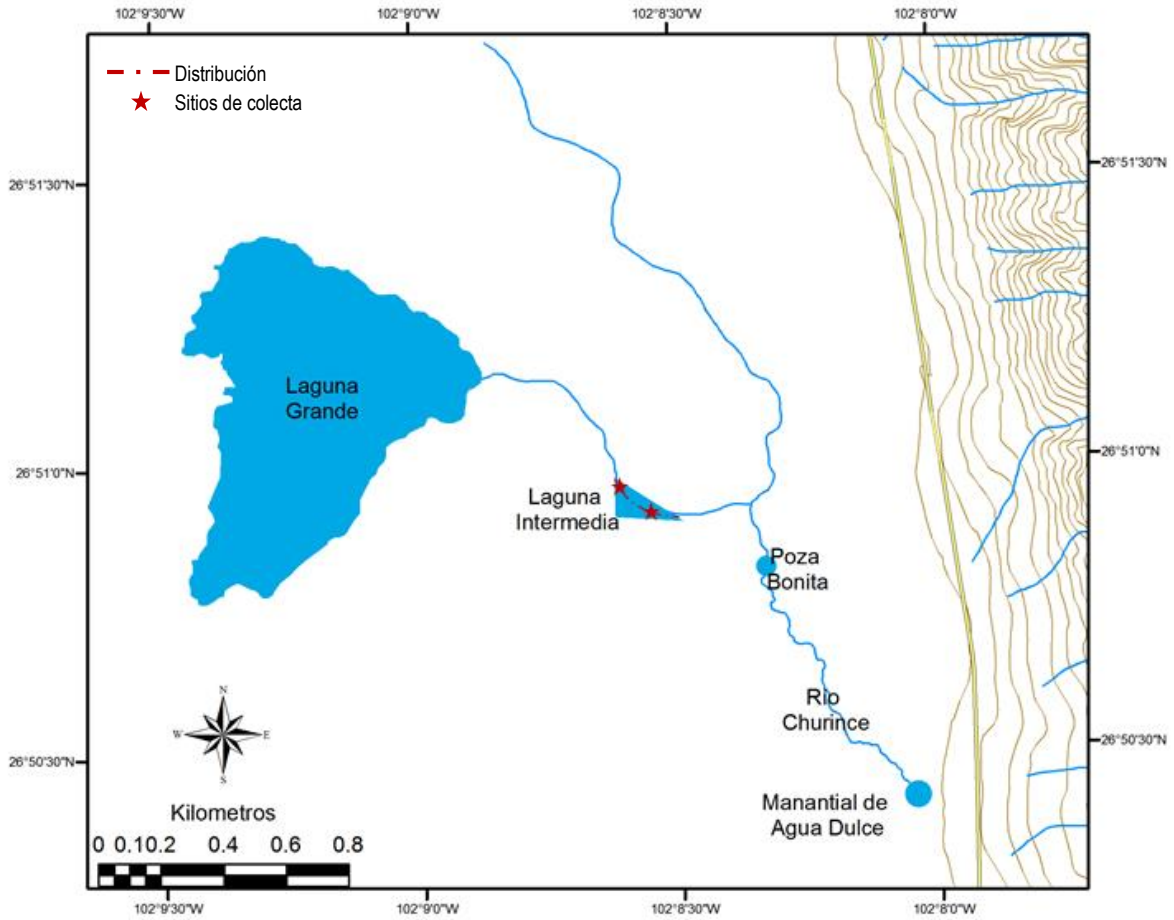


Figura 41. Mapa de distribución de *Micropterus salmoides* en el sistema Churince.

Relevancia de la especie

- 🐟➡ Especie probablemente endémica de Cuatrociénegas.
- 🐟➡ IUCN: Menor preocupación

Curva de acumulación de especies

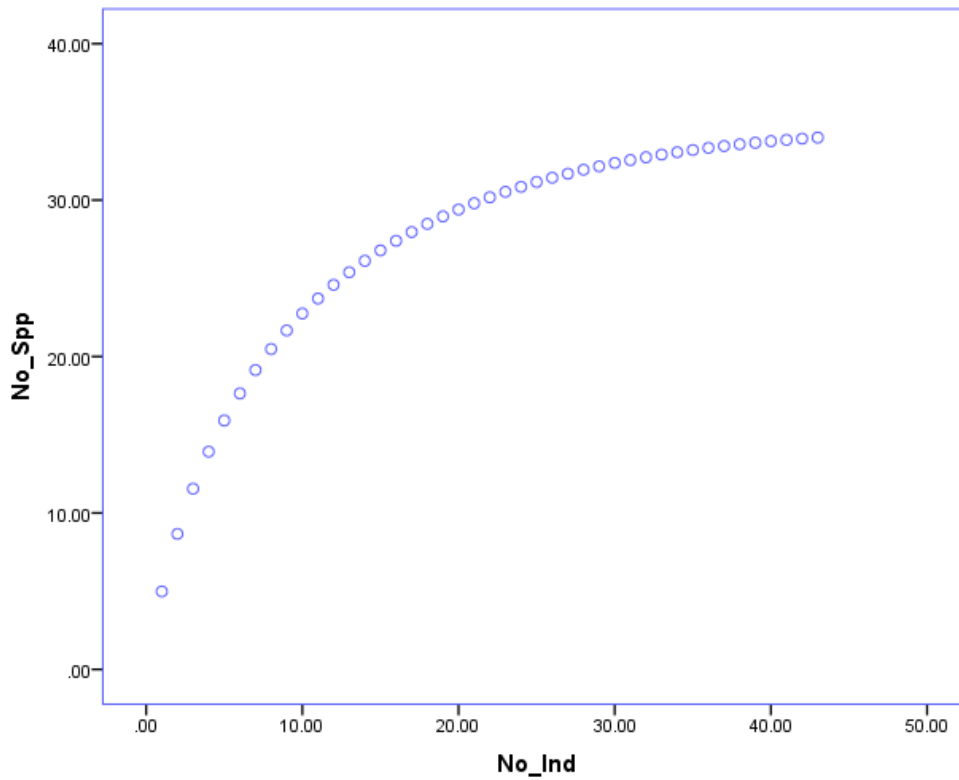


Figura 42. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal presa de *Micropterus salmoides*.

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *M. salmoides*

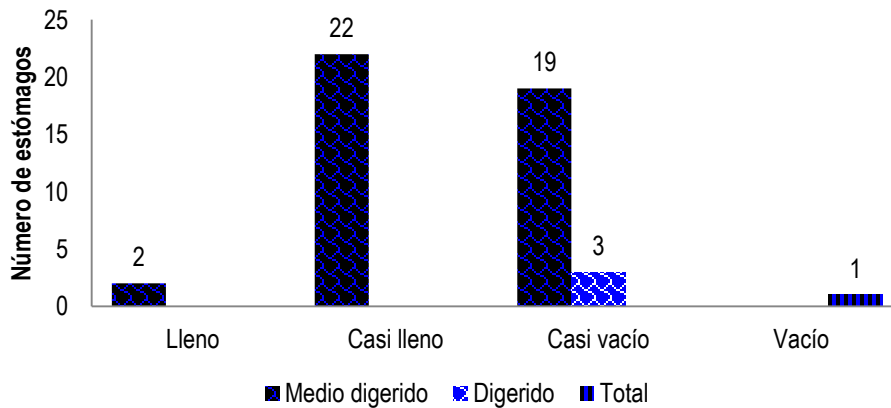


Figura 43. Estómagos examinados de *M. salmoides* (48), de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 10. Resumen total del espectro trófico de *Micropterus salmoides*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías alimenticias	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q	H'
Crustáceos	27.27	31.94	23.61	40.12	27.61	270.29	12.40
Ácaros	10.85	0.41	2.31	2.14	4.52	4.48	8.43
Insectos	58.06	56.45	62.04	56.14	58.85	323.65	11.05
Teleósteos	2.17	8.20	6.02	0.82	5.46	2.06	2.91
Plantas	0.93	1.50	3.24	0.27	1.89	0.64	1.52
N/I	0.72	1.50	2.78	0.51	1.67	1.08	1.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	602.21	37.56

Tamaño de muestra = 48

Micropterus salmoides

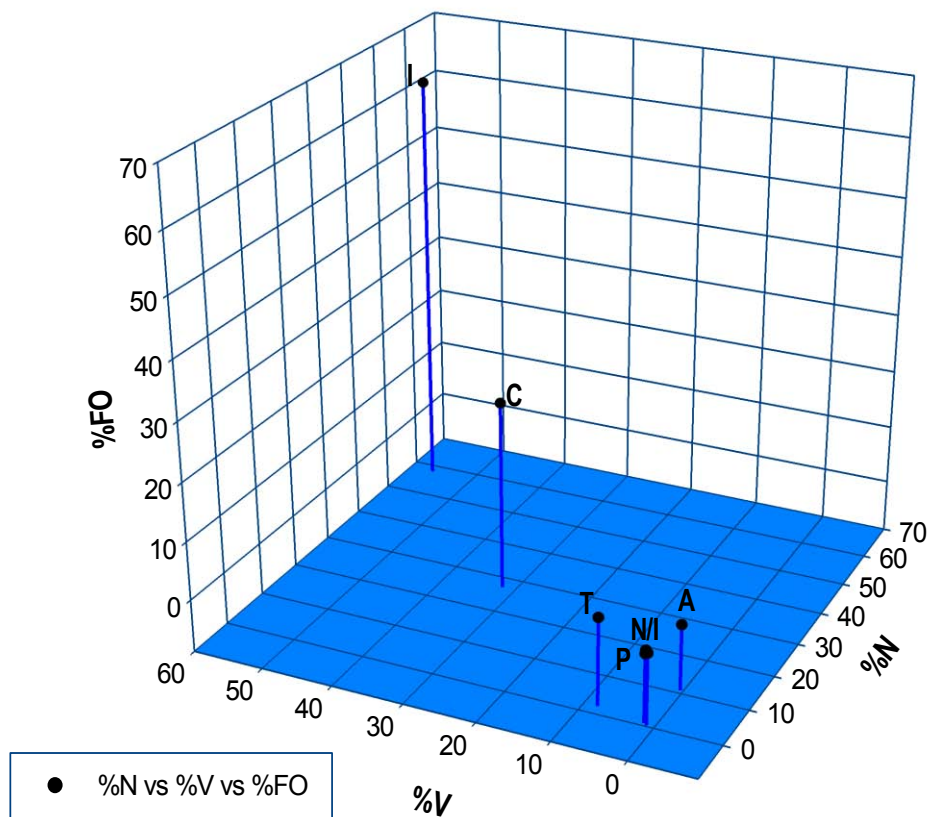


Figura 44. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *M salmoides* A: Ácaros, C: Crustáceos, I: Insectos, N/I: No identificado P: Plantas, T: Teleósteos.

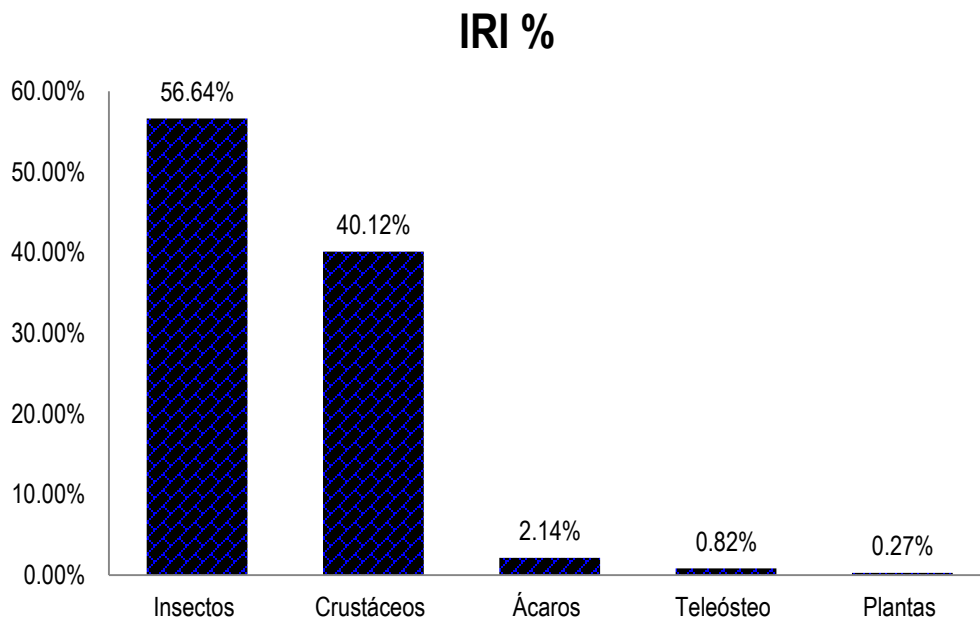


Figura 45. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *M. salmoides*, expresada por el porcentaje del Índice de Importancia Relativa (IRI).

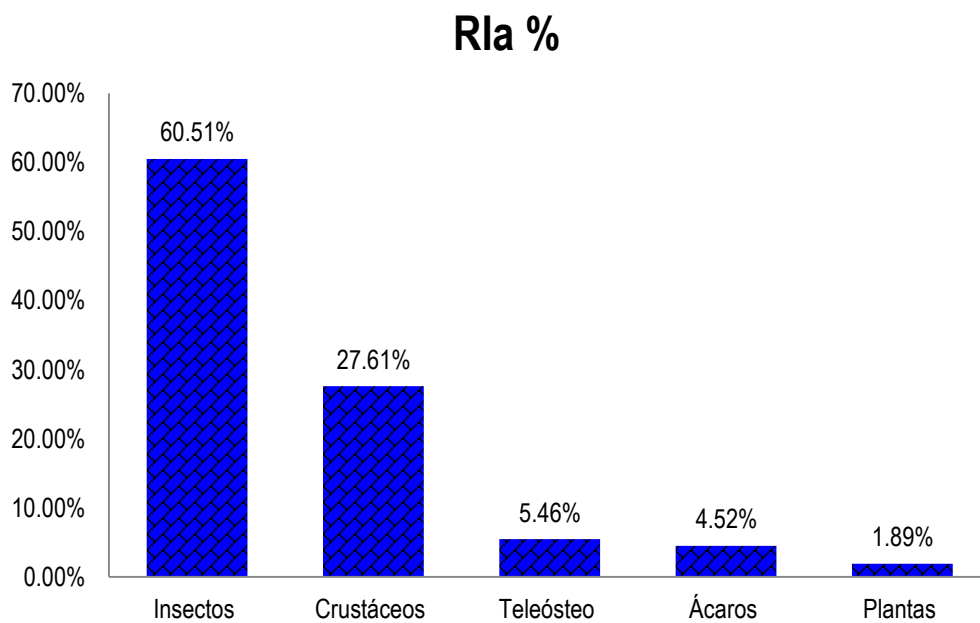


Figura 46. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *M. salmoides*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla).

FAMILIA CICHLIDAE

Género: *Herichthys* Baird & Girard, 1854

Especie: *Herichthys minckleyi* (Kornfield y Taylor, 1983)

Nombre común: mojarra de Minckley – Minckley's cichlids.



Descripción original: *Cichlasoma minckleyi* (Kornfield, I., y Taylor, J. N., 1983). Pozos de la Becerra, 15.7 kilómetros por carretera al sur-suroeste de Cuatrociénegas de Carranza, Coahuila, México.

Holotipo: UMMZ 209434.

Material analizado. CNPE-IBUNAM18869, CNPE-IBUNAM18882, CNPE-IBUNAM18917, CNPE-IBUNAM18951, CNPE-IBUNAM18954, CNPE-IBUNAM18959.

Historia natural de la especie. Es una especie que nada en la columna de agua, y se puede encontrar también en la superficie. Los adultos presentan bicromatismo sexual durante el desove y los cuidados paternos: los machos son de color verde-oscuro a negro con puntas azules en cuerpo y aletas; la hembra es blanca con marcas negras en los flancos. En organismos no activos sexualmente la coloración es muy variable y son capaces de cambiar su color muy rápido dependiendo de su estado de ánimo, condiciones sociales, etc. (Kornfield y Taylor, 1983). Dentro de la misma especie se encuentran tres tipos morfológicos ("morfos") tan obviamente distintos entre sí que los primeros en descubrirlas consideraron que eran tres especies distintas, pero estudios genéticos subsecuentes no detectaron diferencias genéticas entre los morfos y documentaron falta de aislamiento sexual entre ellos (Kornfield y Taylor, 1983; Minckley, 1969; Husley *et al.*, 2005).

El principal polimorfismo son los dientes faríngeos; es posible encontrar individuos con dientes muy grandes y fuertes (molariformes), mientras que otros muestran dientes muy finos, puntiagudos y delicados (papiliformes). Los individuos con dientes molariformes comen principalmente caracoles, mientras que los de dientes papiliformes comen materia orgánica entre otras cosas (Kornfield y Taylor, 1983; Minckley, 1969).

El morfo llamado piscívoro tiene la cabeza y el cuerpo mucho más alargados y su dieta incorpora peces, sobre todo *C. bifasciatus*. Los piscívoros pueden tener dientes faríngeos molariformes, pero esta combinación es rara y la mayoría de los individuos con cuerpo y cabeza de los piscívoros tienen dientes papiliformes. Los dos morfos

principales de dos distintas formas de cuerpo (una alargada y delgada, otra mucho más profunda) son simpátricos, mientras que los piscívoros se encuentran sobretodo restringidos a zonas más cercanas a los nacimientos de agua termales. Los piscívoros adoptan una coloración críptica de bandas verticales que les permite un comportamiento de depredación de “sentarse y esperar” sobre los *Cyprinodon* (Kornfield y Taylor, 1983; Minckley, 1969 a).

Distribución en el sistema Churince: Se encuentra distribuida en la poza Bonita, en el río Churince y el manantial de Agua Dulce (Figura 47).

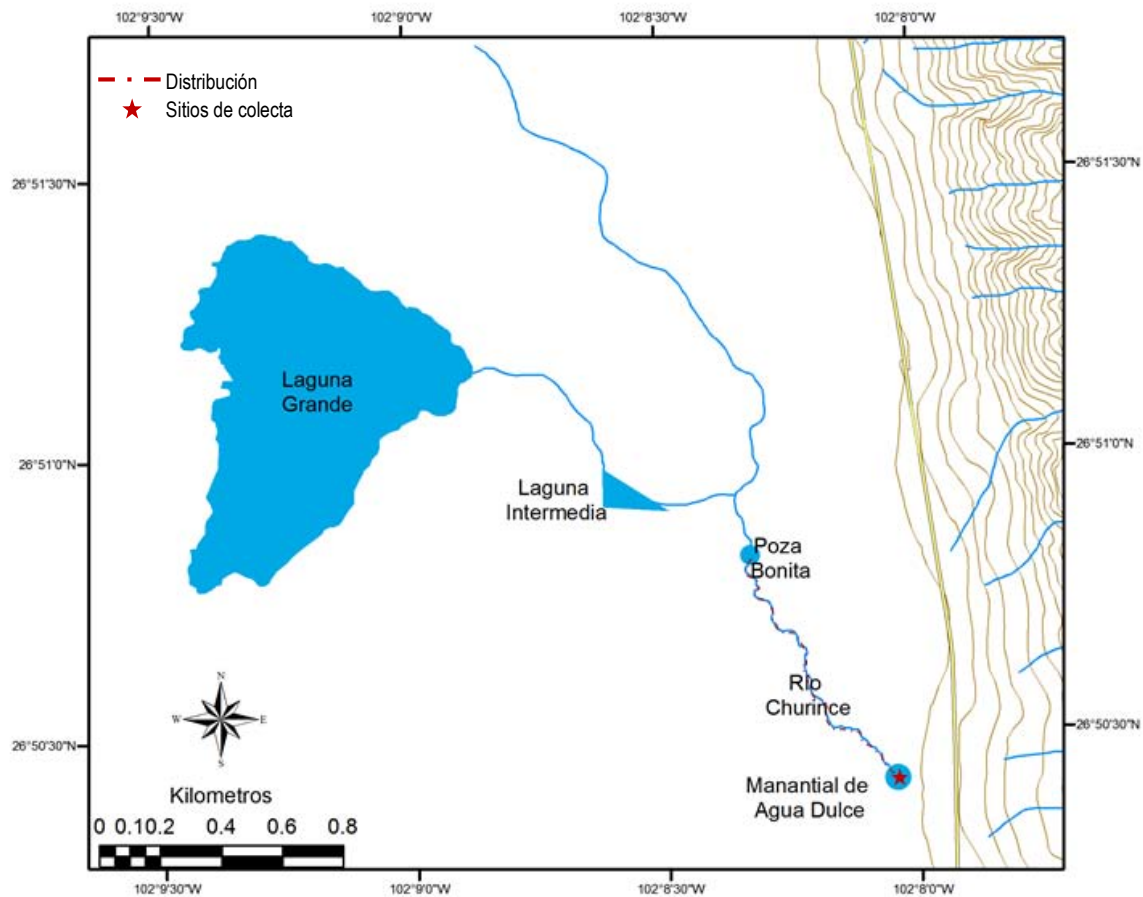


Figura 47. Mapa de distribución de *Herichthys minckleyi* en el sistema Churince.

Relevancia de la especie:

- 📌 Especie endémica de Cuatrociénegas
- 📌 IUCN: Vulnerable
- 📌 NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción

Curva de acumulación de especies

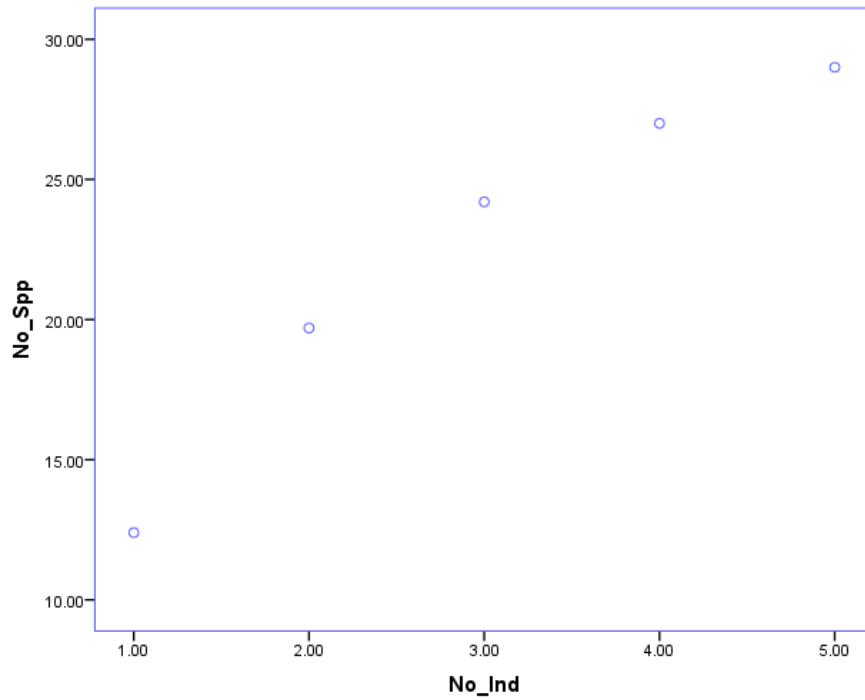


Figura 48. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal de *Herichthys minckleyi*.

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *H. minckleyi*

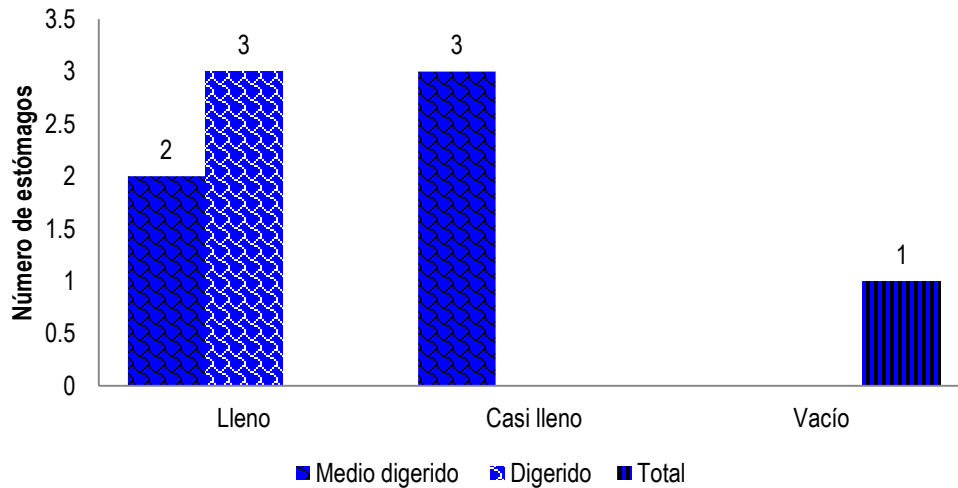


Figura 49. Estómagos examinados de *H. minckleyi* (9), de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 11. Resumen total del espectro trófico de *Herichthys minckleyi*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías alimenticias	% N	% V	% FO	% IRI	% RIa	Q	H'
Crustáceos	1.72	3.92	11.29	4.82	5.64	4.90	2.03
Ácaros	0.82	1.57	3.23	0.90	1.87	1.28	1.14
Insectos	1.97	13.84	22.58	7.35	12.80	3.94	2.24
Arañas	0.16	0.52	1.61	0.13	0.77	0.09	0.30
Gasterópodos	62.95	40.99	27.42	54.46	43.79	870.18	8.45
Teleósteos	3.11	10.18	6.45	7.21	6.58	27.84	3.13
Nemátodos	0.33	1.04	3.23	0.52	1.53	0.34	0.54
Plantas	29.10	28.46	25.81	24.74	27.79	146.68	10.42
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1055.17	1055.17

Tamaño de la muestra = 9

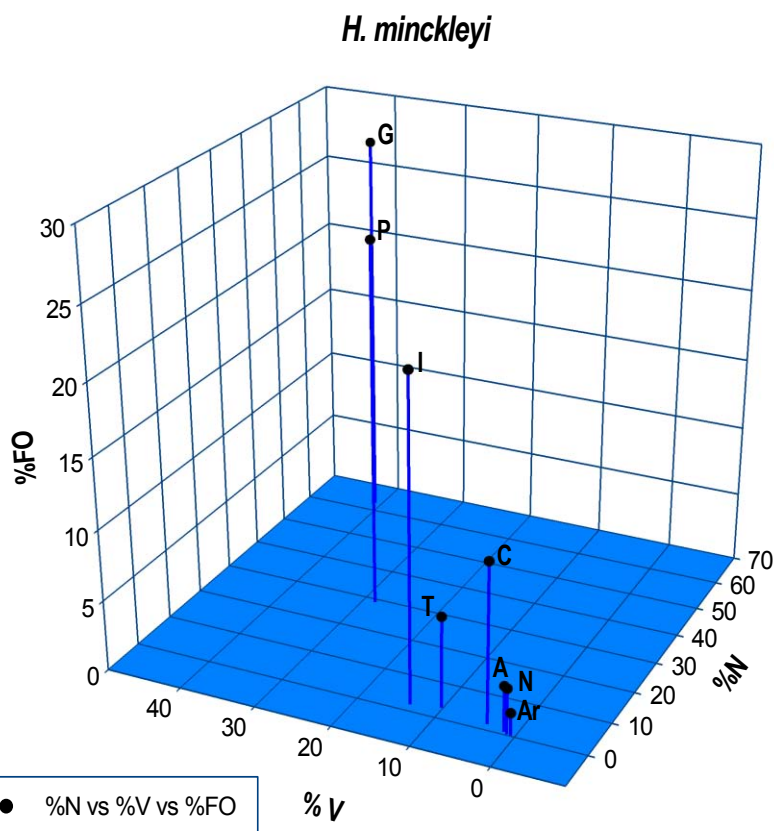


Figura 50. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *H. minckleyi* A: Ácaros, Ar: Arañas C: Crustáceos, G: Gasterópodos, I: Insectos, N: Nemátodos, P: Plantas, T: Teleósteos.

IRI %

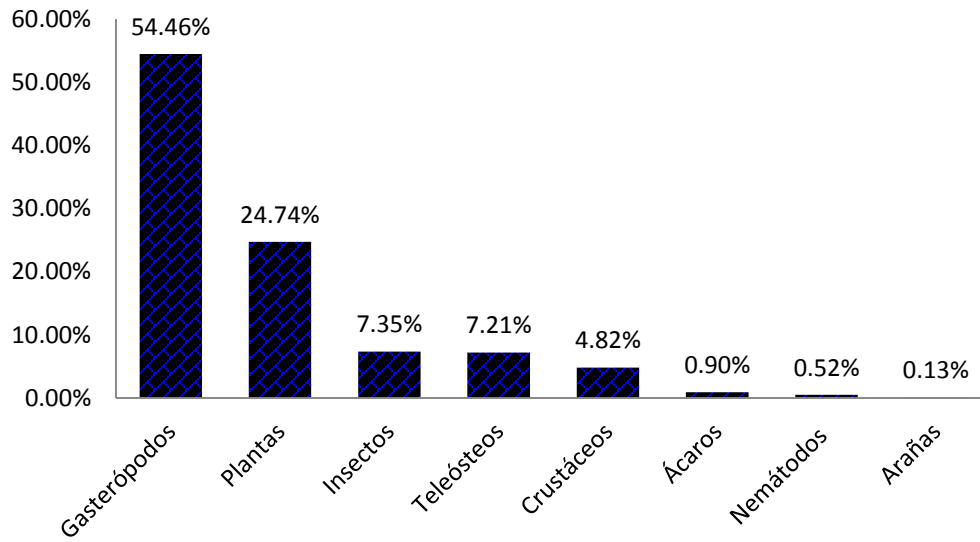


Figura 51. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *H. minckleyi*, expresada por el Índice de Importancia Relativa (IRI).

Rla %

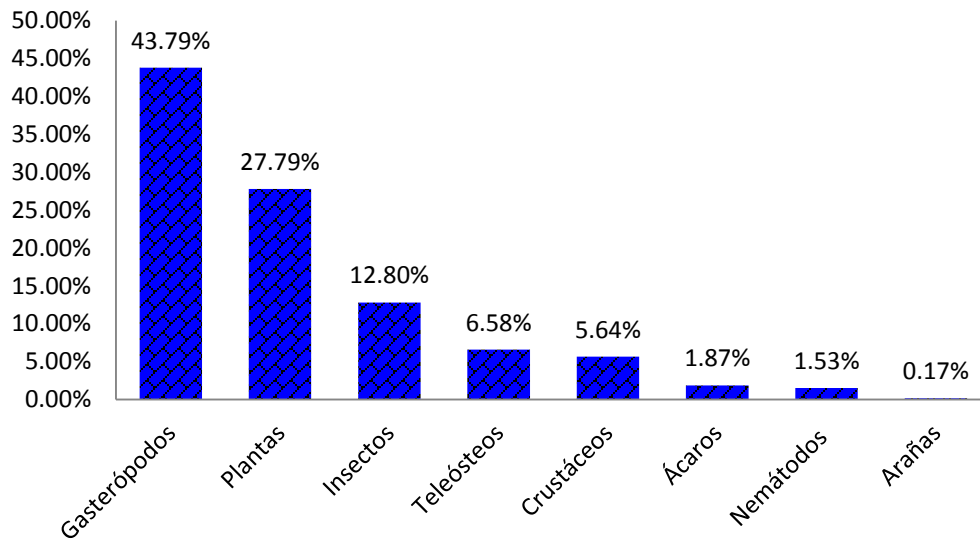


Figura 52. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *H. minckleyi*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla).

Género: *Hemichromis* Peters, 1857

Especie: *Hemichromis guttatus* Günther, 1862

Nombre común: pez joya – Jewel Cichlid



Descripción original: *Hemichromis guttatus*, Günther 1862. Aparentemente en la Colonia del Cabo, Sudáfrica.

Sintipos: BMNH 1860

Material analizado. CNPE-IBUNAM18871, CNPE-IBUNAM18873, CNPE-IBUNAM18877, CNPE-IBUNAM18880, CNPE-IBUNAM18881, CNPE-IBUNAM18902, CNPE-IBUNAM18904, CNPE-IBUNAM18914, CNPE-IBUNAM18930, CNPE-IBUNAM18935, CNPE-IBUNAM18941, CNPE-IBUNAM18945, CNPE-IBUNAM18950.

Historia natural de la especie. Es una especie que vive en la columna de agua y tiene hábitos alimenticios oportunistas. Los peces de este género, son biparentales, construyendo en el fondo nidos que cuidan juntos después de la fecundación los huevos son depositados en algún sustrato. En algunos peces de esta familia se ha reportado la incubación bucal en etapas avanzadas de los huevos e incluso en estado larval (Loiselle, 1985) y se han reportado hembras maduras en las cuatro estaciones del año, con una disminución en primavera e incremento de la misma en octubre (Miller *et al.*, 2009).

Distribución en el sistema Churince: Se encuentra distribuida en Poza Bonita, el Río Churince y el Manantial de Agua Dulce (Figura 53).

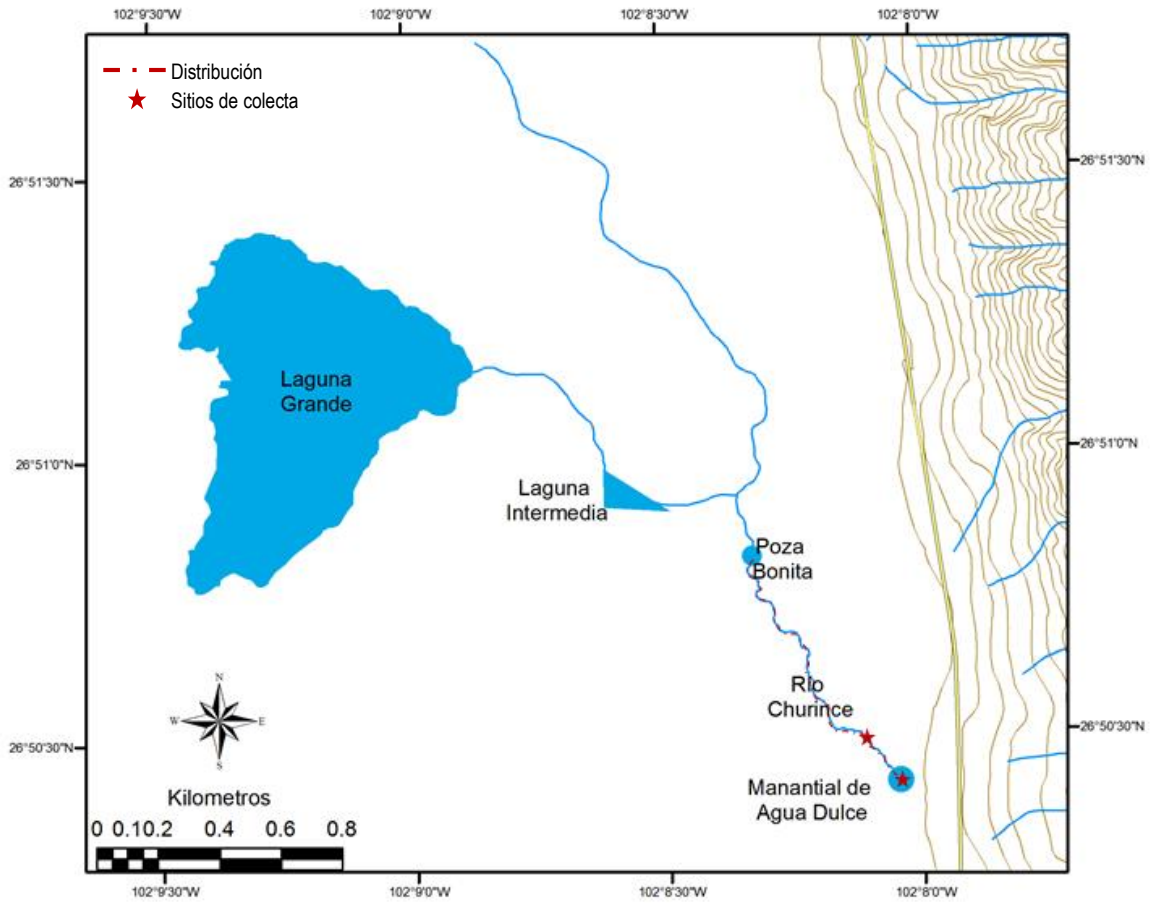


Figura 53. Mapa de distribución de *Hemichromis guttatus* en el sistema Churince.

Relevancia de la especie

- 👁️ En Marzo de 1996 Ana Ludlow, observó en el Manantial de Agua Dulce de la Ciénega Churince a la especie exótica originaria de África (Contreras, et al., 2003).
- 👁️ Especie exótica.

Curva acumulativa de especies

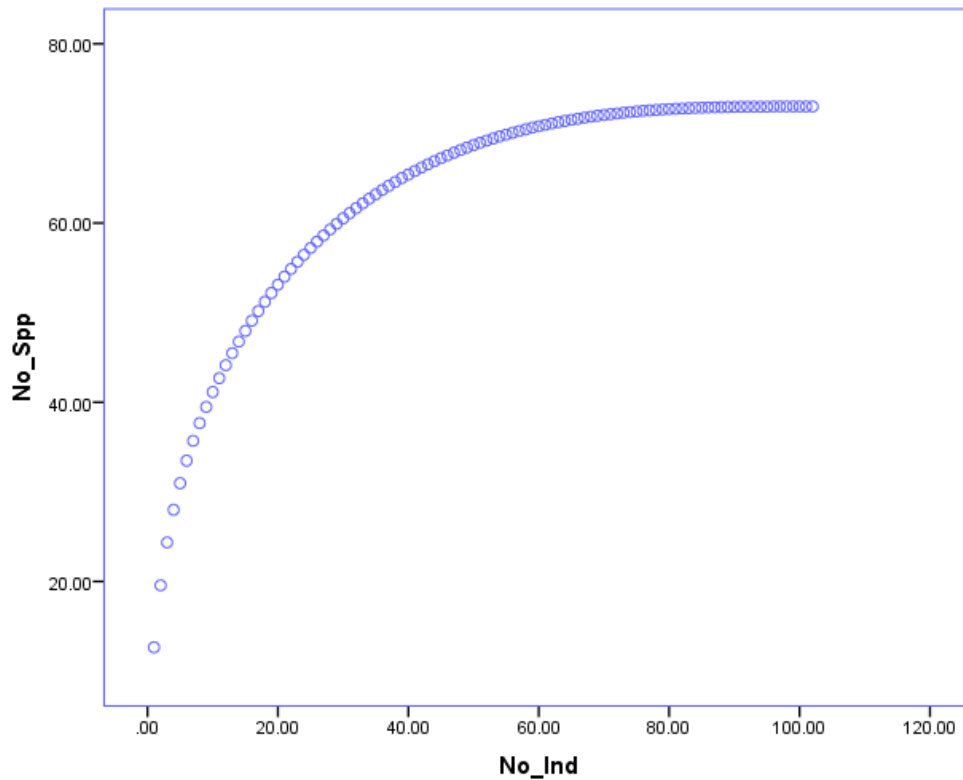


Figura 54. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal presa de *Hemichromis guttatus*.

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *Hemichromis guttatus*

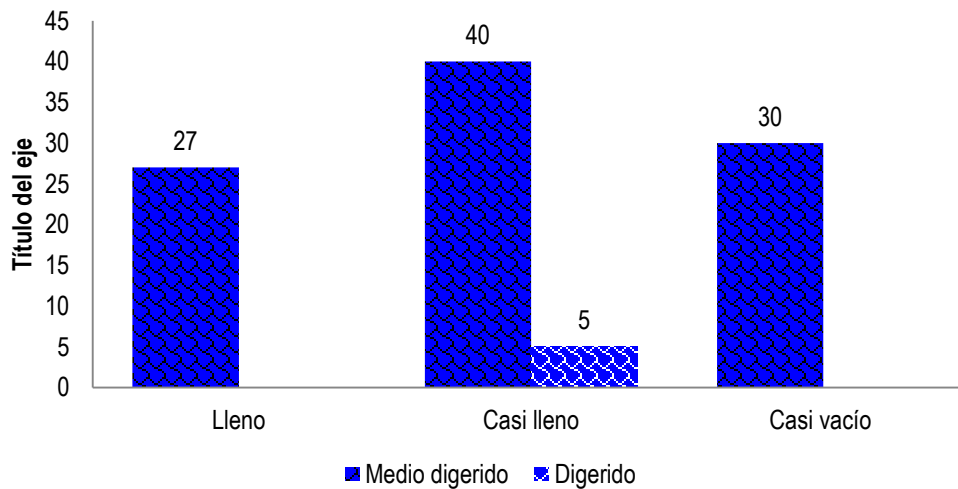


Figura 55. Estómagos examinados de *H. guttatus* (102), de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 12. Resumen total del espectro trófico de *Hemichromis guttatus*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%Rla), coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías alimenticias	%N	%V	%FO	%IRI	%Rla	Q	H'
Crustáceos	29.76	18.75	24.14	35.04	24.22	165.56	26.33
Ácaros	2.36	4.98	7.08	4.88	4.81	9.14	6.46
Arañas	0.12	0.41	1.29	0.02	0.61	0.01	0.59
Insectos	24.38	38.52	33.50	43.31	32.13	219.42	25.12
Gasterópodo	4.91	13.71	10.50	4.48	9.70	9.98	10.80
Nemátodos	0.03	0.08	0.36	0.01	0.16	1.00	0.18
Teleósteos	2.11	4.32	7.00	2.12	4.48	3.66	5.94
Plantas	36.11	14.22	13.45	9.98	21.26	38.16	26.85
No identificado	0.23	5.02	2.68	0.16	2.64	0.12	1.01
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	447.06	103.28

Tamaño de muestra = 102

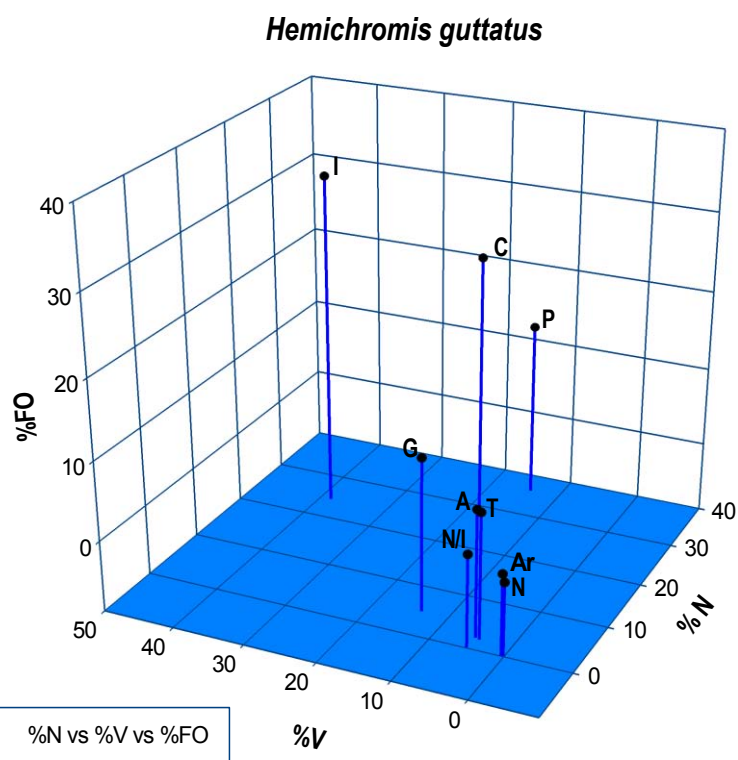


Figura 56. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *H. guttatus*: A: Ácaros, A: Arañas, C: Crustáceos, G: Gasterópodos, I: Insectos, N: Nemátodos, N/I: No identificados, P: Plantas, T: Teleósteos.

IRI %

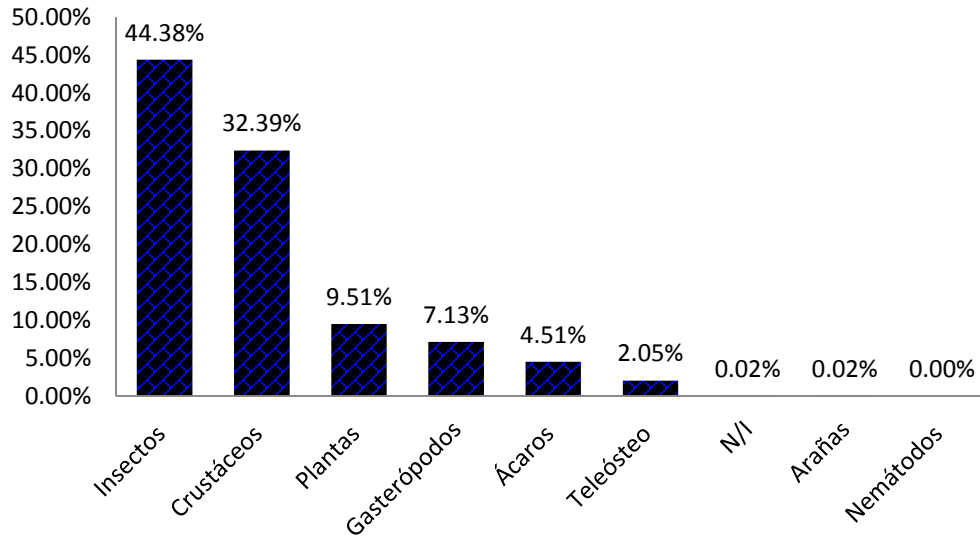


Figura 57. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *H. guttatus*, expresada por el Índice de Importancia Relativa (IRI).

Rla %

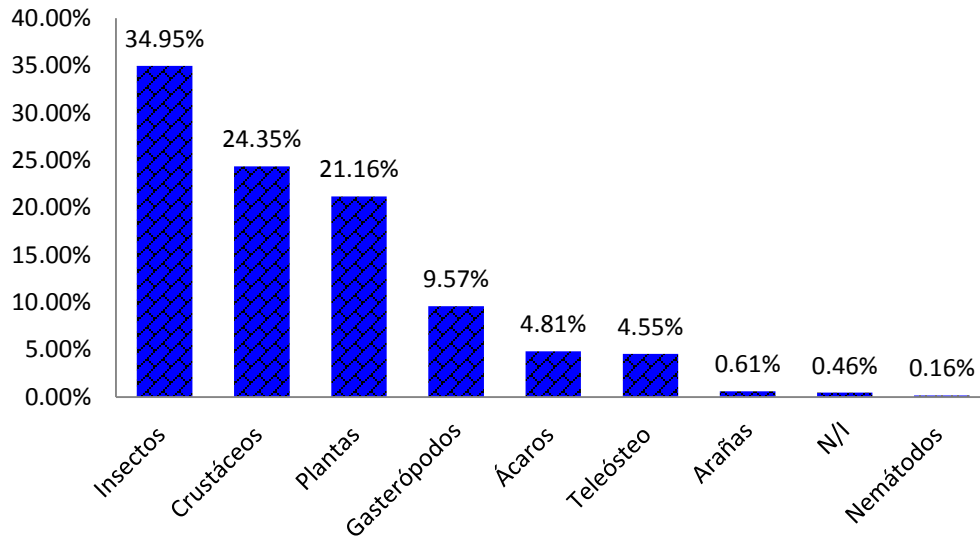


Figura 58. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *H. guttatus*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla).

FAMILIA CYPRINIDAE

Género: *Dionda* Girard, 1856

Especie: *Dionda* sp

Nombre común: carpa obispa - Roundnose Minnow



Descripción original: *Dionda* sp., Girard, 1856.

Material revisado: CNPE-IBUNAM18862, CNPE-IBUNAM18866, CNPE-IBUNAM, CNPE-IBUNAM18875, CNPE-IBUNAM18885, CNPE-IBUNAM18890, CNPE-IBUNAM18894, CNPE-IBUNAM18910.

Historia natural de la especie: Se encuentra en pozas rocosas, a veces en la cabecera, de arroyos y pequeños ríos. Es una especie pelágica que a menudo se encuentra entre las algas filamentosas. Se alimenta principalmente de algas y otras plantas (Page y Burr, 1991).

- 68 -

El estatus de la especie del género *Dionda* de Cuatrociénegas se está analizando actualmente, debido a que se considera un complejo de especies, y las claves taxonómicas no cuentan con los criterios necesarios para identificar a esta especie de pez.

Distribución en el sistema Churince: Se distribuye en la laguna intermedia, del sistema Churince, cerca de las rocas (Figura 59).

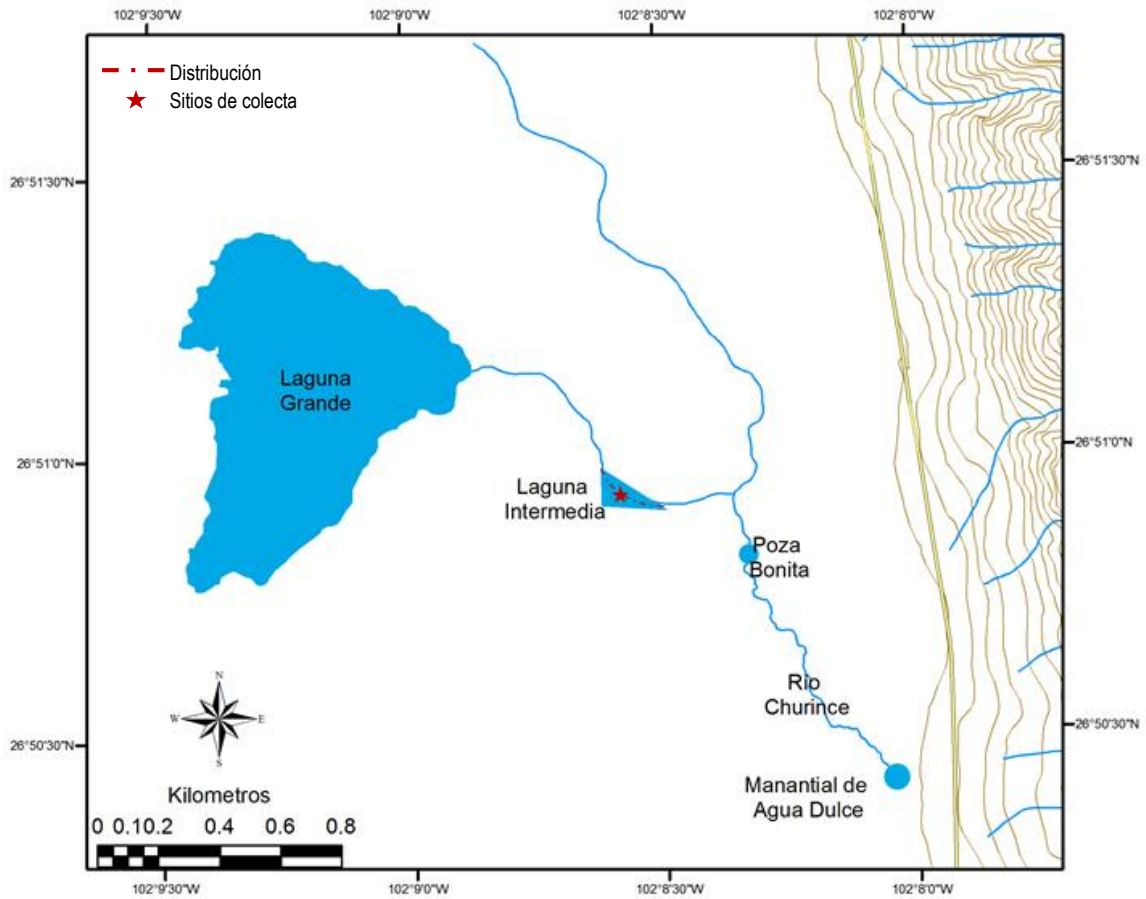


Figura 59. Mapa de distribución de *Dionda sp.* en el sistema Churince.

Relevancia de la especie:

- 📍 Especie probablemente nativa
- 📍 IUCN: No evaluada
- 📍 NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción

Curva de acumulación de especies

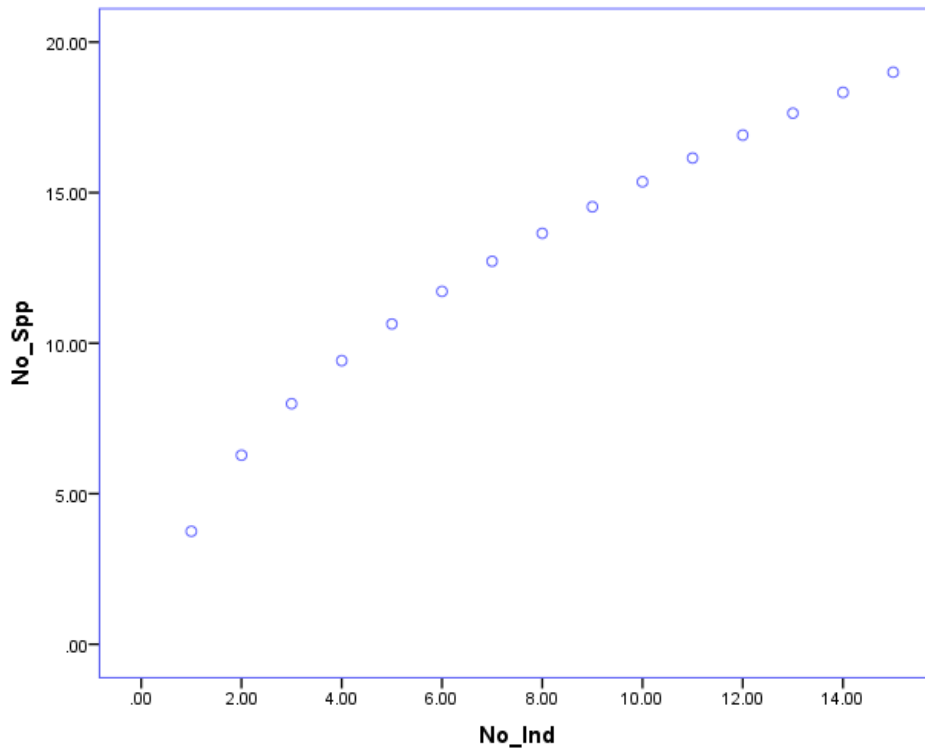


Figura 60. Curva de acumulación de especies del contenido estomacal de *Dionda sp.*

Análisis cualitativo

Descripción cualitativa de estómagos de *Dionda sp.*

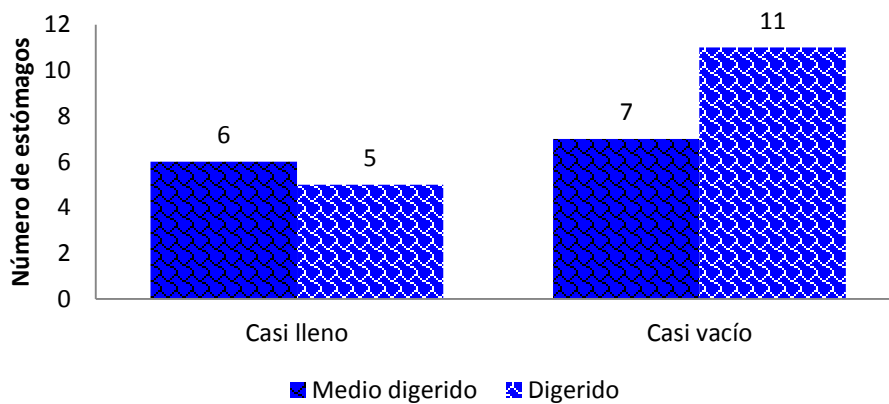


Figura 61. Estómagos examinados de *Dionda sp.* (29) de acuerdo al grado de llenado y al grado de digestión según Hyslop (1980) y Laevastu (1980) respectivamente.

Análisis cuantitativo

Tabla 13. Resumen total del espectro trófico de *Dionda sp.*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H').

Categorías alimenticias	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q	H'
Crustáceos	38.26	53.59	39.29	45.90	43.71	810.58	6.98
Insectos	58.72	44.24	48.21	53.63	50.39	1300.21	5.94
Ácaros	1.34	0.67	3.57	0.26	1.86	0.90	1.10
Gasterópodos	0.34	0.33	1.79	0.04	0.82	0.11	0.36
Teleósteos	0.34	0.17	1.79	0.03	0.76	0.06	0.36
Plantas	0.34	0.50	1.79	0.05	0.87	0.17	0.36
No identificado	0.67	0.50	3.57	0.08	1.58	0.17	0.64
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2112.19	15.75

Tamaño de muestra = 29

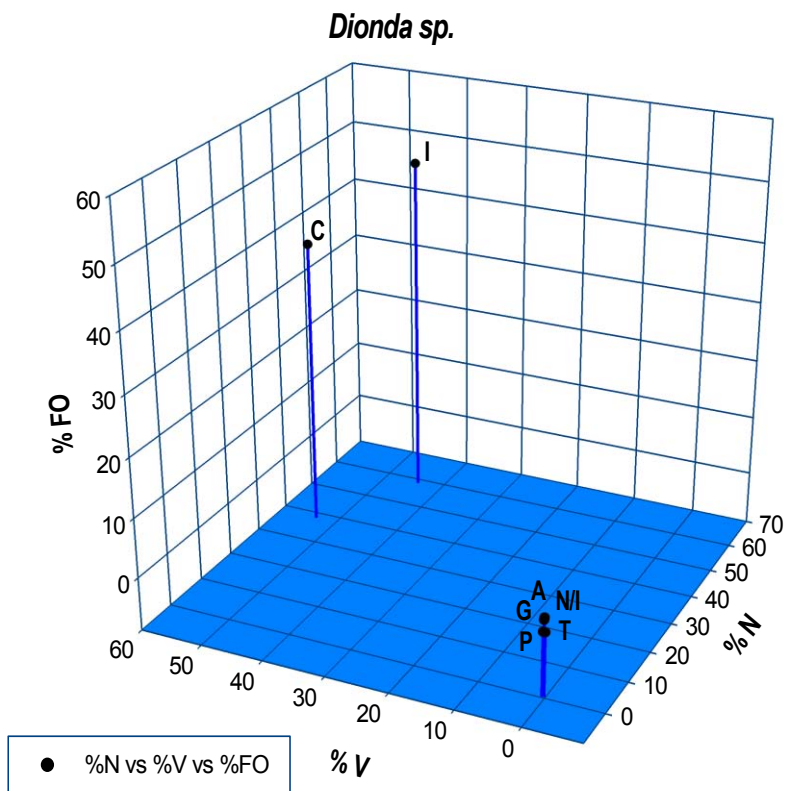


Figura 62. Representación del contenido estomacal de las categorías alimenticias generales de *Dionda sp.* A: Ácaros, C: Crustáceos, G: Gasterópodos, I: Insectos, N/I: No identificados, P: Plantas, T: Teleósteos.

IRI %

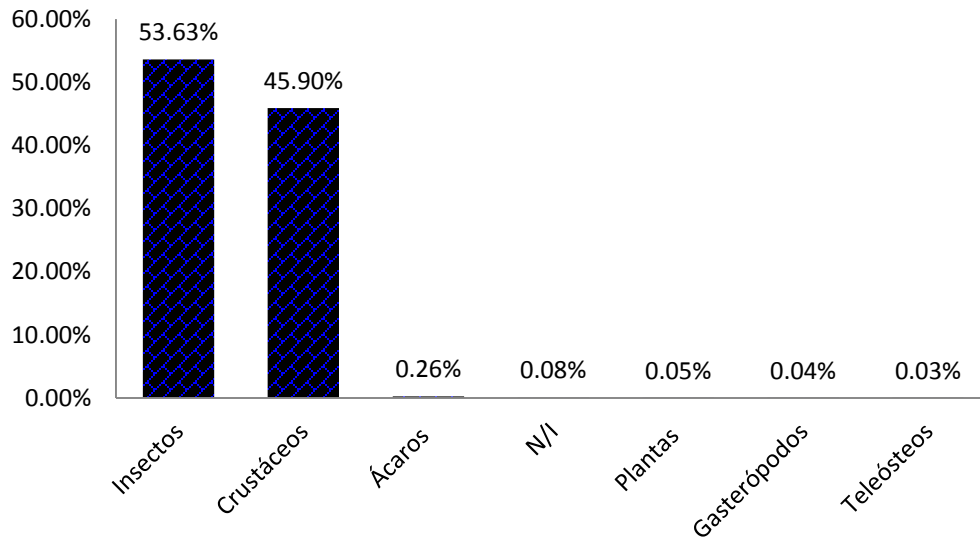


Figura 63. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *Dionda sp.*, expresada por el Índice de Importancia Relativa (IRI).

Rla %

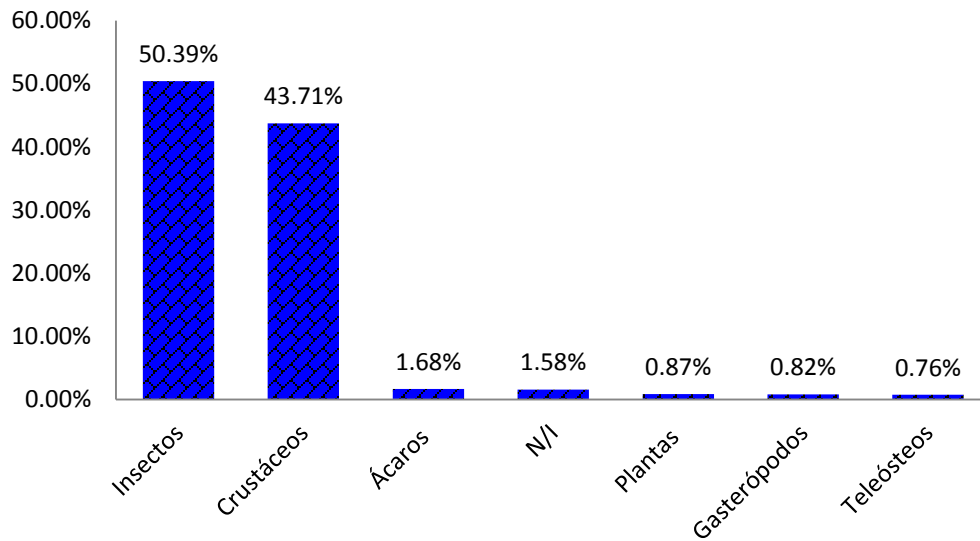


Figura 64. Contribución de los grupos taxonómicos generales, a la dieta de *Dionda sp.*, expresada por el Índice de Importancia Absoluta (Rla).

Género: *Cyprinella* Girard, 1856

Especie: *Cyprinella xanthicara* (Minckley & Lytle, 1969)

Nombre común: sardinita de Cuatrociénegas – Cuatrociénegas Shiner



Descripción original: *Notropis xanthicara* Minckley W. L. y Lytle G. L. 1969. Río Puente Colorado, 8.5 kilómetros al sur y 0.7 kilómetros al oeste de Cuatrociénegas, Coahuila, México.

Holotype: UMMZ 188782

Material revisado: CNPE-IBUNAM18863, CNPE-IBUNAM18867, CNPE-IBUNAM18907.

Historia natural de la especie. Especie pelágica que habita en grandes manantiales de agua clara y arroyos alimentados por manantiales, en la corriente o en zonas de fricción entre corrientes y aguas estancadas. Esta especie tiende a concentrarse por encima o por debajo de rios sobre marga, grava, rocas y arcilla floculante; es más abundante en las partes altas de arroyos alimentados por manantiales, justo debajo de las fuentes (Miller *et al.*, 2009).

Se desconocen las actividades reproductivas de esta especie aunque la presencia de machos tuberculados y juveniles (tan pequeños como 11 mm) en abril indica que el desove va de finales de marzo a abril (Miller *et al.*, 2009).

Se ha observado a este pez alimentándose de material acuático flotante, insectos terrestres y el detritus orgánico, así como también forrajeando en y sobre fondos de arena y grava, presumiblemente para obtener organismos bentónicos.

Distribución en el sistema Churince: Se distribuye en la laguna Intermedia (Figura 65).

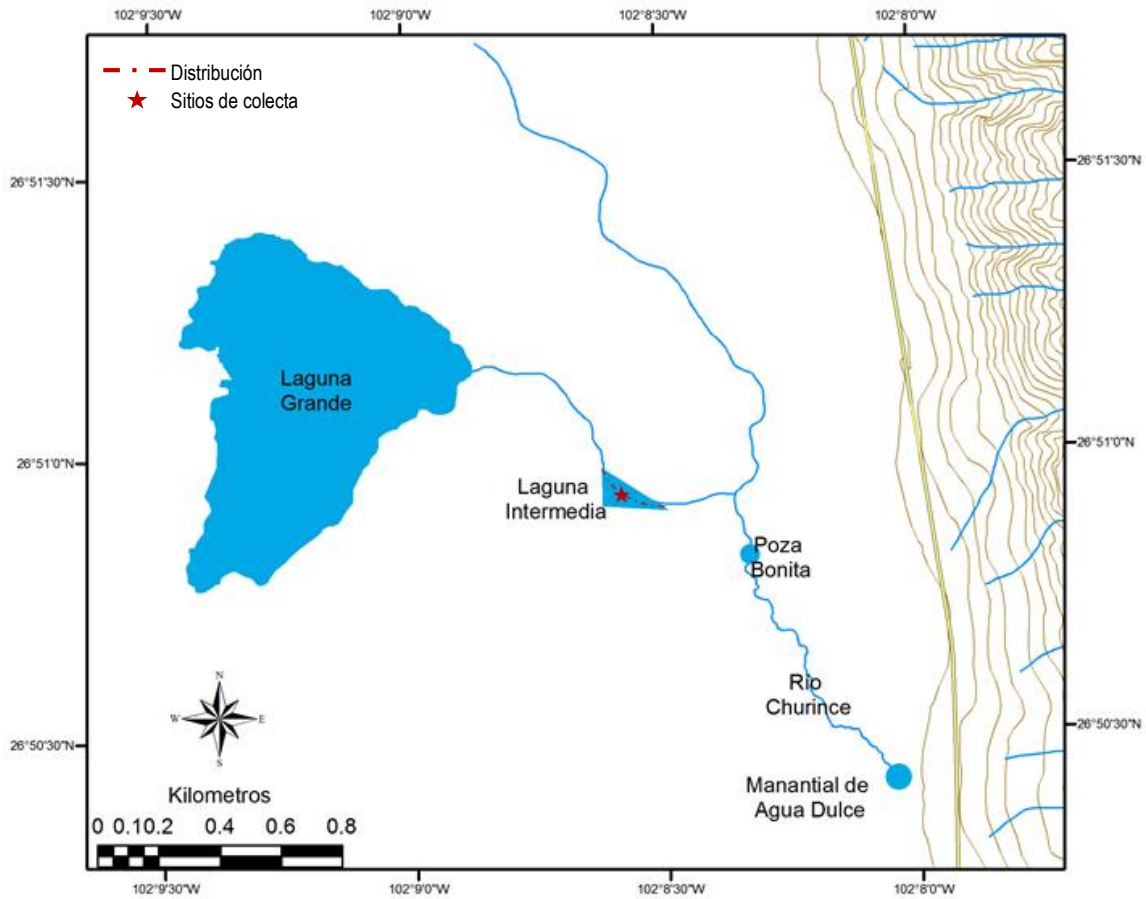


Figura 65. Mapa de distribución de *Cyprinella xanthicara* en el sistema Churince.

Relevancia de la especie:

- 🐟 Especie endémica del valle de Cuatrociénegas
- 🐟 IUCN: En peligro de extinción.
- 🐟 NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción

Análisis estadístico de la composición de la dieta de la comunidad

Se muestran los resultados del análisis de la composición de la dieta de la comunidad íctia de la ciénega Churince. El dendograma muestra los resultados del índice de Similitud de Simpson de las especies ingeridas en base a la presencia y ausencia de los alimentos (ítems alimenticios), generando seis divisiones representativas (Figura 66).

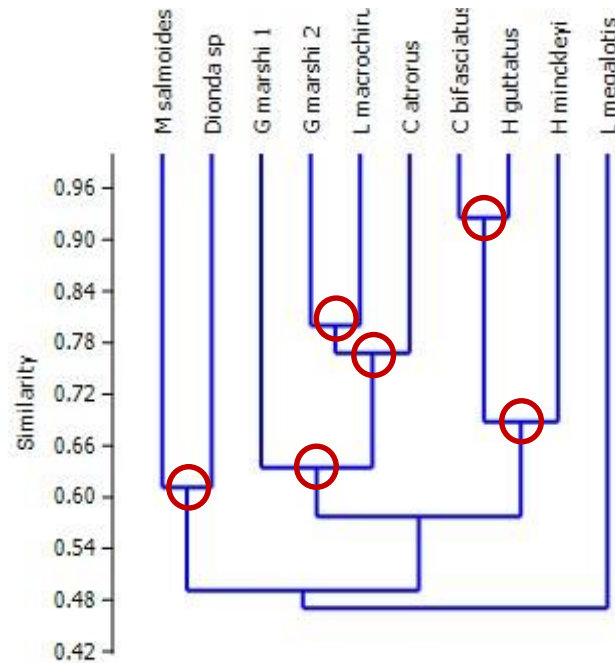


Figura 66. Dendograma de los resultados del índice de similitud de Simpson de las especies ingeridas basado en la composición de sus dietas y expresado por el método de frecuencia de ocurrencia.

Seguendo el índice de importancia relativa se formaron cuatro grupos principales: **A**, solo *H. minckleyi*; **B**: B1 *L. macrochirus*, *C. atrorus* y B2 *C. bifasciatus*, *H. guttatus*; **C**: C1 *Dionda sp.*, C2 *G. marshi int*, *M. salmoide* y C3 *L. megalotis*, **D**, *G. marshi man* (Figura 67).

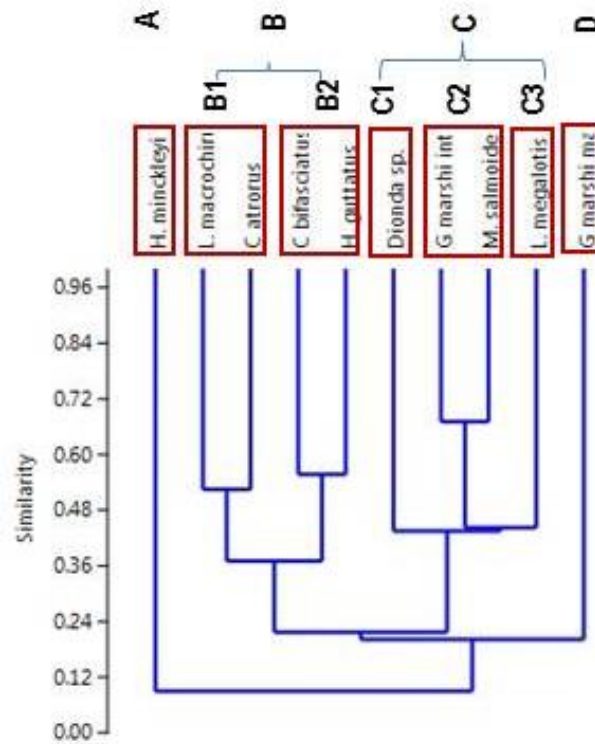


Figura 67. Dendrograma del índice de similitud de Bray y Curtis de las especies ingeridas basado en la composición de sus dietas y expresado por el IRI.

De acuerdo al índice de Morisita se formaron cuatro grupos principales: **A**, *H. minckleyi*; **B**: B1 *L. macrochirus*, *C. atrorus* y B2 *C. bifasciatus*, *H. guttatus*; **C**: C1 *Dionda sp.*, C2 *G. marshi* int, *M. salmoides* y C3 *L. megalotis*, **D**, *G. marshi* man (Figura 68).

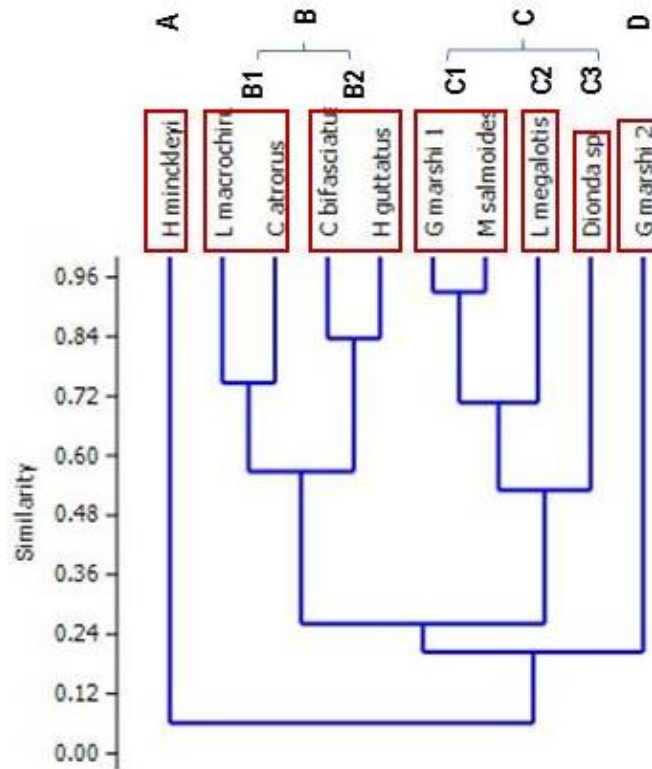


Figura 68. Dendrograma del índice de traslape de Morisita de acuerdo a las especies ingeridas.

Referente al índice de Horn se formaron cuatro grupos principales: **A**, *H. minckleyi*; **B**: B1 *L. macrochirus*, *C. atrorus* y B2 *C. bifasciatus*, *H. guttatus*; **C**: C1 *Dionda sp.*, C2 *G. marshi* int, *M. salmoides* y C3 *L. megalotis*, *D. G. marshi* man (Figura 69).

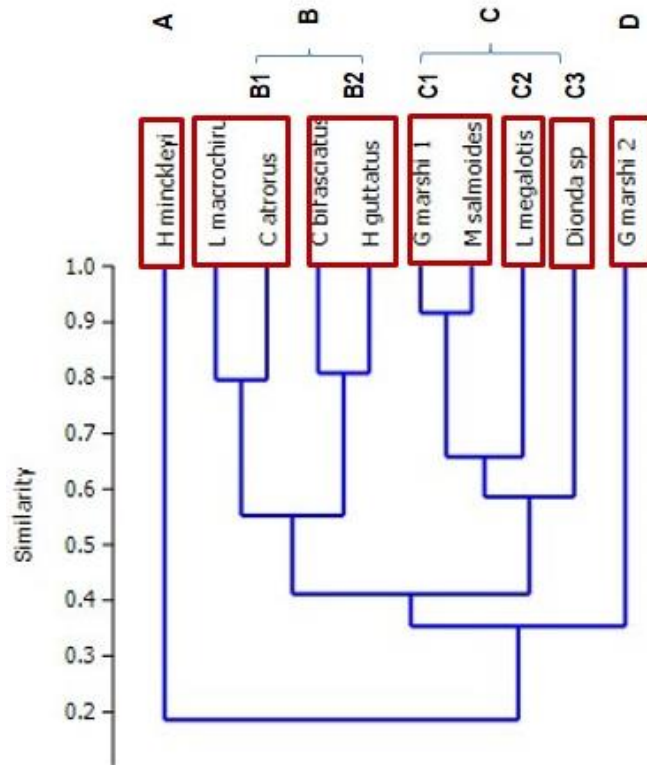


Figura 69. Dendrograma del índice de traslape de Horn de acuerdo a las especies ingeridas.

Parámetros ecológicos de la comunidad íctica de la ciénega Churince:

Tabla 14. Índices de diversidad en la composición del espectro alimenticio de la comunidad de peces de la ciénega Churince.

Especies Índices	<i>C. atrorus</i>	<i>C. bifasciatus</i>	<i>G. marshi Int</i>	<i>G. marshi Man</i>	<i>L. macrochirus</i>
D = Dominancia	0.036	0.037	0.029	0.021	0.050
J = Equitatividad	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
H = Shannon	3.332	3.296	3.526	3.850	2.996
1-D = Simpson	0.964	0.963	0.971	0.979	0.950
d = Riqueza de especies	8.103	7.889	9.358	11.95	6.342
Bi = Índice de Levins	0.77	0.75	0.86	0.95	0.60

Especies Índices	<i>L. megalotis</i>	<i>M. salmoides</i>	<i>H. minckleyi</i>	<i>H. guttatus</i>	<i>Dionda sp.</i>
D = Dominancia	0.040	0.021	0.036	0.011	0.056
J = Equitatividad	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
H = Shannon	3.219	3.850	3.332	4.500	2.890
1-D = Simpson	0.960	0.979	0.964	0.989	0.944
d = Riqueza de especies	7.456	11.95	6.342	7.456	5.882
Bi = Índice de Levins	0.75	0.95	0.77	0.34	0.56

Modelo conceptual de la red trófica

Referente al índice de Bray y Curtis se formaron cuatro grupos principales: **A**, *H. minckleyi*; **B**: B1 *L. macrochirus*, *C. atrorus* y B2 *C. bifasciatus*, *H. guttatus*; **C**: C1 *Dionda sp.*, C2 *G. marshi* int, *M. salmoides* y C3 *L. megalotis*, **D**, *G. marshi* ma (Figura 69).

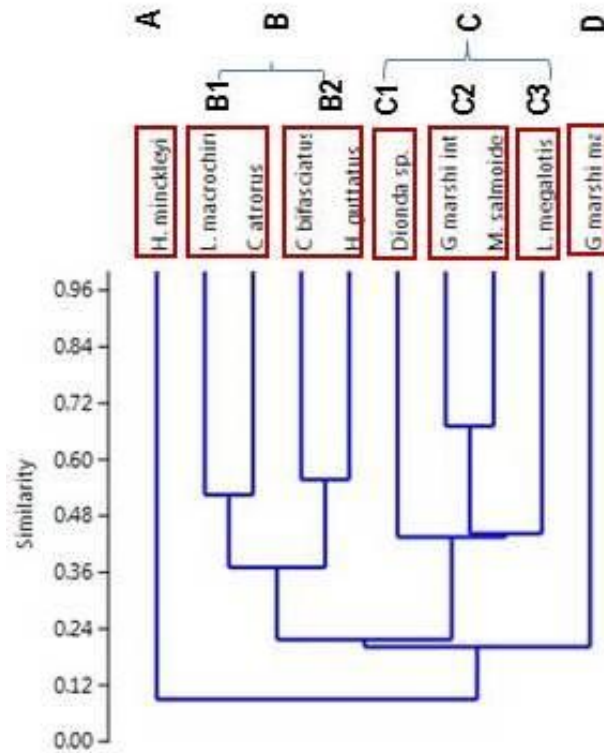


Figura 70. Índice de Bary y Curtis, para jerarquizar las especies, de acuerdo a la similitud de especies consumidas.

Red trófica

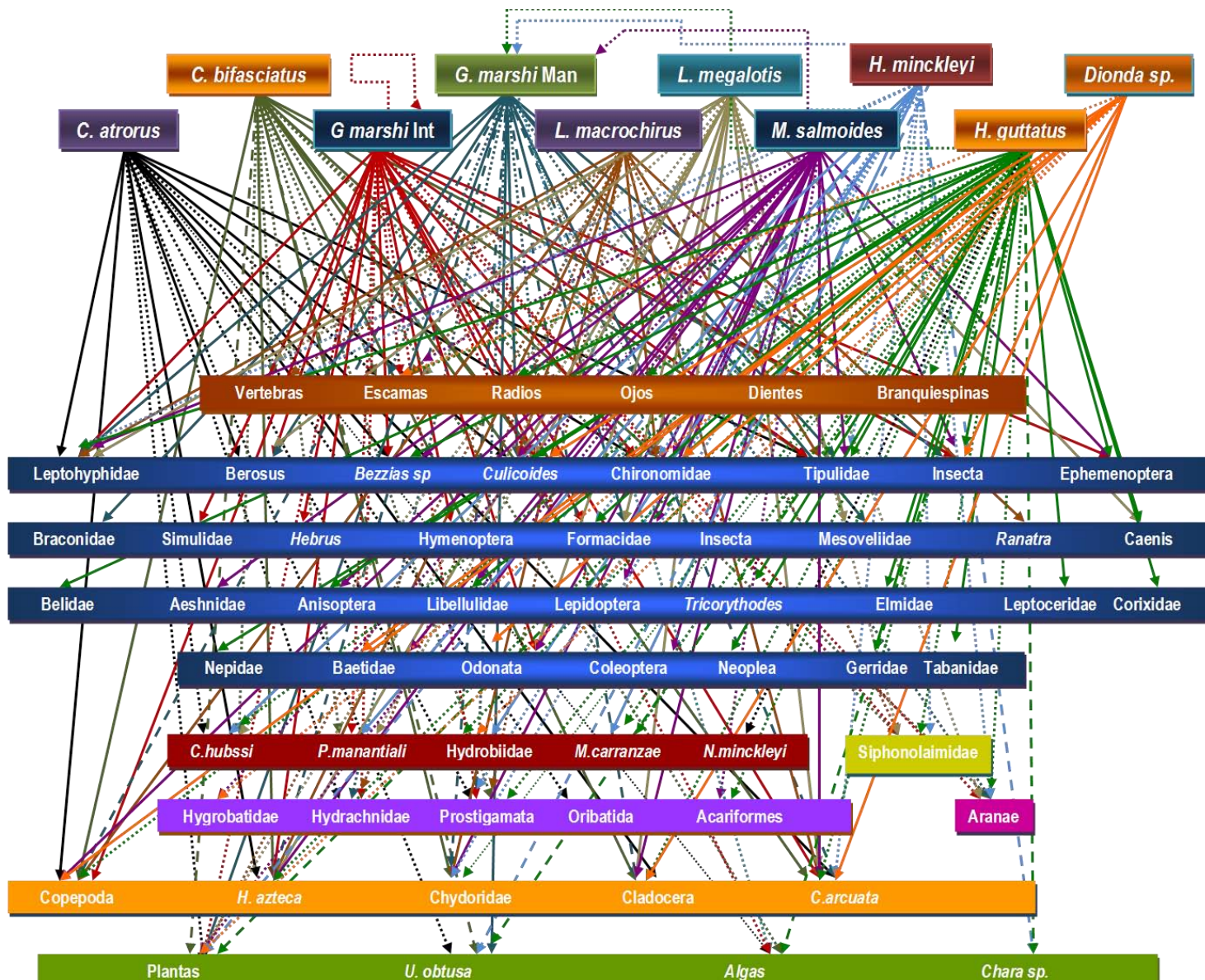


Figura 71. Esquema simplificado de las relaciones tróficas de la comunidad íctica de la ciénega Churince de acuerdo a los índices de importancia relativa IRI y RIA, y a los grupos jerárquicos obtenidos por el índice de similitud de Bray y Curtis, grupo A █, grupo B █, grupo B2 █, grupo C1 █, grupo C2 █, grupo C3 █, grupo D █. Las líneas — son los alimentos preferenciales, las líneas - - - son alimentos secundarios y las líneas ⋯ son los alimentos raros.

Discusión

Parámetros físico-químicos

Los parámetros físico-químicos, obtenidos de la ciénega Churince de los años 2011 y 2012 muestran una variación baja (Figura 4), lo que indica que no ha habido un cambio dramático en los parámetros del agua. Esta poca variación ha evitado que haya eutrofización grave u otros cambios recientes en la calidad del agua, que impidan el desarrollo apropiado de los organismos.

Estos parámetros se compararon con los obtenidos en los años 1983 y 2001 (

Tabla 2), en los que se observa que la temperatura fluctúa en un mismo intervalo y no tiene cambios representativos. La conductividad, el pH y el oxígeno disuelto han presentado un aumento, no drástico pero sí representativo. Esto indica que el agua con mejor calidad, no debe generar cambios en la estructura trófica. Por lo que el problema para la comunidad acuática no es la calidad, sino el nivel del agua.

Especies de peces

El análisis taxonómico de los datos señala que la estructura íctica de la ciénega Churince está constituida por un total de 5 familias, 8 géneros y 10 especies, de los cuales solo *G. marshi*, *C. atrorus*, *C. bifasciatus*, *H. guttatus* y *H. minckleyi* (presente, pero no se recolectó en todos los muestreos) fueron encontradas y capturadas en todos los muestreos. El tamaño de muestra fue diferente en cada especie (Tabla 3) debido a diferentes factores, como la estacionalidad, pero principalmente a la distribución que tienen en la ciénega, ya que la variación en el nivel de agua fluctúa a lo largo del año y de la ciénega y las especies reaccionan de manera distinta a este fenómeno.

La zona con menos variación es el manantial de Agua Dulce por presentar mayor vegetación en su entorno porque el agua fluye constantemente, en comparación con la laguna Intermedia que está rodeada de abras, indicando una desecación en el manto freático que ha facilitado la dispersión de algunas especies vágiles.

Cyprinodon atrorus Miller, 1968

Distribución de la especie. Se distribuye en tres de las cinco áreas del sistema Churince: laguna Intermedia, poza Bonita y río Churince. Miller *et al.*, (2009) mencionan la coexistencia de su hábitat con *G. marshi* y *Lucania interioris* únicamente, pero en las recolectas, se observó una distribución semejante a *C. xanthicara*, *Dionda* sp., *M. salmoides*, *Lepomis machrochirus* y *L. megalotis* en la laguna Intermedia, lo que permite ampliar las

especies de peces con las que coexiste. Se observó su preferencia por suelos con tapetes microbianos, en lugar de suelos con gran número de macro algas.

Espectro trófico global. De los 75 ejemplares revisados, 21 estómagos se encontraron llenos, 39 casi llenos y 15 casi vacíos. El contenido estomacal, se encontró digerido y medio digerido; ambos se tomaron en cuenta con la finalidad de rescatar la mayor cantidad de información posible. De acuerdo al IRI el contenido estomacal está constituido por 5.55% de materia orgánica irreconocible, piedras y algas y 94.45% por los ítems alimenticios, representados por cinco categorías generales: insectos, crustáceos, ácaros, gasterópodos, teleósteos y plantas, los cuales se utilizan en el espectro trófico de la especie (Tabla 15). La curva de acumulación de especies presa (Figura 6) sugiere que se ha llegado a conocer casi por completo la alimentación de *C. atrorus* en Churince, esto sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Arnold (1972) y Minckley (1969) mencionan que la dieta de *Cyprinodon atrorus* es herbívora, con base en la forma circonvolucionada y larga del intestino, y que se alimenta principalmente de algas. Sin embargo, de acuerdo a los Índices de Importancia Relativa IRI (Figura 9) y RIa (Figura 10), el coeficiente de alimentación Q (Tabla 4) y la gráfica tridimensional (Figura 8Figura 8), la categoría insectos es preferencial y dominante, seguida de crustáceos, que son consumidos en grandes cantidades pero en bajo volumen. Las categorías: plantas, teleósteos, gasterópodos y ácaros son considerados raros en la dieta. Además se encontraron algas y minerales dentro de su estómago, por lo que podemos pensar que obtiene algún tipo de alimento del fondo.

- 83 -

El valor obtenido por el índice de amplitud de nicho permitió clasificar a esta especie como un predador generalista secundario, con un hábito alimenticio heterogéneo de acuerdo a la escala propuesta por dicho índice.

Las categorías alimenticias con mayor diversidad, según el índice de Shannon-Weiner (Tabla 4), respecto a las especies encontradas en la dieta de *C. atrorus*, son insectos y crustáceos, lo que indica que se alimenta de una gran diversidad de especies de estas categorías.

***Cyprinodon bifasciatus* Miller, 1968**

Distribución de la especie. Se colectó en el río Churince y en el manantial de Agua Dulce, sin embargo se encuentra mejor representada en la unión del río y del manantial. Se distribuye a lo largo de la columna de agua.

Espectro trófico global. De la muestra colectada (99 ejemplares), 37 estómagos se encontraron llenos, 56 casi llenos y 6 casi vacíos. De acuerdo al IRI la materia orgánica ocupa 11.75% de los estómagos analizados,

compuesta por algas, piedras y detritus, y los ítems alimenticios ocupan el 88.25% con 8 categorías presentes: crustáceos, insectos plantas, ácaros, arañas, gasterópodos, teleósteos y nemátodos. Para un mejor análisis se consideraron los estómagos que presentaban un grado de digestión medio y los digeridos (Figura 16). La curva de acumulación de especies presa (Figura 12) sugiere una buena cantidad de ejemplares analizados, por lo que se conoce casi toda su dieta, esto sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Minckley (1969) y Miller *et al.* (2009), analizaron contenidos estomacales de peces adultos y encontraron residuos del fondo y materia orgánica, sin embargo se menciona que se alimenta de plantas, animales e incluso de sus propios huevos. De acuerdo a los Índices de Importancia Relativa IRI (Figura 15) y R_{la} (Figura 16), el coeficiente de alimentación Q (Tabla 5) y la gráfica tridimensional (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), muestran las categorías alimenticias más importantes y consideradas como alimentos preferenciales, que son crustáceos y en seguida insectos. Las plantas son un alimento secundario. Las categorías teleósteos, ácaros, gasterópodos y nemátodos se consideran raros en su alimentación.

De acuerdo al índice de Levins la dieta de *C. bifasciatus* se determina como generalizada, con hábitos omnívoros, según la escala propuesta para el índice, lo que le permite estar en diferentes niveles tróficos. Por su amplio espectro alimenticio esta especie puede ser consumidor primario o consumidor secundario.

Las categorías alimenticias con mayor diversidad según el índice de Shannon-Weiner (Tabla 5) respecto a las especies encontradas en la dieta de *C. bifasciatus*, son insectos y crustáceos.

***Gambusia marshi* Minckley y Craddock, 1962**

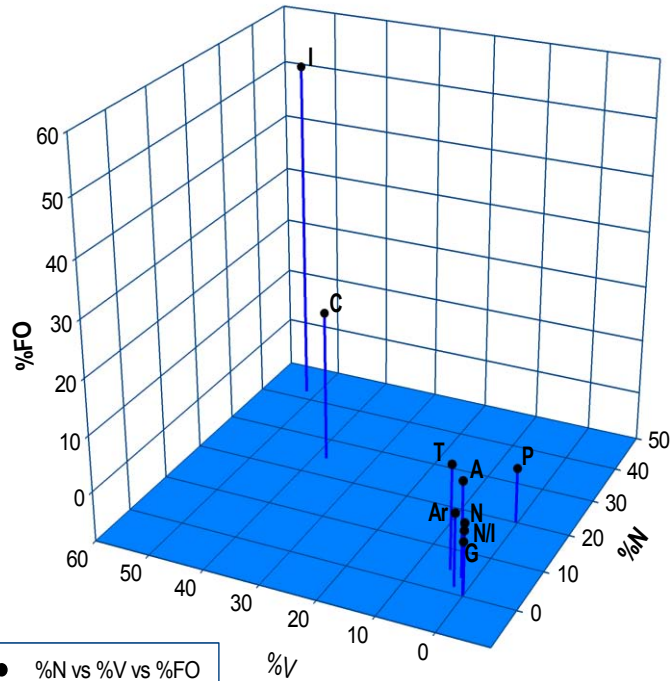
Distribución de la especie. Es la única especie que se encuentra distribuida en las cinco áreas del Sistema Churince, sin embargo el estudio se dividió en 2 grupos, de acuerdo a las características físicas del sistema. Esta agrupación se hizo debido a que el manantial de Agua Dulce, en comparación con el resto del sistema, tiene más vegetación en su entorno y la mayoría del área del suelo presenta alta densidad de algas, mientras que en el resto del sistema la densidad de algas es menor y el área que ocupan los tapetes microbianos es mayor. Por lo tanto el primer grupo está formado por los organismos colectados en la laguna Intermedia, la poza Bonita y el río Churince, y el segundo grupo son los ejemplares colectados en el manantial de Agua Dulce.

Espectro trófico global. Del primer grupo, de la laguna Intermedia se colectaron 76 ejemplares, de los cuales; 13 estómagos se encontraron llenos, 17 casi llenos, 45 casi vacíos y uno vacío. Se utilizaron los estómagos que presentaban un grado de digestión medio y digerido para un análisis más completo. De acuerdo al IRI del total de los estómagos, el contenido estomacal se encontró representado por 14.15% de materia orgánica, en la que se encontró detritus, materia vegetal no identificable y algas; el 85.85% restante son los ítems alimenticios representados por 8 categorías: crustáceos, insectos, ácaros, arañas, gasterópodos, teleósteos, nemátodos y

plantas (Tabla 6). La curva de acumulación de especies presa (Figura 18) sugiere una falta de ejemplares analizados, la curva se realizó sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Referente a los Índices de Importancia Relativa IRI (Figura 21) y RIa (Figura 22), el coeficiente de alimentación

G. marshi Int



Q (Tabla 6) y la gráfica tridimensional (

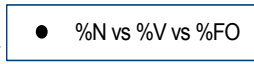


Figura 20) muestran que la dieta del primer grupo de *G. marshi* se caracteriza porque la categoría insectos y crustáceos son las categorías dominantes siendo más importante su contribución numérica y volumétrica que en ocurrencia. La categoría plantas, teleosteo, ácaros, nematodos y gasterópodos, se consideran alimentos raros.

El índice de Levins obtenido para la especie (

Tabla 14) sugiere una dieta especializada, heterogénea y con hábitos omnívoros de acuerdo a la escala propuesta para el índice. Por lo tanto se puede encontrar en diferentes niveles tróficos.

Las categorías alimenticias con mayor diversidad según el índice de Shannon-Weiner (Tabla 6) respecto a las especies encontradas en la dieta de *G. marshi*, son insectos, crustáceos y plantas.

Para el segundo grupo de *G. marshi* del manantial de Agua Dulce se colectaron 100 ejemplares, de los cuales 19 estómagos se encontraron llenos, 52 casi llenos y 29 casi vacíos, digeridos y medio digeridos, los cuales se tomaron en cuenta para el análisis. El 7.71% IRI del total del contenido estomacal es de materia orgánica, en

el que se encontraron micro-algas, y detritos. El 92.29% IRI restante está representado por 6 categorías: plantas, insectos, crustáceos, ácaros, arañas y teleósteos (Tabla 18). La curva de acumulación de especies presa (Figura 23) sugiere una falta de ejemplares analizados, la curva se realizó sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Los índices de importancia relativa IRI (Figura 26) y Rla (Figura 27), el coeficiente de alimentación (Tabla 7) y la gráfica tridimensional (Figura 25), muestran que la categoría de plantas, tiene un aporte de gran cantidad pero alimentos ligeros, insectos, e ítems muy pesados son las categorías alimenticias preferenciales en ese orden. La categoría crustáceos es considerada secundaria, mientras que los ácaros y teleósteos, son categorías alimenticias raras.

De acuerdo al índice de Levins (

Tabla 14) su dieta es considerada generalizada y heterogénea con hábitos omnívoros según la escala propuesta para el índice, lo que le permite encontrarse en diferentes niveles tróficos.

Las categorías alimenticias con mayor diversidad según el índice de Shannon-Weiner (Tabla 7) respecto a las especies encontradas en la dieta de *G. marshi*, son insectos, crustáceos y plantas.

El dendograma (Figura 28) en el que se observa el Índice de Simpson para comparar la similitud entre los grupos de *G. marshi*, muestra alrededor de un 60% de similitud entre las dietas de ambos grupos, lo que indica un comportamiento alimenticio similar en lo que se esperaba fuera totalmente diferente. Miller *et al.* (2009) mencionan que los principales alimentos son detritos, insectos, y otros invertebrados y aquí se observó que la categoría insectos es el alimento preferencial. Los crustáceos y las plantas para un grupo son más importantes que para otro, pero están presentes en los dos grupos y ambos son omnívoros.

***Lepomis macrochirus* Rafinesque, 1819**

Distribución de la especie. Se colectaron 13 ejemplares de la laguna Intermedia, de los cuales tres estómagos se encontraron llenos, cinco casi llenos y cinco casi vacíos. Todos los contenidos estomacales se encontraron medio digeridos y se utilizaron en el análisis; de estos el 2.30% IRI fue representado por materia orgánica, y el 97.70% IRI por ítems alimenticios en los que se encuentran seis categorías: insectos, crustáceos, ácaros, teleósteos, nemátodos y plantas (Tabla 19). En todos los estómagos se encontraron acantocéfalos. La curva de acumulación de especies presa (Figura 30) sugiere una falta de ejemplares analizados, la curva se realizó sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Espectro trófico global. Stuber (1982) menciona que la mojarra de oreja azul es consumidora oportunista porque pueden alterar su dieta de acuerdo a la disponibilidad de alimentos, pero se alimentan principalmente

de zooplancton y pequeños insectos. En este estudio se encontró que la categoría dominante de la que se alimenta esta especie son los insectos y crustáceos, con un mayor aporte en presas pesadas y en cantidad. Las categorías teleósteos, plantas, ácaros y nemátodos son considerados alimentos raros en su alimentación, de acuerdo a los índices de importancia relativa IRI (Figura 33) y Rla (Figura 34), al coeficiente de alimentación Q (Tabla 8. **Resumen total del espectro trófico de *Lepomis macrochirus*; Porcentaje numérico (%N), Porcentaje volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%Rla) coeficiente de alimentación (Q) e Índice de Shannon-Weiner (H')**.Tabla 8) y a la gráfica tridimensional (Figura 32).

La amplitud de nicho respecto al índice de Levins determina que su dieta es generalizada y heterogénea, con hábitos alimenticios omnívoros, pudiéndose encontrar en diferentes niveles tróficos, lo que le permite tener una mayor plasticidad en su alimentación.

Las categorías alimenticias con mayor diversidad según el índice de Shannon-Wiener (Tabla 8) respecto a las especies encontradas en la dieta de *L. macrochirus*, son crustáceos, insectos y teleósteos.

***Lepomis megalotis* (Rafinesque, 1820)**

Distribución de la especie. Se recolectaron 12 ejemplares únicamente en la laguna Intermedia, ya que solo se recolectó en dos de los nueve muestreos realizados. De los 12 ejemplares, cinco estómagos estaban casi llenos, cuatro casi vacíos y tres vacíos. Los estómagos vacíos no se incluyeron en el estudio y el resto se encontró contenido estomacal medio digerido. En la mayoría de los estómagos se encontraron acantocéfalos. El contenido estomacal total de los peces se encontró con el 4.38% IRI de materia orgánica, y el 95.62% IRI con ítems alimenticios divididos en siete categorías: crustáceos, insectos, arañas, gasterópodos, teleósteos, nemátodos y plantas (Tabla 20). La curva de acumulación de especies presa (Figura 36) sugiere una falta de ejemplares analizados, la curva se realizó sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Espectro trófico global. Miller *et al.* (2009) mencionan que *L. megalotis* es un pez oportunista que se alimenta, de presas fáciles de capturar, como insectos e invertebrados pequeños. En este trabajo se encontró que las categorías alimenticias crustáceos e insectos son las más importantes en ese orden según los índices de importancia relativa IRI (Figura 39) y Rla (Figura 40), el coeficiente alimenticio Q (Tabla 9) y la gráfica tridimensional (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de referencia.**), y el resto de las categorías teleósteos, nemátodos y plantas son alimentos raros.

Según el índice de Levins (

Tabla 14) la dieta es generalizada y heterogénea, con hábitos omnívoros, permitiéndole encontrarse en diferentes niveles tróficos, dependiendo lo que consuma.

Las categorías alimenticias con mayor diversidad según el índice de Shannon-Weiner (Tabla 9) respecto a las especies encontradas en la dieta de *L. megalotis*, son insectos, y crustáceos.

***Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802)**

Distribución de la especie. Se encontró distribuida en la laguna Intermedia del Sistema Churince. Se colectaron 48 ejemplares, de los cuales dos estómagos se encontraban llenos, 22 casi llenos, 23 casi vacíos y uno vacío. Tres de los estómagos casi vacíos estaban totalmente digeridos y no se encontró nada reconocible, por lo que estos y el estómago vacío no se tomaron en cuenta para el análisis. Del total del contenido estomacal, 3.87% IRI se encontró representado por materia orgánica y el resto 96.13% IRI son los ítems alimenticios representados por cinco categorías: insectos, crustáceos, ácaros y teleósteos. La curva de acumulación de especies presa (Figura 42) sugiere una falta de ejemplares analizados, la curva se realizó sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Espectro trófico global. Miller *et al.* (2009) mencionaron que los peces juveniles se alimentan de pequeños crustáceos, suplementados con insectos y sus larvas. Los adultos depredan sobretodo peces, langostinos, insectos grandes, y ocasionalmente una rana, ratón u otro animal que nade o caiga en el agua. En este trabajo no se realizó la comparación entre juveniles y adultos, pero en general se encontró que su alimento principal son los insectos, siendo esta la categoría dominante. Los crustáceos también son un alimento preferencial con un aporte mayor en número de presas y peso total de estas. Las categorías ácaros, teleósteos y plantas son alimentos raros en su alimentación. De acuerdo a los índices de importancia relativa IRI (Figura 45) y Rla (Figura 46), el coeficiente de alimentación (Tabla 10) y la gráfica tridimensional (Figura 44).

- 88 -

Respecto al índice de Levins (

Tabla 14) calculado para esta especie, y a la escala del índice su alimentación se considera heterogénea y generalizada, la especie se encuentra en el nivel trófico de consumidor secundario.

Las categorías alimenticias con mayor diversidad según el índice de Shannon-Weiner (Tabla 10) respecto a las especies encontradas en la dieta de *M. salmoides*, son crustáceos, insectos y ácaros.

***Herichthys minckleyi* (Kornfield & Taylor, 1983)**

Distribución de la especie. Se colectó únicamente en el manantial de Agua Dulce, aunque su distribución es en dicho lugar y en el río Churince. Es una especie veloz, hábil y escasa, por lo que sólo se colectaron nueve ejemplares.

Espectro trófico global. Cinco ejemplares presentaron estómagos llenos, de estos dos estaban medio digeridos y tres digeridos. Tres estómagos se encontraron casi llenos, todos medio digeridos y uno vacío. Del

total del contenido estomacal 17.68% IRI es materia orgánica y 82.32% IRI lo ocupan los ítems alimenticios con ocho categorías: gasterópodos, plantas, teleósteos, crustáceos, ácaros, insectos, arañas y nemátodos (Tabla 22). La curva de acumulación de especies presa (Figura 48) sugiere una falta de ejemplares analizados, la curva se realizó sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Se sabe que dentro de la especie hay tres morfos de alimentación distinta, pero en este estudio se colectaron únicamente ejemplares molariformes, ya que los índices de importancia relativa IRI (Figura 51) y R_{la} (Figura 52), el coeficiente de alimentación (Tabla 11) y la gráfica tridimensional (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), indican que la categoría alimenticia más importante y preferencial son los gasterópodos, seguida de alimentos secundarios como plantas y teleósteos. Por último se encontraron ácaros, crustáceos, nemátodos e insectos, como alimentos raros en su dieta.

Respecto al índice de Levins (

Tabla 14) y de acuerdo a la escala del índice, se considera a *H. minckleyi* una especie especializada con una dieta heterogénea, colocado en el nivel trófico como consumidor primario.

Las categorías alimenticias con mayor diversidad según el índice de Shannon-Weiner (Tabla 11) respecto a las especies encontradas en la dieta de *H. minckleyi* son plantas y gasterópodos.

Durante el trabajo de campo se observó a una hembra cuidando y defendiendo a un agregado de *Chara sp.*, de los peces joya, que se acercaban con mucha insistencia, como si picaran algo, lo que indica que el desove lo realizó ahí y por eso la defendía. Además se observó que al acercarse las personas al manantial, los peces de esta especie se reúnen esperando que se les proporcione comida, y se han encontrado alambres con forma de gancho en un extremo, pudiéndose usar como anzuelo. Estas observaciones sugieren una presión en la especie, además de una alteración en las interacciones alimenticias de los peces. Cabe destacar que en los contenidos estomacales no se encontró alimento ajeno a la ciénega.

***Hemichromis guttatus* Günther, 1862**

Distribución de la especie. Se recolectó únicamente en el manantial de Agua Dulce, aunque su distribución llega hasta el río Churince. Esto es muy importante y alarmante, ya que la estabilidad de la población de *H. guttatus* ha permitido su avance en la colonización del sistema Churince, y ésta es una de las especies que se ha observado en las abras que pueden inundarse en temporadas, pudiendo aumentar su distribución por este medio.

Espectro trófico global. Se colectaron 102 ejemplares de los cuales, 27 estómagos se encontraron llenos, 45 casi llenos y 30 casi vacíos. Los contenidos estomacales se encontraron digeridos y medio digeridos, ambos

se tomaron en cuenta para el análisis. En el contenido estomacal completo se encontró el 7.71% IRI de materia orgánica y el 92.29% IRI de ítems alimenticios representados por ocho categorías: insectos, crustáceos, plantas, ácaros, arañas, gasterópodos, nemátodos y teleósteos (Tabla 23). La curva de acumulación de especies presa (Figura 54) sugiere una falta de ejemplares analizados, la curva se realizó sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Referente a los índices de importancia IRI (Figura 57) y R_{1a} (Figura 58), el coeficiente de alimentación (Tabla 12) y la gráfica tridimensional (Figura 56), la categoría alimenticia preferencial fueron los insectos; las categorías secundarias fueron plantas y crustáceos; y las categorías raras dentro de su alimentación fueron los ácaros, teleósteos, gasterópodos y nemátodos.

El índice de Levins sugiere que *H. guttatus*, tiene una dieta generalizada y heterogénea, y presenta un hábito alimenticio omnívoro. Aunque en general su alimentación se considere oportunista (Lozano, 2006), por lo tanto puede estar en diferentes niveles tróficos. Las categorías alimenticias con mayor diversidad según el índice de Shannon-Weiner (Tabla 12) respecto a las especies encontradas en la dieta de *H. guttatus* son plantas, crustáceos, insectos y gasterópodos.

Se resalta que a pesar de no encontrar huevos de peces en su contenido estomacal, no implica que no se alimente de ellos, ya que se considera que el material del que están compuestos no permitió su observación, especialmente si consideramos que ninguno de los estómagos analizados se encontró fresco, lo que implica que hay ítems alimenticios que ya no se pueden observar con un grado de digestión medio y alto. Como se mencionó anteriormente, esta especie fue observada en campo se le observó, invadiendo el lugar de depósito de huevos de *H. minckleyi* y fue documentado en un video. Además se observó que cuando *H. guttatus*, se encuentra en estrés es muy agresiva, ya que al ser colectada y depositada en una cubeta con *G. marshi* se comía los ojos de estos peces. Esta agresividad nos sugiere que cuando la población de esta especie se encuentra en estrés, puede causar grandes afectaciones a las especies de peces nativas y endémicas del sistema Churince.

Dionda sp.

Distribución de la especie. Se encontró únicamente en la laguna Intermedia entre las rocas a la orilla del cuerpo de agua.

Espectro trófico global. Únicamente se colectaron 29 ejemplares, de los cuales 11 estómagos estaban casi llenos y 18 casi vacíos. El estómago en general de esta familia de peces es muy característico, ya que pareciera que tiene una molleja y que de aquí va digiriendo la comida. Los contenidos estomacales se encontraron digeridos y medio digeridos, ambos se utilizaron para el análisis. Del total del contenido estomacal 5.68% IRI

es materia orgánica y el resto 9.32% IRI son los ítems alimenticios representado por seis categorías: insectos, crustáceos, ácaros, gasterópodos, teleósteos y plantas (Tabla 24). La curva de acumulación de especies presa (Figura 60) sugiere una falta de ejemplares analizados, la curva se realizó sin hacer distinción en los meses de cada colecta.

Para este trabajo de acuerdo a los índices de importancia relativa IRI (Figura 63) y Rla (Figura 64), al coeficiente de alimentación (Tabla 13) y a la gráfica tridimensional (Figura 62), las categorías alimenticias preferenciales fueron crustáceos e insectos, y las categorías ácaros, gasterópodos, teleósteos y plantas, son categorías raras en la alimentación de *Dionda sp.* Cabe mencionar que no se realizó el conteo de micro-algas, y éstas no se tomaron en cuenta dentro de las frecuencias y los índices de importancia relativa. Por lo que mencionaré que Page y Burr (1991) sugieren que la alimentación principal es de algas y otras plantas.

Referente al índice de Levins la dieta esta especie generalizada y heterogénea, y se encuentra en el nivel trófico como consumidor secundario. Las categorías alimenticias con mayor diversidad según el índice de Shannon-Weiner (Tabla 13) respecto a las especies encontradas en la dieta de *Dionda sp.* son crustáceos e insectos.

***Cyprinella xanthicara* (Minckley & Lytle, 1969)**

Se colectó únicamente en la laguna Intermedia, cerca de las rocas. Su estancia en la ciénega es muy cuestionable, ya que de los nueve muestreos solo en dos se recolectaron seis ejemplares, podría ser por la fluctuación del nivel del agua en la ciénega. Todos los estómagos estaban casi vacíos, y digeridos. Solo en uno se pudo observar la estructura de un insecto, pero no se identificó por el alto grado de digestión en el que se encontraba.

Discusión del análisis estadístico de la dieta de la comunidad íctica.

El dendrograma de del Índice de similitud de Simpson (Figura 66) separa seis grupos principales: en un grupo se incluye a *M. salmoides* y a *Dionda sp.*, presentan un 60% de similitud. *G. marshi* de la laguna intermedia tiene una similitud de 60% con *G. marshi* del manantial de Agua Dulce, con *L. macrochirus* y *C. atrorus*. A su vez *C. atrorus* tiene un 73% de similitud con *G. marshi* del manantial de agua Dulce y con *L. macrochirus*; que estos últimos son similares en 78%. Por otro lado hay un grupo donde se separa *C. bifasciatus*, *H. guttatus* y *H. minckleyi*. Esta última es similar a los otros dos con un 66% y *H. guttatus* es 90% similar a *C. bifasciatus*. Los porcentajes de similitud que indican que algunos organismos son similares por el lugar que ocupan en la Ciénega Churince.

En el cluster del Índice de traslape de Morisita (Figura 67) se generaron dos grupos principales, sin embargo se tomaron en cuenta los grupos más cercanos entre ellos, por lo que se generan cuatro grupos principales: en A se encontró únicamente a *H. minckleyi*, la cual no presenta un traslape con ninguna otra especie, el grupo B

presenta un traslape medio, igual que los dos subgrupos B1, en el que se encuentran *L. macrochirus* y *C. atrorus* y B2 con *C. bifasciatus* y *H. guttatus*. Solo que algunas especies se traslapan más que otras. El grupo **C** presenta un traslape medio entre cuatro especies, sin embargo se dividen en tres subgrupos: C1, solo con *Dionda sp.* C2 con *G. marshi* y *M. salmoides* con un traslape alto; y C3 con *L. megalotis*. Y el grupo **D** en el que se separa *G. marshi*.

Y el cluster de Índice de Traslape de Horn (Figura 69), es muy similar al cluster generado por Morisita, ya que de manera general divide a la comunidad en dos grupos, sin embargo por grado de traslape se generan los mismos cuatro grupos con sus subgrupos y se corrobora el traslape entre las especies. Asimismo aumenta el grado de traslape en algunos grupos, como en el subgrupo B1, B2 y C1 donde de ser traslape medio pasaron a ser alto.

De acuerdo a los clusters antes mencionados, los grupos de traslape, no tienen ninguna relación taxonómica, pero si presentan un notable patrón de traslape de acuerdo a la distribución de cada especie en la ciénega Churince. Uno de los grupos similares, comprobado con el traslape y más llamativos es el de la especie exótica (*H. guttatus*) con el cachorrito de Cuatrociénegas especie (*C. bifasciatus*), ya que el traslape es alto y en la disminución de recursos la competencia por alimento aumentaría y la especie exótica podría desplazar a la especie endémica.

Hendrickson (2008), menciona que el pez joya compite por alimento con los juveniles de *H. minckleyi*, sin embargo para este trabajo solo se recolectó el morfo molariforme, y por el tamaño de muestra no se realizó la caracterización ontogénica de la especie, lo que implica que el pez exótico es una amenaza latente para dos especies de peces endémicas en la competencia de alimento, en las condiciones actuales de la ciénega. Ya habiéndose mencionado que cuando se encuentra en estrés presenta un comportamiento agresivo hacia otras especies, lo que podría causar daños irreversibles a la flora y fauna del lugar.

Parámetros ecológicos

La diversidad de las especies es usualmente proporcional a la estabilidad del ecosistema: las comunidades más estables tienen gran número de especies que se distribuyen de manera uniforme en las poblaciones de buen tamaño (Sánchez-Rojas *et al.*, 2007). Para esta comunidad en general la riqueza de especies presenta una diversidad y equitatividad alta, lo que indica que la distribución de la abundancia de especies alimenticias es igual en las especies de peces, lo que significa que la ciénega es estable.

Las especies dominantes se pueden considerar en función de los niveles tróficos. La dominancia mantiene una relación inversa a la diversidad, es decir que a altos niveles de dominancia, habrá bajos niveles de diversidad

(Sánchez-Rojas *et al.*, 2007). En este trabajo los niveles de dominancia son bajos mientras que los niveles de diversidad son altos, lo que quiere decir que no hay una especie o ítem alimenticio dominante.

Trama trófica

Con la información obtenida se elaboró un esquema de las redes tróficas fundamentales (Figura 71) que involucran a la comunidad íctica de la ciénega Churince. Basándose en el IRI, mediante el cluster de similitud de Bray y Curtis (Figura 70), se agruparon a las especies por jerarquías de acuerdo a la similitud de alimentos entre las especies.

Se observan claramente los cuatro grupos tróficos funcionales, con sus subgrupos descritos anteriormente. De la trama trófica, podemos observar que hay especies consumidoras de segundo grado, es decir, carnívoras. Carnívoras que pueden alimentarse tanto de otros animales como de planta o algas.

No se encontraron especies de peces tope, ya que ninguna especie es estrictamente ictiófagas, solo se encontraron especies que se alimentan de las escamas de los peces y ojos de *G. marshi*. Pero faltó recolectar el morfo ictiófago de *H. minckleyi*, así como analizar estrictamente el consumo de huevos de las diferentes especies y considerar las aves, serpientes u otros organismos más grandes, la pesca u otros factores que puedan regular las poblaciones de peces. Aun sin contar con especies de peces tope, la reacción en cadena del control alimenticio de arriba hacia abajo es potencialmente mayor que de abajo hacia arriba, ya que la comunidad de peces regula las poblaciones de plantas, algas, invertebrados, etc. (Carpenter y Kitchel, 1993; Jeppsen *et al.*, 1997; Lovgren y Pearsson, 2002).

Como productores primarios, se encontraron las plantas y algas, sin embargo las algas no se analizaron en este estudio. Souza *et al.*, (2004) mencionan que los estromatolitos y bacterias fotosintéticas (cianobacterias) son la base de la pirámide alimenticia, distintiva del Cámbrico temprano (hace 540 millones de años), esto aplicaría principalmente en la laguna Intermedia donde se encuentran los estromatolitos.

Conclusión

En el presente trabajo se describió la estructura de la comunidad íctica de la Ciénega Churince, la cual está constituida por cinco familias, ocho géneros y diez especies. Para nueve de estas diez especies, se realizó el espectro trófico, para determinar la composición de la dieta de las especies, mediante el análisis de contenido estomacal.

El espectro trófico de seis especies: *C. atrorus*, *G. marshi* int, *L. macrochirus*, *L. megalotis*, *M. salmoides* y *Dionda sp.*, muestra la importancia que ocupan los insectos y crustáceos dentro de su alimentación, al ser las categorías preferenciales.

Para *C. bifasciatus*, *G. marshi* man, *H. minckleyi*, y *H. guttatus*, su espectro alimenticio es diferente, porque se encontraron categorías alimenticias secundarias, las cuales brindan una importancia significativa y son complemento de su alimentación. Dichas categorías son: crustáceos, insectos, gasterópodos, teleósteos y plantas.

La mayoría (ocho) de las especies de peces, son eurípagas, ya que solo una (*H. minckleyi*) puede ser considerada estenófaga por tener solo una categoría alimenticia preferencial.

El traslape de dietas muestra la competencia por alimentos que hay entre las especies, expresando un afin alimenticio por la zona en la que se distribuyen, y no por la taxonomía de las especies.

Se destaca que la especie exótica *H. guttatus* sí está compitiendo por el alimento con *C. bifasciatus*, siendo una especie endémica y considerada amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010), está en constante riesgo, dado que la población del pez exótico, parece estar bien establecida y adaptada a la ciénega, además de ir avanzando en su colonización.




El comportamiento de *H. guttatus* es alarmante para las comunidades acuáticas, ya que cuando se encuentra en estrés es una especie muy agresiva lo que puede causar daños a la flora y fauna de la ciénega. Además de ser una amenaza latente para la natalidad de *H. minckleyi* al comerse sus huevos.

La red trófica propuesta para este trabajo muestra cuatro grupos generales, jerarquizados y funcionales, en los que no se encontró que las especies de peces sean el tope de la cadena alimenticia, ya que no se obtuvieron especies estrictamente ictiófagas. Tomando en cuenta esto, podemos decir que hay una baja abundancia de depredadores tope de peces, y se estima que su control regulador no es directamente sobre las poblaciones de peces, pero sí de metazoos.

Los parámetros fisicoquímicos, de la ciénega no han tenido un cambio significativo, respecto a la calidad del agua.

Recomendaciones

Para entender mejor las relaciones tróficas de la Ciénega Churince, y la afectación de la especie de pez exótico es necesario tener en cuenta, para estudios posteriores:

-  Establecer intervalos de tiempo estratégicos de las colectas en el día y en la noche.
-  Determinar zonas clave para las recolectas.
-  Analizar la ontogenia de las especies.

- 👁️ Realizar comparaciones por estaciones.
- 👁️ Conocer la estequiometría ecológica de la comunidad ictica para analizar el flujo de energía.
- 👁️ Relacionar las colectas y los resultados obtenidos con los parámetros fisicoquímicos de cada colecta.

Y promover un método eficaz para la extracción total del pez joya y mantener una mejor conservación del lugar.

Referencias

- Aguirre, H. 2000. *Aspectos biológicos y ecológicos del salmonete de fango Mullus barbatus. L., 758 y del salmonete de troca Mullus sumuletus L., 1758, del Mediterráneo Noroccidental*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Pág. 261.
- Aguirre, M. A. y R. M. Alfaro. 2009. *Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía*. En *Capital Natural de México*. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 277-318.
- Amundsen, P.A., H. M. Gabler y F.J. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data modification of the Castello (1990) method. *Journal of Fish Biology* 48: 607-614.
- Arim M. y P. Marquet. 2004. Intraguild predation: a widespread interaction related to species biology. *Ecology Letters*. 7: 557-564.
- Arim M., F. Bozinovic y P. Marquet. 2007. On the relationship between trophic position, body mass and temperature: reformulating the energy limitation hypothesis. *Oikos* 116: 1524-1530.
- Arim M., S. R. Abades, G. Laufer, M. Loureiro y P. A. Marquet. 2010. Food web structure and body size: trophic position and resource acquisition. *Oikos*. 119: 147-153.
- Arnold, E. T. 1972. *Behavioral ecology of two pupfishes (Cyprinodontidae, genus Cyprinodon) from northern México*. Tesis Doctoral. Arizona State University Tempe. Pág. 158.
- Braga, S. F. M y Braga, S. M.A. 1987. Estudo do hábito alimentar de *Prionotus punctatus* (Bloch, 1297) (Teleostei, Triglidae), Na região Da Ilha Anchieta, Estado de Sao Paulo, Brasil. *Brazilian Journal of Biology* 47(1/2):31-36.
- Bigg, M. A., y M. A. Perez. 1985. Volumen modificado: A frequency-volume method to assess marine mammal food habits. Editores: J.R. Beddington, R. J. H. Beverton and D. M. Lavigne. *Marine mammals and fisheries*. George Allen y Unwin London. 277-283 p.
- Brown J., J. F. Gillooly, A. P. Allen, V. M. Savage y G. B. West. 2004. Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology*, 85: 1771-1789

- Carabias Lillo Julia, Enrique Provencio, Javier de la Maza Elvira y Susana Moncada. 1999. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. 1ª edición. Instituto Nacional de Ecología. Pág. 13 - 29.
- Carrera Alejandra. (29 de Agosto de 2011). El Churince está a punto de morir en Cuatrociénegas. *Milenio*.
- Carpenter, S. R. y Kitchell J. F. 1993. *The trophic cascade in lakes*. Cambridge University Press, Cambridge: 1-14.
- Cohen E. A, D. A. Hendrickson, C. Parmesan y J. C. Marks. 2005. Habitat segregation among Trophic Morphs of the Cuatro Ciénegas Cihlid (*Herichthys minckleyi*). *Hidrobiologica*. 15 (2 Especial): 169-181.
- Cole, G. A. 1984. Crustacea from the Bolsón of Cuatro Ciénegas, Coahuila México. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*, 19: 3-12.
- Colwell R. K. y D. J. Futuyma. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*. 52: 567-576.
- Contreras – Balderas J. A. 1984. Birds From Cuatro Ciénegas, Coahuila México. *Journal of the Arizona – Nevada Academy of Science*, 19: 77-79.
- Contreras – Balderas, S. 1984. Environmental Impacts in Cuatro Ciénegas, Coahuila, México: A Comentario. *Journal of the Arizona Nevada Academy of Science*, 19: 85-88
- Contreras – Balderas, S. 1990. Importancia, biota endémica y perspectivas actuales en el Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila México (15-23 p.). In J. L. Camarillo R. y Fermín Rivera. En Áreas Naturales Protegidas en México y Especies en Extinción. Serie Ecológica Compiladores Unidad de Investigación ICSE, ENEP Iztacala, UNAM.
- Contreras - Balderas S., y M. A. Escalante. 1984. Distribution and known impacts of exotics fishes in México (Chapter 6. 102-103). In: W. R. Courtenary y R. J. S. John (eds.), *Distribution and management of exotic fishes*. University Press.
- Contreras – Balderas, S. y A. Ludlow. 2003. *Hemichromis guttatus* Gunther, 1862 (Pisces: Cichlidae), nueva introducción en México, en Cuatro Ciénegas, Coahuila. *Vertebrata Mexicana*. 12: 1-5.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 726-738.

- Cortés E y S. H. Gruber. 1990. Diet, feeding habits and estimates of daily ration of young lemon sharks. *Negaprion brevirostris* (Poey). *Copeia*. (1): 204-218
- Costello, M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36: 261-263
- Desselle W. J., M.A. Poirrier, J. S. Rogers, R. C. Cashner. 1978. A discriminant functions analysis of sunfish (*Lepomis*) food habits and feeding niche segregation in the Lake Ponchartrain, Louisiana estuary. *Transactions of the American Fisheries Society*. 107: 713-719.
- Dinger, Eric. C. 2001. *Aquatic Invertebrates of Cuatro Ciénegas, Coahuila, México and Effects of Fish on Stromatolite Invertebrate Assemblages*. Tesis de Posgrado. Universidad el Norte de Arizona. 10-12.
- Dolson R., K. McCann, N. Rooney y M. Ridgway. 2009. Lake morphometry predicts the degree of habitat coupling by a mobile predator. *Oikos*. 118:1230-1238.
- Elser J. J., H. J. Schampel., F. Garcia-Pichel, D. B. Wade, V. Souza, L. Eguiarte, A. Escalante y D. J. Farmer. 2005. Effects of phosphorous enrichment and grazing snails on modern stromatolitic microbial communities. *Freshwater Biology*. 50: 1808–1825
- Espinosa-Pérez, H. 1993. Riqueza y diversidad de peces. *Ciencias*. No. Especial; 77-84.
- Ferrusquía-Villafranca Ismael y Laura I., González –Guzmán. 2005. Northern Mexico's Landscape, Part II: The Biotic Setting across space and time (Chapter 2, p. 40-51). In J. L. Cartron, Ceballos-González y R. Felger, (eds). *Biodiversity, Ecosystems and Conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press, New York.
- Friedman, M. 1987. Las mojaras de Cuatro Ciénegas. Proceedings of the *Desert Fishes Council*. XVI-XVIII: 53.
- Garrison, L. P. y S. L. Link. 2000. Dietary guild structure of the fish community in the Northeast United States continental shelf ecosystem. *Marine ecology*. Progress Series, 202: 231-240.
- George, E.L. y W.F. Hadley. 1979. Food and habitat partitioning between rock bass (*Ambloplites rupestris*) and smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) young of the year. *Trans. Am. Fish. Soc.* 108: 253-261.

- Girard, C. F. 1856. "Researches upon the cyprinoid fishes inhabiting the fresh waters of the United States, west of the Mississippi Valley, from specimens in the museum of the Smithsonian Institution". *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 8, pp. 165-213.
- Gillooly J. F., J. H. Brown, G. B. West, V. M. Savage y E. L. Charnov. 2001. Effects of Size and Temperature on Metabolic Rate. *Science*. 293: 2248-2251.
- Günther, Albert C. L. G. 1862. "Catalogue of the fishes in the British Museum. Catalogue of the Acanthopterygii, Pharyngognathi and Anacanthini in the collection of the British Museum". *Catalogue of the fishes in the British Museum London*. Vol 4; i-xxi + 1-534.
- Graham, H. John y R. C. Vrijenhoek. 1988. Detrended correspondence analysis of dietary data. *Transactions of the American Fisheries Society*. 117: 29-36.
- Heidinger C. Roy. 1976. Synopsis of biological data on the largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepède) 1802. *FAO Fisheries Synopsis*. No. 115. Pp. 4-10.
- Hendrickson, A. Dean. 2005. A proposal to establish a research field station in Cuatro Ciénegas. *Texas Memorial Museum and Section of Integrative Biology, University of Texas, Austin*. Pp. 1-3.
- Hendrickson, D. A., J. C. Marks, A. B. Moline, E. C. Dinger, and A. E. Cohen. 2008. Combining Ecological Research and Conservation. A case Study in Cuatro Ciénegas, Coahuila Mexico (127-157 p.). In: L. Stevens and V. J. Meretsky (eds.), *Aridland Springs in North America Ecology and Conservation*. University of Arizona Press and The Arizona-Sonora Desert Museum. Pp. 127-157.
- Hershler, R. 1984. The Hydrobiid snails (Gasteropoda: Rissoacea) of the Cuatro Cienegas Basin: Systematic relationships ecology of a unique fauna. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*, 19: 61-76.
- Holsinger, J. R., and W. L. Minckley. 1971. A new genus and two new species of subterranean amphipod crustaceans (Gammaridae) from northern Mexico. *Proceedings of the Biological Society Washington*. 83:425-444.
- Horn, H. S. 1996. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *The American Naturalist*. 100: 419-423.

- Hubbs, C. L. y Karl F. Lagler. 1947. *Fishes of the Great Lakes Region*. Third Ed. Prin. Univ. Mich. Press. Pp. 1-213.
- Hubbs, C., R. J. Edwards and G. P. Garrett. 2008. An annotated checklist of the freshwater fishes of Texas, with keys to identification of species. Texas Academy of Science. Available from: <http://www.texasacademyofscience.org/> ; Pág 44.
- Hunther, Albert, M. A., M. D., M. F. Z., et al. 1862. Catalogue of the fishes in the British Museum. *Printed by order of the Trustees*. London. Vol. 4: 275-276
- Husley, C. D., D. A. Hendrickson, y F. J. García de León. 2005. Trophic morphology, feeding performance and prey use in the polymorphic fish *Herichthys minckleyi*. *Evolutionary Ecology Research*, 7: 303-3024.
- Hulsey, C. D., J. Marks, D. A. Hendrickson, C. A. Williamson, A. E. Cohen y J. M. Stephens. 2006. Feeding specialization in *Herichthys minckleyi*: a trophically polymorphic fish. *Journal of Fish Biology*. 68: 1399 – 1410.
- Hynes, H. B. N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* y *Pysosteus 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.
- Iitzkowitz, M. y W. L. Minckley. 1969. Qualitative behavior of a pupfish (*Cyprinodon atorus*) in differing environments. *The Great Basin Naturalist*. 29 (4): 169-180.
- Jaramillo-Londoño, A. M. 2009. *Estudio de la biología trófica de cinco especies de peces bentónicos de la Costa de Cullera. Relaciones con la acumulación de metales pesados*. Tesis Doctora. Universidad Politécnica de Valencia. Pág. 24-30.
- Jennings S. y K. Warr. 2003. Smaller predator-prey body sizes ratios in longer food chains. *Proceedings of the Royal Society of London B*. 270: 1413-1417.
- Jeppesen, E., J. P. Jensen, M. Soondergaard, T. L. Lauridsen, P. Junge y L. Jensen. 1997. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia*: 342/343: 151-164.

- Kornfield, I. L., C. D. Smith, P. S. Gagmon y J. N. Taylor. 1982. The Cichlid fishes of Cuatro Ciénegas Mexico: Directed evidence of conspecificity among distinct trophic morphs. *Evolution*, 36 (4): 658-664.
- Kornfield, I. y J. N. Taylor. 1983. A new species of polymorphic fish, *Cichlasoma minckleyi*, from Cuatro Cienegas, Mexico (TELOSTEI: Cichlidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*; 96(2): 253-259.
- Knight, T. M., M. W. McCoy, J. M. Chase, K. A. McCoy y R. D. Holt. 2005. Trophic cascades across ecosystems. *Nature*. 437: 880-883.
- Knight, T. M., J. M. Chase, H. Hillebrand y R. D. Holt. 2006. Predation on mutualists can reduce the strength of trophic cascades. *Ecology Letters*. 9: 1173-1178.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins, New York.
- Laevastu, L. T. 1980. *Manual y métodos de biología pesquera*. Editorial Acribia, Madrid. Pp. 243.
- Labropoulou, M. y A. Eleftheriou. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal of Fish Biology* 50 (2): 324-340.
- Langton, R. W. 1982. Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus morhua*, silver hake, *Merluccius bilinearis* and fifteen other northerwest Atlantic finfish. U. S. *National Marine Fisheries Service Fisheries Bulletin*, 80: 745-759.
- Lee, R.E. 2008. *Phycology*, 4th Edition. Cambridge University Press, Cambridge. Pag. 69-70
- Leidy, J. y M. D. 1856. *Proceedings of the Academy of Natural Science. Printed for the academy*. Philadelphia. Vol. 3: 177.
- Loiselle, P. V. 1985. *The cichlid aquarium*. Tetra Press, Melle. Pp. 286
- Lovgren, J. y L. Persson. 2000. Fish-mediated indirect effects in a littoral food web. *Oikos*. 96:150-156.4
- Masdeu, M. 2011. *Estructura trófica de las comunidades de peces de arroyos subtropicales y templados: implicaciones de la dieta, el tamaño corporal y la temperatura*. Universidad de la República de Uruguay.
- Massol, F., D. Gravel, N. Mouquet, M. W. Cadotte, T. Fukami y M. A. Leibold. 2011. Linking community and ecosystem dynamics through spatial ecology. *Ecology Letters*. 14: 313-323.

- Meek, Seth Eugene. 1904. "The fresh-water fishes of Mexico north of the isthmus of Tehuantepec". Field Columbian Museum Publication. pp. 1-252
- Matthew, J. S. 2002. *Pharyngeal morphology and spatial and temporal variation in trophic composition in the polymorphic cichlid, Herichthys minckleyi (Teleostei: Cichlidae) from the Cuatro Ciénegas Basin, México*. Master of Science. University, San Marcos, Texas.
- Merah, R. M. *Hydrobiologia* 157: 143- 160.
- Meffe, K. G. 1985. Life history patterns of *Gambusia marshi* (Poeciliidae) from Cuatro Ciénegas, Mexico. *Copeia*. (4): 898-905.
- Meyer, R. E. 1973. Later-Quaternary Paleocology of the Cuatro Cienegas Basin, Coahuila, Mexico. *Ecology*. 54 (5): 982-995.
- Miller, R. R. 1965. *Quaternary freshwater fishes of North America*. En: The Quaternary of the United States. H. E. Wright, Jr., y D. G. Frey (Ed.). Princeton University Press, Princeton, New Jersey. Pp. 254-260.
- Miller, R. R. 1968. Two new fishes of the genus *Cyprinodon* from the Cuatro Cienegas basin, Coahuila, México. *Occasional Papers of The Museum of Zoology University of Michigan*. (659): 7-9.
- Miller, R. R. 1976. An evolution of Seth E. Meek contributions to Mexican Ichtiology. *Fieldiana Zoology*. 69 (1): 1-31.
- Miller, R. R. 1978. Composition and derivation of the native fish fauna of the Chihuahuan desert region. In R. H. Waver and D. H. Riskind (eds) Transactions of the Symposium on Biological Resources of the Chihuahuan Desert Region, United States and Mexico United States National Park Service Transactions and Proceedings Series. 3 (1977): 365-381.
- Miller, R. R., W. L. Minckley y S. M. Norris. 2009. *Peces dulceacuícolas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/El Colegio de la Frontera Sur/Sociedad Ictiológica Mexicana, A.C. /Desert Fishes Council. México. 559 p.
- Trad. de Juan J. Schmitter-Soto. 1ra Edición en Inglés, 2005. The University of Chicago Press. Chicago.
- Minckley, W. L. 1962. Two new species of fishes of the Genus *Gambusia* (Poeciliidae) from Northeastern México. *Copeia*. 1962 (2): 391-396.

- Minckley, W. L. y G. A. Cole. 1968. *Speocirolana thermydronis* (Crustacea:Isopoda) from northeast México, re-discovery [sic], habitat, and supplemental description. *Tulane Studies Zoology and Botany*. 15: 2-4.
- Minckley, W. L. 1969. Environments of the Bolson of Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico: With special reference to the aquatic biota. The University of Texas at El Paso. *Science Series*, Number Two. Pp. 34-50.
- Minckley, W. L. 1984. Cuatro Ciénegas Fishes: Reserch Review and Local Test of Diversity Versus Habitat Size. *Journal of the Arizona – Nevada Academy of Science*. 19(1): 13-21.
- Minckley, W. L., y G. L. Lyte. 1969. *Notropis xanthicara*, a new cyprinid fish from the Cuatro Ciénegas Basin, North – Central México. *Proceedings of the biological Society of Washington*. (8): 491 – 496.
- Motta, R. L. y V. S. Uieda. 2005. Food web structure in a tropical stream ecosystem. *Austral Ecology*. 30: 58-73.
- Olden, J. D., Z. S. Hogan y M. J. V. Zanden. 2007. Small fish, big fish, red fish. Blue fish: size-biased extinction risk of the world's freshwater and marine fishes. *Global Ecology y Biogeography*. 16: 694-701.
- Page, L. M. y B. M. Burr. 1991. *A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico*. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts. 432 pp.
- Peace, M. L., J. J. Cole, S. R. Carpenter, J. F. Kitchell, J. R. Hodgson, M. C. Van de Bogert, D. L. Bade, E. S. Kritzberg y D. Bastviken. 2004. Whole-lake Carbon-13 additions reveal terrestrial support of aquatic food webs. *Nature* 427: 240-243.
- Peter, J. M. 2003. Community ecology and the genetics of interacting species. *Ecology*, 84(3): 577–580.
- Piccini L., P. Forti, G. Italo y M. Marco. 2007. The polygenetic caves of Cuatro Ciénegas (Coahuila, Mexico): morphology and speleogenesis. *International Journal of Speleology*. 36 (2) 83-92
- Pinkava, D. J. 1984. Vegetation and Flora of the Bolsón of Cuatro Ciénegas Region, Coahuila, México: IV. Summary, Endemism and Corrected Catalogue. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences*. 19: 23-47.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant, and I. L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *California Explores the Ocean: Fish Bulletin*, 152: 1–105.

Polis, G. A. y D. R. Strong. 1996. Food web complexity and community dynamics. *American Naturalist*. 147: 813-846.

(Pro Natura, 2012) Pro Natura, 2012. <https://www.pronaturane.org/sblock/web01/index.php?new=17&mnu=2>

Rafinesque, C. S. 1819. Prodrome de 70 nouveaux genres d'animaux découverts dans l'intérieur des États-Unis d'Amérique, durant l'année 1818. *Journal Physique de Chimie d'Histoire Naturelle et des Arts*. Vol. 88. 417-429.

Rafinesque, C. S. 1820. Ichthyologia Ohiensis [Part 5]. *Western Reveu and Miscellaneous Magazine*. 2 (4): 235-242.

Rivas, S. L. 1963. Subgenera and species groups in the poeciliid fish genus *Gambusia* Poey. *Copeia*. 1963(2): 331-347

Richard, D. y R. K. Selander. 1975. Trophic radiation through polymorphism in cichlid fishes. Proceedings of the National Academy of Sciences. USA. *Zoology*. 72(11): 4669-4673.

Rocha, R. A., F. Álvarez, J. Alcocer, R. Chávez-López y E. Escobar-Briones. 2009. Lista anotada de los isópodos acuáticos epicontinentales de México (Crustacea: Isopoda). *Revista mexicana de biodiversidad*. 80 (3): 615-631.

Rosen, D. E. y R. M. Bailey. 1963. The Poeciliid Fishes (Cyprinodontiformes their, zoogeography, and Systematics). *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 126 (1): 1-176.

Sanchez-Rojas, G. y A. R. Martinez. 2007. *Temas en sistematía, biogeografía, ecología y conservación de los mamíferos*. 1era edición. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pp. 89-98.

Savage V. M., J. F. Gillooly, J. H. Brown, G. B. West y E. L. Charnov. 2004. Effects of body size and temperature on population growth. *The American Naturalist*. 163: 429-441

Scanlan, D. J., N. H. Mann y N. G. Carr. The response of the picoplanktonic marine cyanobacterium *Synechococcus* species Wh7803 to phosphate starvation involves a protein homologous to the periplasmic phosphate-binding protein of *Escherichia coli*. *Mol Microbiol*. 10: 181-191.

Schindler, D. E., y M. D., Scheuerell. 2002. Habitat coupling in lake ecosystems. *Oikos*. 98:177-189.

- Segatti, N. H. y R. D. Luciana. 2003. Métodos para avaliação da alimentação natural de peixes: o que estamos usando?. *Interciencia* 28: 100-104.
- Shannon, C. E. y W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University Illinois Press, Urbana, IL. Pp. 258
- Siaw-Yang, Y. 1988. Food resource utilization partitioning of fifteen fish species at Bukit. *Hydrobiologia* 157 (2): 143-160.
- Smith, D. C. 1982. *Trophic ecology of the Cichlid morphs of Cuatro Ciénegas, Mexico*. Master of Science. University of Maine at Orono ray.
- Smith, E., y T. M. Zarate. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology*. 63 (5): 1248 – 1253
- Smith, M. S. y R. L. Smith. 2001. *Ecología*. 4a Edición. Addison-Wesley.
- Souza, V., A. Escalante, L. Espinoza, A. Valera, A. Cruz, L. E. Eguiarte, F. García y J. Elser. 2004. *Cuatro Ciénegas un laboratorio natural de astrobiología*. *Ciencias*. Pp. 5-12.
- Stuber, R. J., G. Gebhart, y O. E. Maughan. 1982. *Habitat suitability index models: Bluegill*. U. S. D. I. Fish and Wildlife Service. Pp. 26.
- Taylor, M. C. y J. G. Nicholas. 1994. The macroecology of *Cyprinella*: Correlates of phylogeny, body size, and geographical range. *The American Naturalist*. 144 (4): 549-569.
- Torres-Huerta, A. M. 2011. *Hábitos alimenticios de juveniles de la raya tecolote *Rhinoptera steindachneri* (Evermann y Jenkins, 1892) en el Golfo de Tehuantepec*. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar. Oaxaca. Pp. 6-12.
- Trapain, J. 2003. Geometric morphometric analysis of body-form variability in *Cichlasoma minckleyi*, the Cuatro Ciénegas Cichlid. *Environmental Biology of Fishes*. 68(4): 357-369.
- Tyler, G. M. 1994. *Ecología y Medio Ambiente*. Primera edición. Editorial Iberoamérica. Pp. 345-360.
- Valente, A. C. N. 1992. A alimentacao natural dos peixes (métodos de estudo). Instituto de Zoología Dr Augusto Nobre, Universidade do Porto. *Série Monografias*, 4.

- Winemiller, K. O. 1990. Spatial and temporal variation in trophic networks. *Ecological Monographs*. 60(3): 331-367.
- Winsborough, B. M. y J. S. Seeler. 1984. *The relationship of diatom epiflora to the growth of limnic stromatolites and microbial mats*. 8th Diatom Symposium. Pp. 395-407
- Wolaver, Brad D., J. M. J. Sharp, V. C. Tidwell, J. M. Rodriguez-Martinez, D. A. Hendrickson. 2007. *An integrative approach to sustainable groundwater and associated groundwater-dependent system management in arid karst aquifers: Cuatrociénegas Basin, Mexico*. International Association Hydrogeologists. Pág. 10.
- WWF México. 2012. http://www.wwf.org.mx/wwfmex/esp_peces4c2.php
- Yáñez-Arancibia, A. 1974. Prospección preliminar de la fauna ictiológica del sistema lagunar costero del Estado de Guerrero (Pacífico Central de México). Centro Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma México. Pág. 199.
- Zamudio-Valdés, J. A. 1991. *Los copépodos de vida libre (CRUSTACEA, MAXILLOPODA), del Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México*. Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Pp. 3-5.
- Zanden, V. M. J. y Y. 2002. Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes. *Ecology* 83(8): 2152-2161.

Anexo I

Tabla 15. Espectro trófico de *Cyprinodon atrorus*. Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%Rla) y coeficiente de alimentación (Q).

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%Rla	Q
Materia orgánica	1.94	57.62	12.16	5.55	23.91	112.05
Ítems alimenticios	98.06	42.38	87.84	94.45	76.09	4155.75
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4267.80
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%Rla	Q
Arthropoda						
Crustacea						
Maxilopoda						
Copepoda 1	0.73	1.04	1.28	0.13	1.02	0.76
Copepoda 2	0.34	0.48	2.37	0.11	1.06	0.16
Malacostraca						
Amphipoda						
Dogielinotidae						
<i>Hyalella</i>						
<i>Hyalella azteca</i>	2.71	11.05	4.55	3.49	6.11	30.00
Brachipoda						
Diplostraca						
Chydoridae	1.51	0.97	3.64	0.50	2.04	1.46
Cladocera	15.19	14.22	8.01	13.13	12.47	215.92
Ostracoda						
Podocopida						
Cyprididae						
<i>Chlamydotheca</i>						
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	0.37	0.52	2.55	0.13	1.15	0.19
Chelicerata						
Arachnida						
Acari						
Trombidiformes						
Hydrachnidae 1	0.16	0.22	1.09	0.02	0.49	0.03
Hydrachnidae 2	0.16	0.22	1.09	0.02	0.49	0.03
Hydrachnidae 3	0.16	0.45	1.09	0.04	0.57	0.07
Prostigmata 3	0.63	0.45	1.09	0.07	0.72	0.28
Oribatida 1	0.18	0.26	1.28	0.03	0.57	0.05
Hexapoda						
Insecta						
Ephemeroptera						
Leptohiphidae	0.16	0.67	1.09	0.05	0.64	0.10

Coleoptera							
Hydrophilidae							
Berosus	0.18	3.91	1.28	0.29	1.79	0.71	
Diptera							
Ceratopogonidae							
Bezzia							
Bezzias sp	3.99	4.17	3.46	1.57	3.87	16.64	
Culicoides	6.76	8.45	9.29	7.87	8.17	57.10	
Chironomidae 1	43.87	27.13	13.84	54.76	28.28	1190.15	
Chironomidae 2	1.36	1.94	7.10	1.30	3.47	2.63	
Chironomidae 3	13.91	9.86	8.20	10.86	10.66	137.18	
Chironomidae 5	0.73	1.30	1.28	0.14	1.10	0.95	
Tipulidae	0.50	3.01	3.46	0.68	2.32	1.49	
Mollusca							
Gastropoda							
Mesogastropoda							
Hydrobiidae							
Coahuilix							
Coahuilix hubssi	0.18	0.52	1.28	0.05	0.66	0.10	
Chordata							
Actinopterygii							
Teleostei							
Escama cicloide	1.93	1.86	6.92	1.46	3.57	3.59	
Plantae							
Lamiales							
Lentibulariaceae							
Urticularia							
Urticularia obtusa	0.50	0.48	2.37	0.13	1.12	0.24	
Plantae 1	3.00	4.73	6.74	2.90	4.82	14.18	
Plantae 3	0.31	0.89	2.19	0.15	1.13	0.28	
Plantae 9	0.16	0.22	1.09	0.02	0.49	0.03	
Plantae 5	0.18	0.52	1.28	0.05	0.66	0.10	
N/I 16	0.16	0.45	1.09	0.04	0.57	0.07	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1674.52	

Tabla 16. Espectro trófico de *Cyprinodon bifasciatus*. Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) y coeficiente de alimentación Q.

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Materia orgánica	3.14	78.61	16.15	11.75	32.64	246.92

Ítems alimenticios	96.86	21.39	83.85	88.25	67.36	2071.35
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2318.27
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%Rla	Q
Arthropoda						
Crustacea						
Maxilopoda						
Copepoda 2	39.87	6.00	6.15	16.71	17.34	239.32
Malacostraca						
Amphipoda						
Dogielinotidae						
<i>Hyalella</i>						
<i>Hyalella azteca</i>	0.10	0.47	0.28	0.01	0.28	0.05
Brachipoda						
Diplostraca						
Chydoridae	6.34	8.37	12.01	10.48	8.91	53.10
Cladocera	0.62	1.34	1.96	0.23	1.31	0.83
Ostracoda						
Podocopida						
Cyprididae						
<i>Chlamydotheca</i>						
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	18.65	13.59	14.53	27.75	15.59	253.32
Chelicerata						
Arachnida						
Acari						
Trombidiformes						
Prostigamata 1	0.91	1.50	5.03	0.72	2.48	1.36
Prostigamata 2	0.10	0.08	0.28	0.00	0.15	0.01
Aranae	0.19	1.26	1.12	0.10	0.86	0.24
Hexapoda						
Insecta						
Diptera						
Ceratopogonidae						
<i>Culicoides</i>	3.10	7.50	8.10	5.09	6.23	23.26
Chironomidae 1	14.40	19.43	11.45	22.97	15.10	279.84
Chironomidae 2	0.19	0.32	1.12	0.03	0.54	0.06
Chironomidae 3	0.14	0.24	0.84	0.02	0.41	0.03
Tipulidae 1	0.76	3.00	3.07	0.69	2.28	2.29
Tipulidae 4	0.38	4.11	1.12	0.30	1.87	1.57
Insecta 21	0.05	2.76	0.28	0.05	1.03	0.13
Mollusca						
Gastropoda						
Mesogastropoda						
Hydrobiidae						

Coahuilix							
	Coahuilix hubssi	0.19	1.26	1.12	0.10	0.86	0.24
<i>Pyrgulopsis</i>							
	<i>Pyrgulopsis manantiali</i>	0.57	1.90	0.84	0.12	1.10	1.08
Chordata							
Actinopterygii							
Teleostei							
	Escama cicloide	2.77	2.84	8.38	2.79	4.66	7.86
	Escama ctenoide	0.10	0.16	0.56	0.01	0.27	0.02
	Vertebras	0.19	0.32	1.12	0.03	0.54	0.06
Nematoda							
Adenoforea							
Monhysterida							
	Siphonolaimidae	0.29	0.79	1.68	0.11	0.92	0.23
Plantae							
Lamiales							
Lentibulariaceae							
<i>Urticularia</i>							
	<i>Urticularia obtusa</i>	4.77	8.53	8.10	6.39	7.13	40.68
	Plantae 2	2.58	8.06	6.98	4.40	5.87	20.75
	Plantae 3	2.29	5.06	1.96	0.85	3.10	11.57
	Plantae 4	0.19	0.32	0.56	0.02	0.36	0.06
	Plantae 6	0.10	0.16	0.56	0.01	0.27	0.02
	Plantae 7	0.19	0.63	0.84	0.04	0.55	0.12
	Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	938.11

- 110 -

Tabla 17. Espectro trófico de *Gambusia marshi* de la laguna Intermedia. Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) y coeficiente de alimentación (Q).

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Materia orgánica	10.93	57.33	24.12	14.15	30.80	626.90
Ítems alimenticios	89.07	42.67	75.88	85.85	69.20	3800.29
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4427.20
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Arthropoda						
Crustacea						
Maxilopoda						
	Copepoda 1	0.40	0.14	1.03	0.04	0.05
	Copepoda 2	3.56	1.24	5.13	1.77	4.41
Malacostraca						

Amphipoda							
Dogielinotidae							
<i>Hyalella</i>							
<i>Hyalella azteca</i>	17.82	36.15	10.77	41.69	21.58	644.28	
Ostracoda							
Podocopida							
Cyprididae							
<i>Chlamydotheca</i>							
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	2.97	0.34	1.54	0.37	1.62	1.02	
Chelicerata							
Arachnida							
Acari							
Trombidiformes							
Hidrachnidae 1	2.18	0.76	3.59	0.76	2.17	1.65	
Prostigamata 1	1.39	1.17	3.59	0.66	2.05	1.62	
Prostigamata 2	0.20	0.07	0.51	0.01	0.26	0.01	
Prostigamata 3	0.20	0.14	0.51	0.01	0.28	0.03	
Aranae 1	1.58	2.20	4.10	1.11	2.63	3.48	
Hexapoda							
Insecta							
Ephemeroptera 1	0.20	0.69	0.51	0.03	0.47	0.14	
Leptohyphidae 1	0.99	2.41	4.62	1.12	2.67	2.38	
Odonata 2	1.78	2.06	1.54	0.42	1.79	3.67	
Coleoptera							
Hydrophilidae							
Berosus	0.79	4.12	2.05	0.72	2.32	3.27	
Diptera							
Simuliidae 1	2.38	0.82	1.54	0.35	1.58	1.96	
Ceratopogonidae							
<i>Bezzia</i>							
<i>Bezzias sp</i>	0.20	0.34	0.51	0.02	0.35	0.07	
<i>Culicoides</i>	20.79	13.75	12.82	31.76	15.79	285.80	
Chironomidae 1	6.53	4.19	8.72	6.71	6.48	27.40	
Chironomidae 2	0.40	0.14	1.03	0.04	0.52	0.05	
Tipulidae 1	1.39	4.95	3.59	1.63	3.31	6.86	
Hemiptera							
Hebridae							
<i>Hebrus</i>	1.58	4.95	2.05	0.96	2.86	7.84	
Hymenoptera 1	0.79	5.50	2.05	0.93	2.78	4.36	
Formacidae 1	2.38	4.26	6.15	2.93	4.26	10.13	
Formacidae 2	0.79	1.92	2.05	0.40	1.59	1.52	
Insecta 9	0.79	0.34	2.05	0.17	1.06	0.27	
Insecta 20	0.20	1.03	0.51	0.05	0.58	0.20	

Insecta 25	0.40	0.69	1.03	0.08	0.70	0.27
Mollusca						
Gastropoda						
Mesogastropoda						
Hydrobiidae						
<i>Pyrgulopsis</i>						
<i>Pyrgulopsis manantiali</i>	0.20	0.07	0.51	0.04	0.26	0.01
Chordata						
Actinopterygii						
Teleostei						
Cyprinodontiformes						
Poeciliidae						
<i>Gambusia</i>						
<i>Gambusia marshi</i>	0.59	3.09	1.54	0.41	1.74	1.84
Escama cicloide	4.55	1.51	8.21	3.57	4.76	6.89
Nematoda						
Adenoforea						
Monhysterida						
Siphonolaimidae	1.19	0.41	3.08	0.35	1.56	0.49
Plantae						
Plantae 4	0.20	0.14	0.51	0.01	0.28	0.03
Plantae 9	19.80	0.14	0.51	0.73	6.82	2.72
N/I 9	0.79	0.27	2.05	0.16	1.04	0.22
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1024.94

Tabla 18. Espectro trófico de *Gambusia marshi* del manantial de Agua Dulce. Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) y coeficiente de alimentación (Q).

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Materia orgánica	1.72	64.78	14.37	7.71	26.96	111.27
Ítems alimenticios	98.28	35.22	85.63	92.29	73.04	3461.02
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	3572.29
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Arthropoda						
Crustacea						
Maxilopoda						
Copepoda 1	0.05	0.10	0.43	0.01	0.19	0.00
Copepoda 2	0.11	0.15	0.65	0.01	0.30	0.02
Malacostraca						
Amphipoda						

Dogielinotidae							
<i>Hyalella</i>							
<i>Hyalella azteca</i>	0.34	1.68	2.81	0.46	1.61	0.57	
Brachipoda							
Diplostraca							
Chydoridae	4.10	3.91	10.15	6.64	6.06	16.05	
Cladocera	0.18	0.66	1.73	0.12	0.86	0.12	
Ostracoda							
Podocopida							
Cyprididae							
<i>Chlamydotheca</i>							
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	13.38	5.38	9.94	15.22	9.57	72.023	
Chelicerata							
Arachnida							
Acari							
Trombidiformes							
Hidrachnidae 1	0.02	0.05	0.22	0.00	0.10	0.00	
Hidrachnidae 2	0.07	0.15	0.65	0.01	0.29	0.01	
Prostigamata 1	1.18	2.44	3.89	1.15	2.50	2.87	
Prostigamata 2	0.18	0.20	0.86	0.03	0.42	0.04	
Prostigamata 3	0.11	0.25	0.65	0.02	0.34	0.03	
Aranae 1	1.50	2.59	1.94	0.65	2.01	3.88	
Aranae 2	0.36	0.20	0.43	0.02	0.33	0.07	
Hexapoda							
Insecta							
Ephemeroptera 1							
Leptohyphidae 1	0.20	1.37	1.94	0.25	1.17	0.28	
Coleoptera							
Hydrophilidae							
Berosus	0.09	0.20	0.86	0.02	0.39	0.02	
Diptera							
Ceratopogonidae							
<i>Culicoides</i>	10.61	17.67	11.88	27.44	13.39	187.56	
Chironomidae 1	1.41	3.35	6.48	2.52	3.75	4.71	
Chironomidae 2	0.25	0.10	0.22	0.01	0.19	0.03	
Chironomidae 3	0.09	0.20	0.86	0.02	0.39	0.02	
Chironomidae 5	0.18	2.34	0.43	0.09	0.98	0.42	
Tipulidae 1	1.75	5.49	4.75	2.81	3.99	9.58	
Tipulidae 2	0.05	1.02	0.43	0.04	0.50	0.05	
Tipulidae 5	0.02	0.51	0.22	0.01	0.25	0.01	
Hymenoptera							
Braconidae	0.20	6.86	1.94	1.12	3.00	1.40	
Formacidae 1	0.20	7.31	1.08	0.66	2.87	1.49	

Formacidae 2	0.20	2.49	1.94	0.43	1.55	0.51
Heteroptera						
Mesoveliidae	0.05	1.83	0.43	0.07	0.77	0.08
Insecta 5	0.23	0.86	0.86	0.08	0.65	0.20
Insecta 7	0.02	0.10	0.22	0.00	0.11	0.00
Insecta 18	0.05	0.20	0.43	0.01	0.23	0.01
Insecta 22	0.05	4.06	0.43	0.14	1.51	0.18
Chordata						
Actinopterygii						
Teleostei						
Radios	0.05	0.10	0.43	0.01	0.19	0.00
Escama ctenoide	0.79	1.27	5.40	0.91	2.49	1.01
Huevos	0.05	2.03	0.43	0.07	0.84	0.09
Plantae						
Lamiales						
Lentibulariaceae						
<i>Urticularia</i>						
<i>Urticularia obtusa</i>	0.66	1.12	2.16	0.31	1.31	0.73
Plantae 1	0.43	0.86	1.51	0.16	0.94	0.37
Plantae 4	4.13	9.40	7.34	8.11	6.96	38.78
Plantae 2	0.63	2.18	2.59	0.60	1.80	1.39
Plantae 5	0.11	0.41	1.08	0.05	0.53	0.05
Plantae 6	0.36	0.61	2.59	0.21	1.19	0.22
Plantae 7	0.45	1.02	0.22	0.03	0.56	0.46
Plantae 8	0.02	0.15	0.22	0.00	0.13	0.00
Plantae 9	55.03	6.91	5.83	29.50	22.59	380.12
Plantae 10	0.05	0.20	0.43	0.01	0.23	0.01
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	725.47

- 114 -

Tabla 19. Espectro trófico de *Lepomis macrochirus*. Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%Rla) y coeficiente de alimentación (Q).

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%Rla	Q
Materia orgánica	1.23	24.67	13.68	2.30	13.19	30.22
Ítems alimenticios	98.77	75.33	86.32	97.70	86.81	7441.03
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	7471.25
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%Rla	Q
Arthropoda						
Crustacea						
Maxilopoda						
Copepoda 1	0.38	0.59	2.44	0.11	1.14	0.23

Copepoda 2	0.19	0.29	2.44	0.06	0.97	0.06
Malacostraca						
Amphipoda						
Dogielinotidae						
<i>Hyalella</i>						
<i>Hyalella azteca</i>	13.74	24.93	14.63	27.31	17.77	342.50
Brachipoda						
Diplostraca						
Chydoridae	0.38	0.29	2.44	0.08	1.04	0.11
Ostracoda						
Podocopida						
Cyprididae						
<i>Chlamydotheca</i>						
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	3.24	4.42	6.10	2.26	4.59	14.36
Chelicerata						
Arachnida						
Acari						
Trombidiformes						
Hydrachnidae 1	0.29	0.44	3.66	0.13	1.46	0.13
Prostigmata 1	0.57	0.29	2.44	0.10	1.10	0.17
Hexapoda						
Insecta						
Ephemeroptera						
Leptohyphidae 1	1.24	7.08	6.10	2.45	4.81	8.78
Diptera						
Ceratopogonidae						
<i>Culicoides</i>	1.81	14.45	2.44	1.92	6.24	26.21
Chironomidae 1	35.88	14.31	13.41	32.49	21.20	513.30
Chironomidae 2	15.27	4.28	6.10	5.75	8.55	65.30
Chironomidae 3	22.04	10.03	14.63	22.65	15.57	221.07
Tipulidae	2.48	4.13	6.10	1.95	4.24	10.25
Hemiptera						
Nepidae						
<i>Ranatra</i>	0.19	1.47	2.44	0.20	1.37	0.28
Chordata						
Actinopterygii						
Teleostei						
Vertebras	0.38	1.47	1.22	0.11	1.03	0.56
Escama cicloide	1.24	2.21	7.32	1.22	3.59	2.74
Nematoda						
Adenoforea						
Monhysterida						
Siphonolaimidae	0.38	8.85	2.44	1.09	3.89	3.38
Plantae 5	0.29	0.44	3.66	0.13	1.46	0.13
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1209.54

Tabla 20. Espectro trófico de *Lepomis megalotis*. Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) y coeficiente de alimentación (Q).

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Materia orgánica	1.52	40.36	14.75	4.38	18.88	61.15
Ítems alimenticios	98.48	59.64	85.25	95.62	81.12	5873.92
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	5935.06
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Arthropoda						
Crustacea						
Malacostraca						
Amphipoda						
Dogielinotidae						
<i>Hyalella</i>						
<i>Hyalella azteca</i>	48.21	30.54	19.23	61.75	32.66	1472.13
Brachipoda						
Cladocera	4.44	7.78	1.92	0.96	4.72	34.60
Ostracoda						
Podocopida						
Cyprididae						
<i>Chlamydotheca</i>						
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	0.68	1.50	3.85	0.34	2.01	1.02
Chelicerata						
Arachnida						
Aranae 1	0.17	1.50	1.92	0.13	1.20	0.26
Hexapoda						
Insecta						
Ephemeroptera						
Caenidae						
Caenis	24.62	32.34	11.54	26.80	22.83	795.95
Leptohyphidae 1	0.17	0.30	1.92	0.04	0.80	0.05
Coleoptera						
Hydrophilidae						
Berosus	0.17	0.90	1.92	0.08	1.00	0.15
Odonata 2	7.35	4.49	7.69	3.71	6.51	33.01
Diptera						
Ceratopogonidae						
<i>Culicoides</i>	4.27	3.59	5.77	1.85	4.55	15.35
Chironomidae 1	1.88	3.29	9.62	2.03	4.93	6.19
Chironomidae 5	0.17	0.30	1.92	0.04	0.80	0.05
Hymenoptera						

Formacidae 1	0.17	0.60	1.92	0.06	0.90	0.10
Formacidae 2	0.51	2.99	1.92	0.28	1.81	1.54
Heteroptera						
Mesoveliidae	0.17	0.30	1.92	0.04	0.80	0.05
Mollusca						
Gastropoda						
Mesogastropoda						
Hydrobiidae						
<i>Pyrgulopsis</i>						
<i>Pyrgulopsis manantiali</i>	0.68	2.40	5.77	0.72	2.95	1.64
Branquea <i>Pyrgulopsis manantiali</i>	0.17	0.30	1.92	0.04	0.80	0.05
Coahuilix						
Coahuilix hubssi	0.17	0.60	1.92	0.06	0.90	0.10
Chordata						
Actinopterygii						
Teleostei						
Dientes	0.51	0.60	3.85	0.17	1.65	0.31
Vertebras	3.08	1.80	1.92	0.38	2.27	5.53
Escama cicloide	0.17	0.30	1.92	0.04	0.80	0.05
Nematoda						
Adenoforea						
Monhysterida						
Siphonolaimidae	1.37	0.60	3.85	0.31	1.94	0.82
Plantae 5	0.51	1.50	1.92	0.16	1.31	0.77
Plantae 7	0.17	0.60	1.92	0.06	0.90	0.10
Plantae 3	0.17	0.90	1.92	0.08	1.00	0.15
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2369.98

Tabla 21. Espectro trófico de *M. salmoides*. Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) y coeficiente de alimentación (Q).

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Materia orgánica	4.25	28.75	16.92	3.87	16.64	122.28
Ítems alimenticios	95.75	71.25	83.08	96.13	83.36	6821.96
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	6944.24
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q

Arthropoda
 Crustacea
 Crustacea
 Maxilopoda

Copepoda 1	2.79	1.19	3.70	1.21	2.56	3.31
Malacostraca						
Amphipoda						
Dogielinotidae						
<i>Hyaella</i>						
<i>Hyaella azteca</i>	8.47	27.76	12.04	35.75	16.09	235.16
Brachipoda						
Diplostraca						
Chydoridae	1.45	0.36	2.78	0.41	1.53	0.52
Cladocera	13.64	2.27	1.85	2.41	5.92	30.96
Ostracoda						
Podocopida						
Cyprididae						
<i>Chlamydotheca</i>						
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	0.93	0.36	3.24	0.34	1.51	0.34
Chelicerata						
Arachnida						
Acari						
Trombidiformes						
Hygrobatidae	9.04	0.30	1.01	1.57	3.45	2.71
Acariformes 1	1.80	0.11	1.30	0.26	1.07	0.20
Hexapoda						
Insecta						
Ephemeroptera 2	1.17	3.00	3.00	1.06	2.39	3.51
Leptohiphidae 1	1.50	10.00	6.94	6.78	6.15	15.00
Coleoptera 1	0.21	2.00	0.50	0.09	0.90	0.42
Belidae 2	0.10	0.52	0.46	0.02	0.36	0.05
Odonata 1	0.50	5.00	1.00	0.47	2.17	2.50
Aeshnidae	1.00	0.67	1.63	0.23	1.10	0.67
Anisoptera	0.98	2.69	0.39	0.12	1.35	2.64
Libellulidae 2	0.10	0.32	0.50	0.02	0.31	0.03
Libellulidae 3	0.43	1.19	0.39	0.05	0.67	0.51
Diptera						
Ceratopogonidae						
<i>Bezzia</i>						
<i>Bezzias sp</i>	0.62	0.31	1.85	0.14	0.93	0.19
<i>Culicoides</i>	23.24	8.00	7.87	20.15	13.04	185.90
Chironomidae 1	9.74	4.30	9.20	13.39	8.66	50.57
Chironomidae 2	5.48	1.65	4.63	2.70	3.92	9.04
Chironomidae 3	0.31	0.26	0.46	0.02	0.34	0.08
Chironomidae 4	0.80	0.50	1.45	0.31	0.92	0.40
Chironomidae 5	1.03	0.36	3.24	0.37	1.54	0.37
Tipulidae 1	6.92	3.97	6.48	5.79	5.79	27.50

Tipulidae 3	0.21	1.55	0.93	0.13	0.89	0.32
Hymenoptera						
Formacidae 1	1.65	0.88	1.85	0.38	1.46	1.45
Formacidae 2	0.31	0.77	1.39	0.12	0.82	0.24
Lepidoptera 1	0.21	4.13	0.93	0.33	1.75	0.85
Insecta 3	0.10	0.52	0.46	0.02	0.36	0.05
Insecta 6	0.21	0.31	0.93	0.04	0.48	0.06
Insecta 7	0.21	2.06	0.93	0.17	1.07	0.43
Insecta 19	0.52	0.98	2.31	0.28	1.27	0.51
Insecta 23	0.31	0.31	1.39	0.07	0.67	0.10
Larva de Insecto	0.21	0.21	0.93	0.03	0.45	0.04
Chordata						
Actinopterygii						
Teleostei						
Cyprinodontiformes						
Poeciliidae						
Gambusia						
<i>Gambusia marshi</i>	0.21	6.19	0.46	0.24	2.29	1.28
Vertebras	0.21	1.55	0.93	0.13	0.89	0.32
Escama cicloide	0.72	0.05	1.85	0.12	0.88	0.04
Escama ctenoide	1.03	0.41	2.78	0.33	1.41	0.43
Plantae 2	0.41	1.24	0.93	0.13	0.86	0.51
Plantae 5	0.52	0.26	2.31	0.15	1.03	0.13
N/I 14	0.72	1.50	2.78	0.51	1.67	1.08
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	602.61

- 119 -

Tabla 22. Espectro trófico de *H minckleyi*. Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) y coeficiente de alimentación (Q).

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Materia orgánica	0.41	12.95	7.46	17.68	20.83	5.29
Ítems alimenticios	99.59	87.05	92.54	82.32	279.17	8669.02
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	300.00	8674.30
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q

Arthropoda

Crustacea

Brachipoda

Diplostraca

Chydoridae

0.33 0.52 3.23 0.32 1.36 0.17

Ostracoda

Podocopida							
Cyprididae							
<i>Chlamydotheca</i>							
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	1.39	3.39	8.06	4.50	4.28	4.73	
Chelicerata							
Arachnida							
Acari							
Trombidiformes							
Prostigamata 1	0.82	1.57	3.23	0.90	1.87	1.28	
Aranae 1	0.16	0.52	1.61	0.13	0.77	0.09	
Hexapoda							
Insecta							
Ephemeroptera							
Leptohyphidae 1	0.25	7.83	4.84	4.56	4.31	1.93	
Diptera							
Ceratopogonidae							
Chironomidae 1	0.57	1.83	4.84	1.36	2.41	1.05	
Chironomidae 2	0.08	0.26	1.61	0.06	0.65	0.02	
Chironomidae 3	0.33	1.04	1.61	0.26	1.00	0.34	
Tipulidae 1	0.16	0.78	3.23	0.36	1.39	0.13	
Hymenoptera							
Formacidae 1	0.08	0.52	1.61	0.11	0.74	0.04	
Formacidae 2	0.33	1.04	3.23	0.52	1.53	0.34	
Mollusca							
Gastropoda							
Mesogastropoda							
Hydrobiidae 2	1.56	2.35	1.61	0.73	1.84	3.66	
Hydrobiidae 4	2.13	6.79	4.84	5.03	4.59	14.47	
Branquea Hydrobiidae 3	2.79	0.78	1.61	0.67	1.73	2.18	
<i>Pyrgulopsis</i>							
<i>Pyrgulopsis manantiali</i>	44.18	18.54	6.45	35.26	23.06	806.00	
Branquea <i>Pyrgulopsis manantiali</i>	5.08	1.57	3.23	2.50	3.29	7.96	
Coahuilix							
Coahuilix hubssi	5.00	4.18	4.84	5.18	4.67	20.89	
<i>Mexipyrgus</i>							
<i>Mexipyrgus carranzae</i>	2.21	6.79	4.84	5.08	4.61	15.02	
Chordata							
Actinopterygii							
Teleostei							
Cyprinodontiformes							
Poeciliidae							
<i>Gambusia</i>							
<i>Gambusia marshi</i>	2.87	9.66	4.84	7.07	5.79	27.71	

Vertebras	0.25	0.52	1.61	0.14	0.79	0.13
Nematoda						
Adenoforea						
Monhysterida						
Siphonolaimidae	0.33	1.04	3.23	0.52	1.53	0.34
Plantae						
Lamiales						
Lentibulariaceae						
Urticularia						
Urticularia obtusa	2.95	3.66	4.84	3.73	3.81	10.79
Plantae Sp.2	9.34	3.92	3.23	4.99	5.50	36.60
Plantae Sp.3	1.64	2.61	1.61	0.80	1.95	4.28
Plantae Sp.4	2.21	4.18	6.45	4.81	4.28	9.25
Plantae Sp.5	9.59	7.83	3.23	6.55	6.88	75.12
Plantae Sp.7	1.56	2.61	1.61	0.78	1.93	4.07
Charophyceae						
Charales						
Characeae						
Chara						
Chara sp.	1.80	3.66	4.84	3.08	3.43	6.59
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1055.17

- 121 -

Tabla 23. Espectro trófico de *H guttatus*. Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) y coeficiente de alimentación (Q).

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Materia orgánica	1.72	64.78	14.37	7.71	26.96	111.27
Ítems alimenticios	98.28	35.22	85.63	92.29	73.04	3461.02
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	3572.29
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Arthropoda						
Crustacea						
Maxilopoda						
Copepoda 1	0.60	1.53	3.43	0.95	1.85	0.91
Copepoda 2	4.61	1.90	3.71	3.16	3.41	8.77
Malacostraca						
Amphipoda						
Dogielinotidae						
Hyalella						
Hyalella azteca	0.98	4.73	3.79	2.83	3.17	4.63

Brachipoda						
Diplostraca						
Chydoridae	5.37	2.22	4.14	4.11	3.91	11.93
Cladocera	0.24	0.62	2.00	0.23	0.95	0.15
Ostracoda						
Podocopida						
Cyprididae						
<i>Chlamydotheca</i>						
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	17.96	7.75	7.07	23.76	10.93	139.172
Chelicerata						
Arachnida						
Acari						
Trombidiformes						
Prostigamata 1	2.02	3.92	4.08	3.22	3.34	7.918
Prostigamata 2	0.20	0.50	1.50	0.14	0.73	0.100
Acariformes 2	0.15	0.55	1.50	0.14	0.73	0.083
Aranae 1	0.03	0.11	0.43	0.01	0.19	0.00
Aranae 2	0.03	0.11	0.43	0.01	0.19	0.00
Aranae 3	0.05	0.14	0.21	0.01	0.13	0.01
Aranae 4	0.02	0.05	0.21	0.00	0.09	0.00
Hexapoda						
Insecta						
Ephemeroptera 2	0.12	0.90	0.04	0.01	0.35	0.11
Leptohyphidae 1	0.62	9.50	3.43	4.53	4.52	5.90
<i>Tricorythodes</i>	0.10	0.15	0.03	0.00	0.09	0.02
Caenidae						
<i>Caenis</i>	0.20	0.45	0.43	0.04	0.36	0.09
Coleoptera						
Belidae 1	0.02	0.05	0.21	0.00	0.09	0.00
Elmidae 1	0.04	0.71	0.39	0.04	0.38	0.03
Elmidae 2	0.20	0.40	0.50	0.04	0.37	0.08
Odonata						
Anisoptera 1	0.09	0.37	0.50	0.03	0.32	0.03
Libellulidae 3	0.02	0.06	0.32	0.00	0.13	0.00
Diptera						
Ceratopogonidae						
<i>Bezzia</i>						
<i>Bezzias</i> sp	0.92	1.22	2.43	0.68	1.52	1.12
<i>Culicoides</i>	0.20	1.50	2.00	0.44	1.23	0.30
Chironomidae 1	19.00	11.00	9.00	35.29	13.00	209.00
Chironomidae 2	0.75	1.05	2.74	0.65	1.51	0.79
Chironomidae 3	1.01	0.98	1.29	0.34	1.09	1.00
Chironomidae 5	0.10	0.44	1.07	0.08	0.54	0.04

Tipulidae 1	0.29	1.93	1.73	0.50	1.32	0.56
Tipulidae 4	0.02	0.05	0.21	0.00	0.09	0.00
Tipulidae 5	0.02	0.05	0.20	0.00	0.09	0.00
Tabanidae 1	0.02	0.44	0.21	0.01	0.22	0.01
Tabanidae 2	0.02	0.38	0.21	0.01	0.20	0.01
Tabanidae 3	0.02	0.44	0.21	0.01	0.22	0.01
Hymenoptera						
Formacidae 1	0.09	1.91	1.29	0.34	1.10	0.17
Formacidae 2	0.04	0.75	0.45	0.05	0.41	0.03
Trichoptera						
Leptoceridae 1	0.02	0.16	0.21	0.01	0.13	0.00
Hemiptera						
Corixidae 1	0.05	1.00	0.90	0.12	0.65	0.05
Corixidae 2	0.02	0.27	0.21	0.01	0.17	0.00
Gerridae 1	0.02	0.73	0.29	0.03	0.34	0.01
Pleidae						
Neoplea	0.02	0.16	0.21	0.01	0.13	0.00
Nepidae	0.02	0.16	0.21	0.01	0.13	0.00
Insecta 2	0.02	0.16	0.21	0.01	0.13	0.00
Insecta 4	0.04	0.05	1.20	0.01	0.43	0.00
Insecta 10	0.05	0.10	0.50	0.01	0.22	0.01
Insecta 12	0.03	0.33	0.21	0.01	0.19	0.01
Insecta 13	0.02	0.03	0.09	0.00	0.05	0.00
Insecta 14	0.02	0.16	0.21	0.01	0.13	0.00
Insecta 15	0.08	0.40	0.05	0.00	0.18	0.03
Insecta 16	0.06	0.03	0.03	0.00	0.04	0.00
Insecta 17	0.05	0.03	0.04	0.00	0.04	0.00
Mollusca						
Gastropoda						
Mesogastropoda						
Hydrobiidae 1	0.12	0.93	0.90	0.12	0.65	0.11
Hydrobiidae 2	0.08	4.51	0.64	0.38	1.74	0.36
Hydrobiidae 4	0.02	0.16	0.21	0.01	0.13	0.00
<i>Pyrgulopsis</i>						
<i>Pyrgulopsis manantiali</i>	1.41	5.33	3.01	2.65	3.25	7.52
Branquea <i>Pyrgulopsis manantiali</i>	0.13	0.36	0.79	0.05	0.43	0.05
<i>Coahuilix</i>						
<i>Coahuilix hubssi</i>	2.00	0.50	3.02	0.99	1.84	1.00
Branquea <i>Coahuilix hubssi</i>	0.30	0.76	1.29	0.18	0.78	0.23
<i>Mexipyrgus</i>						
<i>Mexipyrgus carranzae</i>	0.05	0.27	0.21	0.01	0.18	0.01
<i>Nymphophilus</i>						
<i>Nymphophilus minckleyi</i>	0.80	0.87	0.43	0.09	0.70	0.70

Chordata						
Actinopterygii						
Teleostei						
Cyprinodontiformes						
Poeciliidae						
Gambusia						
Gambusia marshi	0.03	1.09	0.21	0.03	0.45	0.03
Radios	0.18	0.44	0.64	0.05	0.42	0.08
Branquiespinas	0.02	0.22	0.21	0.01	0.15	0.00
Escama cicloide	1.69	2.08	4.00	1.97	2.59	3.51
Escama ctenoide	0.07	0.22	0.86	0.03	0.38	0.01
Escamas de <i>H. guttatus</i>	0.09	0.22	0.86	0.03	0.39	0.02
Huevos	0.03	0.05	0.21	0.00	0.10	0.00
Nematoda						
Adenoforea						
Monhysterida						
Siphonolaimidae	0.03	0.08	0.36	0.01	0.16	0.00
Plantae						
Lamiales						
Lentibulariaceae						
<i>Urticularia</i>						
<i>Urticularia obtusa</i>	3.12	5.24	5.31	5.89	4.56	16.34
Plantae 1	0.02	0.05	0.21	0.00	0.09	0.00
Plantae 2	0.47	1.75	2.00	0.59	1.41	0.82
Plantae 4	0.53	1.86	2.00	0.63	1.46	0.98
Plantae 5	0.08	2.29	0.21	0.07	0.86	0.17
Plantae 7	0.11	0.55	0.80	0.07	0.48	0.06
Plantae 9	30.40	0.38	0.60	2.45	10.46	16.63
Plantae 11	0.10	0.44	1.32	0.09	0.62	0.01
Charophyceae						
Charales						
Characeae						
<i>Chara</i>						
<i>Chara sp.</i>	1.29	1.66	1.00	0.39	1.32	2.14
N/I 1	0.02	0.04	0.14	0.00	0.07	0.00
N/I 2	0.02	0.11	0.20	0.00	0.11	0.00
N/I 3	0.02	0.04	0.10	0.00	0.05	0.00
N/I 6	0.02	0.05	0.21	0.00	0.09	0.00
N/I 7	0.02	0.71	0.21	0.02	0.31	0.01
N/I 8	0.02	2.10	0.21	0.06	0.78	0.03
N/I 12	0.02	0.22	0.40	0.01	0.21	0.00
N/I 13	0.03	1.15	0.20	0.03	0.46	0.03

N/I 14	0.05	0.38	0.40	0.02	0.28	0.03
N/I 15	0.02	0.16	0.40	0.01	0.19	0.00
N/I 16	0.02	0.05	0.20	0.00	0.09	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	445.02

Tabla 24. Espectro trófico de *Dionda sp.* Porcentaje numérico (%N), volumétrico (%V), frecuencia de ocurrencia (%FO), Índice de Importancia Relativa (%IRI), Índice de Importancia Absoluta (%RIa) y coeficiente de alimentación (Q).

Contenido estomacal	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Materia orgánica	4.79	31.93	21.13	5.68	19.28	153.03
Ítems alimenticios	95.21	68.07	78.87	94.32	80.72	6480.61
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	6633.64
Ítems alimenticios	%N	%V	%FO	%IRI	%RIa	Q
Arthropoda						
Crustacea						
Maxilopoda						
Copepoda 1	3.69	1.67	3.57	0.70	2.98	6.16
Copepoda 2	0.34	0.17	1.79	0.03	0.76	0.06
Malacostraca						
Amphipoda						
Dogielinotidae						
<i>Hyaella</i>						
<i>Hyaella azteca</i>	16.11	47.25	16.07	37.16	26.47	761.00
Brachipoda						
Cladocera	10.74	3.01	12.50	6.27	8.75	32.27
Ostracoda						
Podocopida						
Cyprididae						
<i>Chlamydotheca</i>						
<i>Chlamydotheca arcuata</i>	7.38	1.50	5.36	1.74	4.75	11.09
Chelicerata						
Arachnida						
Acari						
Trombidiformes						
Hygrobatidea	1.34	0.67	3.57	0.26	1.86	0.90
Hexapoda						
Insecta						
Ephemeroptera						
Baetidae 1	0.67	2.50	1.79	0.21	1.65	1.68
Baetidae 2	1.34	6.68	3.57	1.05	3.86	8.96
Odonata 2	0.34	0.50	1.79	0.05	0.87	0.17
Diptera						
<i>Culicoides</i>	3.02	2.17	8.93	1.69	4.71	6.55
Chironomidae 1	3.69	2.17	10.71	2.29	5.53	8.01

Chironomidae 2	45.97	27.55	17.86	47.92	30.46	1266.37
Chironomidae 3	0.34	0.17	1.79	0.03	0.76	0.06
Insecta 1	3.36	2.50	1.79	0.38	2.55	8.40
Mollusca						
Gastropoda						
Mesogastropoda						
Hydrobiidae 1	0.34	0.33	1.79	0.04	0.82	0.11
Chordata						
Actinopterygii						
Teleostei						
Escamas cicloides	0.34	0.17	1.79	0.03	0.76	0.06
Plantae 7	0.34	0.50	1.79	0.05	0.87	0.17
N/I 10	0.34	0.33	1.79	0.04	0.82	0.11
N/I 17	0.34	0.17	1.79	0.03	0.76	0.06
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2112.19