

Informe final* del Proyecto H126 Evaluación de la situación actual de las poblaciones del pez cachorrillo del desierto (*Cyprinodon macularius macularius*) en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, México

Responsable: M en C. Alejandro Varela Romero

Institución: Universidad de Sonora
Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas

Dirección: Apartado Postal 1819, Hermosillo, Son, 83000 , México Rosales y Niños Héroes s/n, Centro, Hermosillo, Son, 83000 , México

Correo electrónico: avarela@guayacan.uson.mx

Teléfono/Fax: 01(62)12 3271 Fax: 01(62)12 1995

Fecha de inicio: Mayo 31, 1996

Fecha de término: Mayo 5, 1998

Principales resultados: Informe final, Hoja de cálculo

Forma de citar el informe final y otros resultados:** Varela Romero, A., Ruiz Campos, G., Yépiz Velásquez, L. M. y J. Alanis García.1999. Evaluación de la situación actual de las poblaciones del pez cachorrillo del desierto (*Cyprinodon macularius macularius*) en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, México. Universidad de Sonora **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H126.** México D. F.

Forma de citar hoja de cálculo Varela Romero, A., Ruiz Campos, G., Yépiz Velásquez, L. M. y J. Alanis García.1999. Evaluación de la situación actual de las poblaciones del pez cachorrillo del desierto (*Cyprinodon macularius macularius*) en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, México. Universidad de Sonora **Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. H126.** México D. F.

Resumen:

Con el fin de conocer la situación actual de las poblaciones del pez cachorrillo del desierto se realizó un ciclo anual de muestreos bimensuales en localidades selectas donde se registra la presencia de la subespecie. los peces se muestrearon con chinchorros playeros y trampas y las observaciones sobre los ejemplares del pez cachorrillo del desierto recolectados fueron procesados y regresados vivos en el mismo sitio de captura. La evaluación fisicoquímica del hábitat se realizó con base en la temperatura, oxígeno disuelto, potencial de iones hidrógeno (ph), salinidad y profundidad. la distribución actual del pez cachorrillo del desierto está confinada a cuatro localidades, una en Baja California (estanques de aguas residuales de Ceotérmica de Cerro Prieto) y otras de Sonora (zonas de inundación adyacentes al canal Welton-Mohawk, ciénegas El Doctor y Ciénega de Santa clara frente al ejido La Flora del Desierto). las especies de peces dominantes en las localidades muestreadas fueron el nativo *C. M. macularius* (pez cachorrillo del desierto), y los exóticos *Poecilia latipinna* (molly de vela), *Tilapia cf zilli* (mojarra africana) y *G. affinis* (pez mosquito), respectivamente. Se registró una amplia fluctuación espacio-temporal en la distribución y abundancia de las poblaciones de *C. macularius* en el área de estudio, que concordó con las tendencias registradas en estudios previos. la proporción sexual promedio (machos:hembras) del pez cachorrillo del desierto fue de 1:1.08. La ecuación de la relación peso-longitud estimada para el pez cachorrillo del desierto fue $W = 6.85 \times 10^{-6} L^{3.330}$, indicando un crecimiento de tipo alométrico positivo. Dentro de la cuenta del Bajo río colorado, la localidad 1 registró la población mejor representada en estructura de edad y tallas y aparentemente aislada de las demás para la porción mexicana de la distribución de la subespecie. Los impactos antropogénicos que afectan al distribución, abundancia y adecuada permanencia de las poblaciones nativas del pez cachorrillo del desierto en la porción mexicana de la cuenca del río colorado, son la acumulativa y progresiva alteración de los hábitats acuáticos y ribereños, y la presencia de poblaciones de peces exóticos que ocasionan el desplazamiento de los nativos. los peces exóticos mojarra africana, molly de vela y pez mosquito, constituyen el principal agente biológico que ha venido afectando directa o indirectamente la distribución y

abundancia de las poblaciones nativas del pez cachorrito del desierto. El hábitat de distribución y permanencia de las poblaciones del pez cachorrito está condicionado y actualmente restringido por la periodicidad y el volumen de los flujos de agua vertidos hacia la porción mexicana de la cuenca.

- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
- ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

INFORME FINAL DEL PROYECTO

H126 EVALUACION DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS POBLACIONES DEL PEZ CACHORRITO DEL DESIERTO (*CYPRINODON MACULARIUS MACULARIUS*) EN LA CUENCA DEL BAJO RÍO COLORADO, SONORA Y BAJA CALIFORNIA, MÉXICO



PRESENTADO A CONSIDERACIÓN A LA
COMISION NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Elaborado por:

ALEJANDRO VARELA ROMERO'
GORGONIO RUIZ CAMPOS²
LUZ MARÍA YÉPIZ VELÁZQUEZ'
JORGE ALANIS GARCÍA²

Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora,
Blvd. Luis Encinas y Rosales, AP. 1819, 83000 Hermosillo, Sonora.

²Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California, Km 106
Carretera Tijuana-Ensenada, A.P. 1653, 22800 Ensenada, Baja California.

HERMOSILLO, SONORA, A ABRIL DE 1998

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.1.2. OBJETIVOS PARTICULARES	3
II. METODOLOGÍA	4
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	7
3.1. Caracterización de los habitats	7
3.1.1. Región Cerro Prieto	7
3.1.2. Ecurrimientos al Sur de Cerro Prieto.	11
3.1.3. Región del Canal Welton-Mohawk (Norte de la Ciénega de Santa Clara)	14
3.1.4. Región de la Ciénega El Doctor (Sureste de la Ciénega de Santa Clara)	17
3.1.5. Región Norte de la Ciénega de Santa Clara	20
3.1.6. Región del Ejido La Flor del Desierto	23
3.2. Distribución, abundancia y composición de las capturas	26
3.3. Biomasa	3
3.4. Distribución detallada	33
3.4.1. Pez cachorrito del Desierto (<i>Cyprinodon macularius macularius</i>)	35
3.4.1.1. Región Cerro Prieto (Localidad 1).	38
3.4.1.2. Región del Canal Welton-Mohawk (Localidad 3)	40
3.4.1.3. Región de las Ciénegas El Doctor (Localidad 4)	41
3.4.1.4. Región del Ejido La flor del Desierto (Localidad 6)	46
3.4.1.5. Relación longitud-peso	49
3.4.2. <i>Gobio (Gillichthys m rabilis)</i>	50
3.4.3. Molly de vela (<i>Poecilia latipinna</i>)	51
3.4.3.1. Ecurrimientos al Sur de Cerro Prieto (localidad 2)	54
3.4.3.2. Región del Canal Welton-Mohawk (Localidad 3)	56
3.4.3.3. Región de la Ciénegas El Doctor (Localidad 4)	58
3.4.3.4. Región Norte de la Ciénega de Santa Clara (Localidad 5)	61
3.4.3.5. Región del Ejido La flor del Desierto (Localidad 6)	62
Portada- Macho adulto del pez cachorrito del desierto con coloración azul en el dorso, localidad 1, ü	
3.4.4. Mojarra africana (<i>Tilapia zilli</i>)	64
3.4.4.1. Región de la Ciénegas El Doctor (Localidad 4)	66
3.4.5. Pez mosquito (<i>Gambusia affinis</i>)	68
3.4.6. Sardinita roja (<i>Cyprinella lutrensis</i>)	72

3.4.6. 1. Escurrimientos al Sur de Cerro Prieto (localidad 2)	72
3.4.7. Mojarra verde (<i>Lepomis cyanellus</i>)	74
3.4.8. Lobina (<i>Micropterus salmoides</i>)	7-5
IV. Perspectivas de las poblaciones del pez cachorrito de desierto (<i>C. m. macularius</i>) en el Delta del Río Colorado	76

V. CONCLUSIONES	82
VI. RECOMENDACIONES.	84
VII. LITERATURA CITADA	86

APENDICES

APENDICE I	Hoja de Cálculo para <i>Cyprinodon macularius macularius</i>
APENDICE II	Hoja de Cálculo para <i>Gillichthys mirabilis</i>
APENDICE III	Hoja de Cálculo para <i>Poecilia latipinna</i>
APENDICE IV	Hoja de Cálculo para <i>Tilapia zilli</i>
APÉNDICE V	Hoja de Cálculo para <i>Gambusia affinis</i>
APENDICE VI	Hoja de Cálculo para <i>Cyprinella lutrensis</i>
APENDICE VII	Hoja de Cálculo para <i>Lepomis cyanellus</i>
APENDICE VII	Hoja de Cálculo para <i>Micropterus salmoides</i>

111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Localización de los sitios de captura y observación de peces y habitat en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California.	5
Figura 2.- Localidad 1 (LI) Región Cerro Prieto. Estanque de manejo de aguas residuales de la <i>geotérmica Cerro Prieto, 1 Km al Este del Cerro de las Microondas</i> . Baja California. 32°24'45.6" Norte y 115°17'23.8" Oeste.	8
Figura 3.- Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 1 en la Región de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.	10

Figura 4.- Localidad 2 (L2), Canal de Irrigación (Dren) <i>entre los</i> Ejidos Nayarit y Sonora al cruce del canal con el camino pavimentado que une estos ejidos, en el costado Norte de la escuela Secundaria. Baja California. 32° 17'41.3" Norte y 115° 15'20.5" Oeste.	12
Figura 5.- Valores promedios de los <i>parámetros fisicoquímicos</i> registrados para la localidad 2 en la Región de escurrimientos al sur de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.	13
Figura 6.- Localidad 3 (L3), zonas de inundación adyacentes al costado sur del Canal Welton Mohawk. Sonora. 32°03'29.3" Norte y 114°53'47.1" Oeste.	14
Figura 7.- Valores promedios de los parámetros fsicoquímicos registrados para la localidad 3 de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.	16
Figura 8.- Localidad 4 (L4), El Doctor, Manantiales 2 Km al Sureste de la Ciénega principal El Doctor. Sonora. 31°56'44,7" Norte y 114°44'44,6" Oeste.	18
Figura 9.- Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 4 en la Región de El Doctor de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.	19
Figura 10.- Localidad 5 (L5), zona de inundación marginal de la Ciénega de Santa Clara en el Campo de cazadores, al Sureste del Ejido Luis Encinas Jhonson. Sonora. 32°02'50.4" Norte y 114°54'28.3" Oeste.	20
Figura 11.- Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 5 en la Región de Ciénega de Santa Clara al sur de Ejido Luis Encinas 1., de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.	22
Figura 12.- Localidad 6 (L6), Ciénega de Santa Clara en la <u>zona</u> final del Dren proveniente del Ejido La Flor del Desierto. Sonora. 32°02'05,4" Norte y 114°51'26.1" Oeste.	24
Figura 13.- Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 6 en la Región de Ciénega de Santa Clara en las cercanías al Ejido Flor del Desierto, de	
iv	
Diciembre de 1996 a Agosto de 1997.	25
Figura 14.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> en la Cuenca del Bajo Río	

Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	35
Figura 15.- Distribución bimensual detallada (mm) de <i>C. m. macularius</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	37
Figura 16.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 1 en la Región de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	38
Figura 17.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 1 en la Región de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	39
Figura 18.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara) de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	41
Figura 19.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara) de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	42
Figura 20.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 4 en la Región de las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997- Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	44
Figura 21.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 4 en la Región de las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos	45
Figura 22.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	47
Figura 23.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	48
Figura 24.- Relación peso-longitud de <i>C. m. macularius</i> para cuatro localidades de captura en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. N=3,336.	50
Figura 25.- Distribución de tallas (mm) del Gobio <i>Gillichthys mirabilis</i> para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Abril a Agosto de 1997.	51

Figura 26.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos_	52
Figura 27.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> , en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	53
Figura 28.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 2 en los escurrimientos al Sur de Cerro Prieto, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	54
Figura 29.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 2 en los escurrimientos al Sur de Cerro Prieto, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	55
Figura 30.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	56
Figura 31.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna para la</i> Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	57
Figura 32.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna para la</i> Localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	58
Figura 33.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna para la</i> Localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	59
Figura 34.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna para la</i> Localidad 5 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	60
Figura 35.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna para la</i> Localidad 5 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	61
Figura 36.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna para la</i> Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	62
Figura 37.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna para la</i> Localidad 6 en la	

Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 63

vi

- Figura 38.- Distribución de tallas (mm) de *T. zullé* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora
Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 64
- Figura 39.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *T. zilli* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 65
- Figura 44.- Distribución de tallas (mm) de *T. zilli* para la Localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 66
- Figura 41.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *T. zilli* para la Localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul= Machos. 67
- Figura 42.- Distribución detallas (mm) de *G. affinis* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora
Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos 68
- Figura 43.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *G. affinis* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 69
- Figura 44.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *G. affinis* para la Localidad 5 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 70
- Figura 45.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *G. affinis* para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 71
- Figura 46.- Distribución tallas (mm) de *C. lutrensis* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora
Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 72
- Figura 47.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *C. lutrensis* para la Localidad 2 en los escurrimientos al sur de Cerro Prieto, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 73
- Figura 48.- Distribución tallas (mm) de *L. cyanellus* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora
Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles,

Rojo=Hembras, Azul=Machos. 74

Figura 49.- Distribución tallas (mm) de *M salmoides* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. 75

1i

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1.- Lista de especies de peces registradas en la Cuenca del Bajo Río Colorado, México. Primarias (1), Secundarias (11), Vicarios (111), Eurihalinas (Ey), Endémica (E), Extirpada (Ex), Exótica (*). 26
- Cuadro 2.- Números de organismos y porcentajes de abundancias de peces dulceacuicolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California durante un ciclo anual. Las Capturas por Unidad de Esfuerzo se muestran para cada mes de colecta. 28
- Cuadro 3.- Números de organismos y porcentajes de abundancias de peces dulceacuicolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California durante un ciclo anual. Las Capturas por Unidad de Esfuerzo se muestran para cada mes de colecta. 30
- Cuadro 4.- Números de organismos y porcentajes de abundancias de peces dulceacuicolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California durante el ciclo anual de muestreo. Se muestran los números de individuos registrados en cada localidad de muestreo durante cada mes. 3-¹
- Cuadro 5.- Biomasa de organismos y sus porcentajes de biomasa respectivos para los peces dulceacuicolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California durante los meses de muestreo del ciclo anual. 33
- Cuadro 6.- Biomasa de organismos y sus porcentajes de biomasa respectivos para los peces dulceacuicolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California para las localidades de muestreo del ciclo anual. 34

Viii

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Localización de los sitios de captura y observación de peces y habitat en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California. 5

Figura 2.- Localidad 1 (L1) Región Cerro Prieto. Estanque de manejo de aguas residuales

de la geotérmica Cerro Prieto. 1 Km al Este del Cerro de las Microondas. Baja California. 32°24'45.6" Norte y 115°17'23.8" Oeste.	8
Figura 3.- Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 1 en la Región de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.	10
Figura 4.- Localidad 2 (L2), Canal de Irrigación (Dren) entre los Ejidos Nayarit y Sonora al cruce del canal con el camino pavimentado que une estos <i>ejidos</i> , en el costado Norte de la escuela Secundaria. Baja California. 32° 17'41.3" Norte y 115°15'20.5" Oeste.	12
Figura 5.- Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 2 en la Región de escurrimientos al sur de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.	13
Figura 6.- Localidad 3 (L3), zonas de inundación adyacentes al costado sur dei Canal Welton Mohawk. Sonora. 32°03'29.3" Norte y 114°53'47.1" Oeste.	14
Figura 7.- Valores promedios de los parámetros fsicoquimicos registrados para la localidad 3 de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.	16
Figura 8.- Localidad 4 (L4), El Doctor, Manantiales 2 Km al Sureste de la Ciénega principal El Doctor. Sonora. 31°56'44.7" Norte y 114°44'44.6" Oeste.	18
Figura 9.- Valores promedios de los parámetros fsicoquímicos registrados para la localidad 4 en la Región de El Doctor de Septiembre de 1996 a agosto.de 1997.	19
Figura 10.- Localidad 5 (L5), zona de inundación marginal de lar Ciénega de Santa Clara en el Campo de cazadores, al Sureste del Ejido Luis Encinas honson. Sonora. 32°02'50.4" Norte y 114°54'28.3" Oeste.	20
Figura 11.- Valores promedios de los parámetros fsicoquímicos registrados para la localidad 5 en la Región de Ciénega de Santa Clara al sur de Ejido Luis Encinas J., de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.	22
Figura 12.- Localidad 6 (L6), Ciénega de Santa Clara en la zona final del Dren proveniente del Ejido La Flor dei Desierto. Sonora. 32°02'05.4" Norte y 114°51'26.1" Oeste.	24

Figura 13.- Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 6 en la Región de Ciénega de Santa Clara en las cercanías al Ejido Flor de] Desierto, de	
	iv
Diciembre de 1996 a Agosto de 1997.	25
Figura 14.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	35
Figura 15.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	37
Figura 16.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad I en la Región de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde= Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	38
Figura 17.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 1 en la Región de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	39
Figura 18.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara) de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	41
Figura 19.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara) de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles. Rojo=Hembras, Azul=Machos.	42
Figura 20.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 4 en la Región de las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde= Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	44
Figura 21.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 4 en la Región de las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras. Azul=Machos.	45
Figura 22.- Distribución de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	47
Figura 23.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. m. macularius</i> para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	48

Figura 24.- Relación peso-longitud de <i>C. m. macularius</i> para cuatro localidades de captura en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. N=3,336.	50
Figura 25.- Distribución de tallas (mm) del Gobio <i>Gillichthys mirabilis</i> para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Abril a Agosto de 1997.	51
V	
Figura 26.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	52
Figura 27.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> , en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	53
Figura 28.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 2 en los escurrimientos al Sur de Cerro Prieto, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	54
Figura 29.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 2 en los escurrimientos al Sur de Cerro Prieto, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras. Azul=Machos.	55
Figura 30.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	56
Figura 31.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	57
Figura 32.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	58
Figura 33.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre- de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	59
Figura 34.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 5 en la Región-Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997, Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	60
Figura 35.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 5 en la	

Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde-Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	61
Figura 36.- Distribución de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	62
Figura 37.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>P. latipinna</i> para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde-Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	63
vi	
Figura 38.- Distribución de tallas (mm) de <i>T. zilli</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	64
Figura 39.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>T. zilli</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo =Hembras, Azul=Machos.	65
Figura 40.- Distribución de tallas (mm) de <i>T. zilli</i> para la Localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1995 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	66
Figura 41.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>T. zilli</i> para la Localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	67
Figura 42.- Distribución de tallas (mm) de <i>G. affinis</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	68
Figura 43.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>G. affinis</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California. de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	69
Figura 44.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>G. affinis</i> para la Localidad 5 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos. -	70
Figura 45.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>G. affinis</i> para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	71
Figura 46.- Distribución tallas (mm) de <i>C. lutrensis</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora	

Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997, Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	72
Figura 47.- Distribución bimensual de tallas (mm) de <i>C. lutrensis</i> para la Localidad 2 en los escurrimientos al sur de Cerro Prieto, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	73
Figura 48.- Distribución tallas (mm) de <i>L. cyanellus</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora	
Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles. Rojo=Hembras, Azul=Machos.	74
Figura 49.- Distribución <i>tallas (mm)</i> de <i>M. salmoides</i> en la Cuenca del Bajo Río Colorado. Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.	75

vii

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.- Lista de especies de peces registradas en la Cuenca del Bajo Río Colorado, México. Primarias (1), Secundarias (11), Vicarios (11), Eurihalinas (Ey), Endémica (E), Extirpada (Ex), Exótica (*).	26
Cuadro 2.- Números de organismos y porcentajes de abundancias de peces dulceacuícolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California durante un ciclo anual. Las Capturas por Unidad de Esfuerzo se muestran para cada mes de colecta.	28
Cuadro 3.- Números de organismos y porcentajes de abundancias de peces dulceacuícolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California durante un ciclo anual. Las Capturas por Unidad de Esfuerzo se muestran para cada mes de colecta.	30
Cuadro 4.- Números de organismos y porcentajes de abundancias de peces dulceacuícolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado. Sonora-Baja California durante el ciclo anual de muestreo. Se muestran los números de individuos registrados en cada localidad de <i>muestreo durante, cada mes</i> .	32
Cuadro 5.- Biomasa de <u>organismos</u> y sus porcentajes de biomasa respectivos para los peces dulceacuícolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California durante los meses de muestreo del ciclo anual.	33
Cuadro 6.- Biomasa de organismos y sus porcentajes de biomasa respectivos para-los peces dulceacuícolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California para las localidades de muestreo del ciclo anual.	34

EVALUACION DE LA SITUACION ACTUAL DE LAS POBLACIONES DEL PEZ CACHORRITO DEL DESIERTO (*Cyprinodon macularius macularius*) EN LA CUENCA DEL BAJO RIO COLORADO, SONORA Y BAJA CALIFORNIA, MEXICO

I. INTRODUCCIÓN

El pez cachorrito del Desierto (*Cyprinodon macularius macularius*) es un pequeño ciprinodóntido que en el pasado se encontró ampliamente distribuido y abundante en la Cuenca del Río Colorado en el Noroeste de México y Suroeste de los Estados Unidos de América (Miller, 1943). Sus hábitats históricos varían en tamaño, complejidad y permanencia, e incluyen ciénagas, arroyos y zonas marginales de grandes ríos y lagos (Minckley, 1973). El pez cachorrito del desierto ha recibido una considerable atención para su estudio por parte de taxónomos, fisioecólogos y genetistas. Sin embargo, muchos aspectos básicos de su biología permanecen aún sin estudiarse. A pesar de su amplia tolerancia a condiciones ambientales extremas (Deacon y Minckley, 1974), todas sus subespecies han sido consideradas en peligro de extinción, por la pérdida y modificación de sus hábitats, contaminación, e introducción de peces exóticos. Asimismo, esta especie ha sido enlistada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (Miller, 1979; IUCN, 1990), por el Gobierno Federal de los Estados Unidos de América en Arizona y California (AGFD, 1988; CADFG, 1980), y recientemente el Gobierno Mexicano (Diario Oficial, 1994).

El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos de América (U.S. Fish & Wildlife Service) ha elaborado un plan para la recuperación del pez cachorrito del desierto considerando su distribución natural en ambos lados de la frontera (USFWS, 1993). Dicho plan tiene como meta el recuperar de la lista de especies en peligro al cachorrito del desierto, para lo cual propone cuatro estrategias: (1) lograr el mantenimiento de cinco metapoblaciones en doce localidades conocidas de su distribución (cinco de éstas en el Bajo Río Colorado de México), (2) restablecer y asegurar las poblaciones del cachorrito del desierto dentro de su ámbito de distribución histórica, (3) elaborar un programa de intercambio de material genético entre poblaciones reintroducidas, y (4) mantener planes para el evaluación de poblaciones y su germoplasma.

En un esfuerzo del Gobierno Mexicano por proteger y conservar las especies y hábitats de esta región, y en especial del cachorrillo del desierto *Cyprinodon macularius macularius*, se ha decretado desde Junio de 1993 la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, de cuyos objetivos principales se desprende “.....el de preservar los ambientes naturales de la región y los ecosistemas mas frágiles, asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos, preservar la diversidad genética de las especies silvestres y acuáticas de flora y fauna, fomentar la investigación y mantener un campo propicio para la investigación científica” (Diario Oficial, 1993).

A pesar de que éste plan se ha desarrollado con la participación de investigadores nacionales y contempla la evaluación de las poblaciones naturales en territorio Mexicano, pocas actividades de investigación que ofrezcan un panorama actual de sus poblaciones se ha diseñado a la fecha. Las poblaciones del cachorrillo del desierto en la Cuenca del Bajo Río Colorado han sido impactadas por la proliferación en años reciente de peces exóticos (McMahon y Miller, 1985; Miller y Fuiman, 1987; Hendrickson y Varela-Romero, 1989; Ruiz-Campos, 1995). Es imperante iniciar el seguimiento de las poblaciones del cachorrillo del desierto en los hábitats naturales de la cuenca del Bajo Río Colorado, como fase inicial del conocimiento que apoye su protección y manejo dentro y fuera de la Reserva. Este proyecto pretende establecer las bases del conocimiento de ésta especie en México para cooperar en los esfuerzos de coordinación de su investigación a través de la frontera.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la situación actual de las poblaciones del pez cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius macularius*) y de sus hábitats en el Noroeste de México, así como promover actividades de coordinación entre investigadores nacionales y extranjeros para la planificación de su estudio y conservación.

1.1.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer la abundancia y distribución actual de las poblaciones del pez cachorrito del desierto (*C. m. macularius*) en la cuenca del Bajo Río Colorado en Sonora y Baja California, México.

- Determinar las condiciones actuales de hábitat del pez cachorrito del desierto en los sitios de recolecta en la cuenca del Bajo Río Colorado.

- Identificar los factores causales del deterioro y reducción de sus poblaciones, e identificar áreas críticas dentro del Estado de Sonora y Baja California para el diseño de estrategias de estudio, protección y conservación de sus poblaciones, con énfasis en hábitats de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.

- Proponer actividades de coordinación e intercambio interinstitucional con investigadores nacionales y extranjeros para la planificación de las estrategias de estudio, protección y conservación de sus poblaciones en el Noroeste de México.

II. METODOLOGÍA

El área de estudio comprende la cuenca del Bajo Río Colorado en los Estados de Sonora y Baja California, en el Noroeste de México. Dentro del área de estudio se encuentra una porción de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (Figura 1) donde se llevaron a cabo parte de las actividades de estudio de esta subespecie nativa. Se realizaron seis expediciones bimestrales de muestreo al área de estudio. En la primera expedición se verificó las localidades donde se ha registrado previamente al pez cachorrito del desierto (cf. Hendrickson y Varela-Romero, 1989), mismas que fueron consideradas para la evaluación anual de sus poblaciones y hábitats en el presente estudio. A continuación se incluye la lista de las regiones y localidades muestreadas dentro de la cuenca del Bajo Río Colorado:

Región Cerro Prieto.

Localidad 1 (L1).- Estanque de manejo de aguas residuales de la Geotérmica Cerro Prieto (Comisión Federal de Electricidad), 1 km al Este del Cerro de Microondas. Baja California. 32°24'45.6" Norte y 115°17'23.8" Oeste.

Escurrimientos al Sur de Cerro Prieto.

Localidad 2 (L2).- Canal de Irrigación (Dren) entre los Ejidos Nayarit y Sonora, bajo puente que comunica estos ejidos, en el costado Norte de la Escuela Secundaria. Baja California. 32°17'41.3" Norte y 115°15'20.5" Oeste.

Región del Canal Welton-Mohawk (Norte de la Ciénega de Santa Clara).

Localidad 3 (L3).- Zonas de inundación adyacentes al costado sur del Canal Welton-Mohawk. Sonora. 32°03'29.3" Norte y 114°53'47.1" Oeste.

Región de la Ciénega El Doctor (Sureste de la Ciénega de Santa Clara).

Localidad 4 (L4).- El Doctor, Manantiales 2 km al Sureste de la Ciénega principal El Doctor. Sonora. 31°56'44.7" Norte y 114°44'44.6" Oeste.

Región Norte de la Ciénega de Santa Clara.

Localidad 5 (L5).- Zona de inundación marginal de la Ciénega de Santa Clara en el Campo de Cazadores, al Sureste del Ejido Luis Encinas Jhonson [=Johnson]. Sonora. 32°02'50.4" Norte y 114°54'28.3" Oeste.

Localidad 6 (L6).- Ciénega de Santa Clara en la parte final del dren proveniente del Ejido La Flor del Desierto. Sonora. 32°02'05.4" Norte y 114°51'26.1" Oeste.

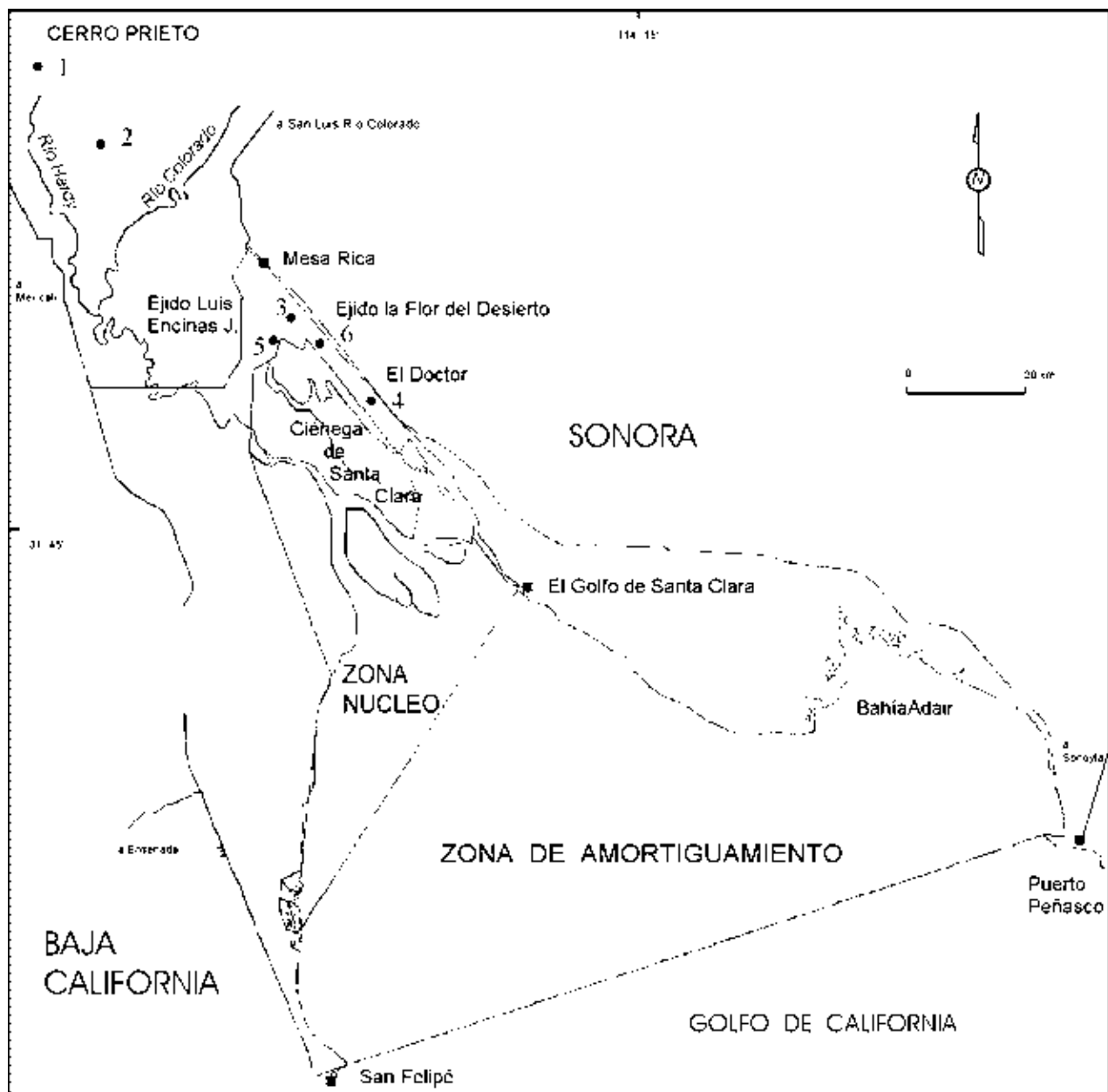


Figura 1.- Localización de los sitios de captura y observación de peces y habitat en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California.

Los peces fueron recolectados utilizando trampas con cebo (tipo “minnow trap”), chinchorros de diferentes dimensiones (7.6 m largo X 1.2 m alto y 3.2 mm luz de malla) y redes agalleras experimentales con diferentes paneles (luz de malla) de acuerdo a la especie a recolectar y a las características del hábitat. Después de la primera expedición se comprobó que los artes de pesca más adecuados fueron las trampas y los chinchorros. Las recolectas se realizaron sobre un transecto de 100 m de cauce natural. Las trampas se colocaron de manera

equidistante (10 m) y permanecieron durante un tiempo promedio de 18.15 horas. En el caso de los lances con chinchorro, se barrió un transecto de 100 m hasta completar 100 metros cuadrados de área barrida, considerando tener representados los diferentes biotopos en el transecto de recolecta. Se cuantificó la abundancia y proporción de sexos de las especies recolectadas en cada arte de pesca y localidad de muestreo.

Del material íctico recolectado, sólo el 10 % de las especies exóticas se fijaron con formaldehído al 10 %. Los ejemplares del pez cachorrito del desierto (*C. m. macularius*) recolectados fueron procesados y regresados vivos en el mismo sitio de captura. Estos ejemplares se mantuvieron en hieleras de plástico con agua de la localidad y se pesaron con una balanza digital (precisión 0.001 g) y enseguida medidos en su longitud total con vernier digital (precisión de 0.01 mm). Se trató de medir la totalidad de los ejemplares del pez cachorrito capturados pero en algunas ocasiones fue imposible debido a la elevada cantidad especímenes. En virtud de lo anterior, se tomó una submuestra de la captura para las biometrías y observaciones, siendo el resto de los especímenes recolectados regresados vivos en el sitio de captura. Esta condición fue igualmente aplicable para las especies exóticas que ocurrieron de manera abundante durante las recolectas.

Los peces exóticos fijados serán utilizados para la futura obtención de información bioecológica de las especies, tales como hábitos alimenticios, aspectos reproductivos, edad y crecimiento entre otros; y fueron depositados en la Colección Ictiológica del Departamento del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, y en la Colección Ictiológica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California.

La evaluación fisicoquímica del hábitat se realizó en diferentes puntos del sitio de muestreo con la ayuda de un equipo multianalizador Hydrolab Scout 2, el cual mide de manera simultánea los siguientes parámetros: temperatura, conductancia, oxígeno disuelto, potencial de iones hidrógeno (pH), salinidad, sólidos disueltos totales, y porcentaje de saturación de oxígeno. Adicionalmente, se identificó para cada sitio de recolecta el tipo de sustrato dominante y se midió la profundidad promedio de recolecta. Finalmente, se efectuaron series fotográficas del entorno de cada sitio de recolecta, lo cual podrá ser usado como referencia para detectar posibles cambios alocrónicos del hábitat (e.g., disponibilidad de agua, pastoreo y erosión) y de la vegetación ribereña.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

3.1. Caracterización de los Hábitats.

3.1.1. Región Cerro Prieto.

Localidad 1 (L1).- Esta localidad comprendió un sistema de estanquería de manejo de aguas residuales provenientes del sistema de enfriamiento de los reactores de la Estación Geotérmica Cerro Prieto (CFE), ca. 1 km al Este del Cerro de las Microondas Cerro Prieto (32°24'45.6" Norte y 115°17'23.8" Oeste). Adicionalmente, el sistema de estanquería es también abastecido por agua de infiltración proveniente de lo que fue el antiguo Lago Volcán en las cabeceras del Río Hardy (Sykes, 1937), donde hoy se encuentra instalada una parte de la estación geotérmica. Este sistema fue observado como un hábitat modificado que mantiene niveles de agua adecuados para el establecimiento de un ecosistema léntico con elementos nativos (Figura 2). Esta localidad comprendió un humedal salino somero de casi 6 km² dividido por bordos de tierra aparentemente compactados y utilizados, la mayoría de ellos, como vías de acceso por el personal de la Geotérmica. Se observaron fluctuaciones diferenciales en el nivel del agua entre los estanques que conforman el sistema. Sin embargo, la proporción de espejo de agua disponible en los estanques siempre se mantuvo cercana al 80 %. Aparentemente en el pasado este humedal mantuvo conexiones efímeras con las cabeceras de la cuenca del Río Hardy, sin embargo, desde hace varios años el agua de este sistema no es vertida a ningún cauce natural y se recicla en el sistema de enfriamiento de la Geotérmica. El área es de acceso restringido.

La coloración del agua fue azul blanquecina y la alta salinidad registrada aparentemente se debió a la presencia de altos niveles de selenio (Hendrickson y Varela-Romero, 1989). En el área de muestreo del estanque se detectó un fondo suave con una capa superficial blanca y una capa inferior de materia orgánica. Se observó pastos (*Ruppia maritima*) en el fondo del estanque y en las orillas del cuerpo de agua. A pesar de que no se realizó un estudio de la comunidad de invertebrados en el área, fue posible observar la presencia de una importante comunidad de microcrustáceos y otros taxa bentónicos.



Figura 2.- Localidad 1 (L 1) Región Cerro Prieto. Estanque de manejo de aguas residuales de la geotérmica Cerro Prieto, 1 Km al Este del Cerro de las Microondas.. Baja California. 32°24'45.6" Norte y 115°17'23.8" Oeste.

En la figura 3 se muestran las gráficas de los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 1. Los valores promedios de temperatura más altos fueron en agosto y septiembre (32.27 y 32.25°C, respectivamente) y los más bajos en febrero (14.02°C).

La salinidad del agua osciló entre 25.67 y 38.46 partes por mil (ppt) durante el ciclo de muestreo. Los máximos valores correspondieron a los meses con las más altas temperaturas y tasas de evaporación registradas (agosto y septiembre).

EL valor más alto de oxígeno disuelto se registró en abril (10.52 mg/l) y el más bajo en diciembre (3.07 mg/l). El comportamiento fisicoquímico de esta laguna de depositación (decantación) de aguas de exclusión del proceso de enfriamiento de la planta Geotérmica Cerro Prieto (Comisión Federal de Electricidad, CFE) está sujeto a la dinámica de descargas de la propia planta. Adicionalmente, el agua presenta una coloración azul blanquecina aparentemente proveniente de altos contenidos de selenio adquiridos durante el proceso de enfriamiento de los reactores de la Geotérmica (Hendrickson y Varela-Romero, 1989).

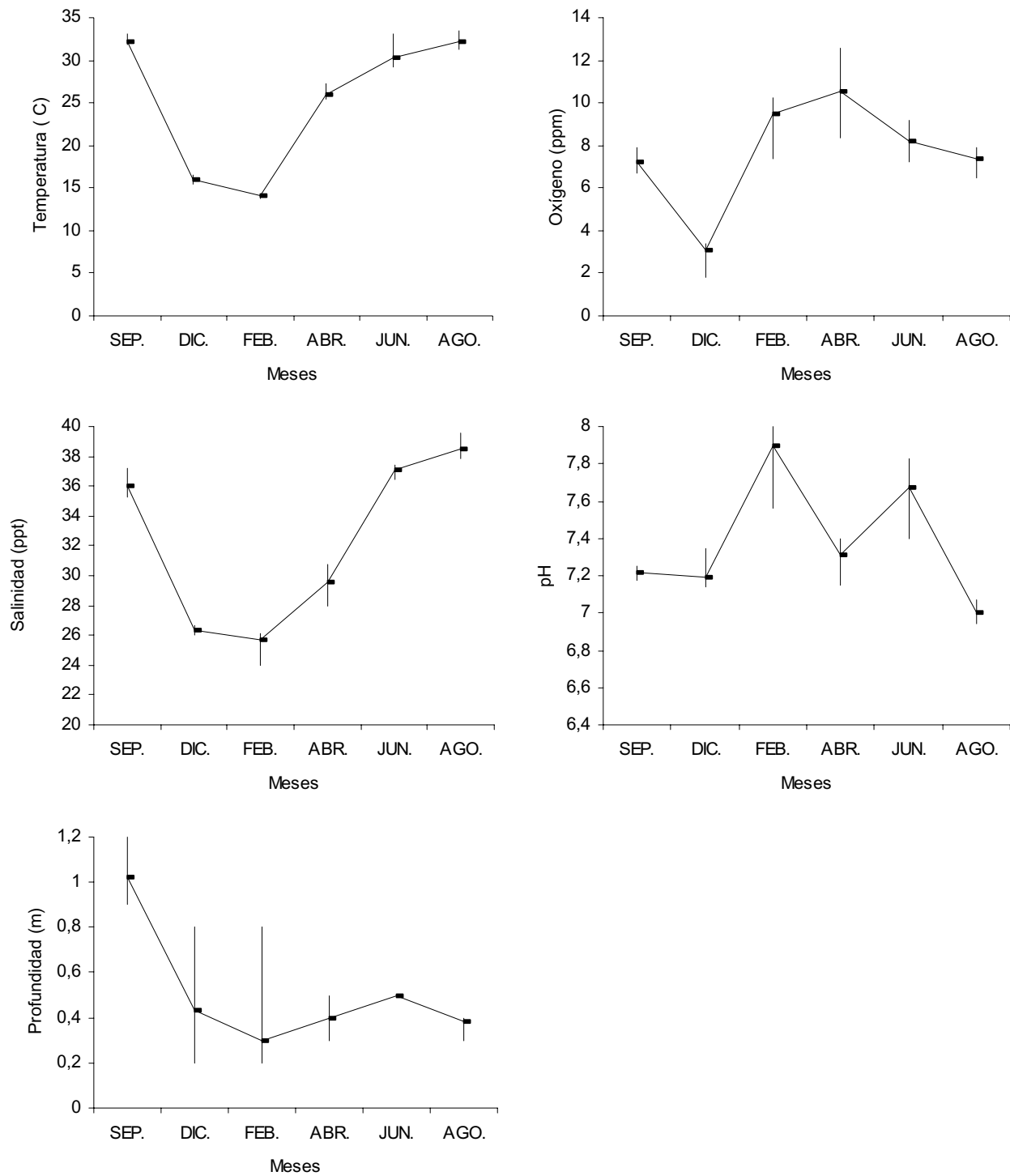


Figura 3.- Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 1 en la Región de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.

3.1.2. Escurrimientos al Sur de Cerro Prieto.

Localidad 2 (L2).- Esta localidad comprendió el Canal de Irrigación (Dren) entre los Ejidos Nayarit y Sonora, y es reconocida como una muy posible área de conexión entre el humedal del sistema de estanque de Cerro Prieto con el resto de la zona de la cuenca (Figura 4). El sitio de recolecta es fácilmente localizable por encontrarse al cruce del canal con el camino pavimentado que une estos dos ejidos, en el costado Norte de la Escuela Secundaria (Baja California. 32°17'41.3" Norte y 115°15'20.5" Oeste). En esta localidad se distinguió una gran cantidad de desechos sólidos en el lecho del canal y en las riberas. El agua fue de tonalidad turbia verdosa debido a las condiciones de escaso flujo y condiciones aparentemente eutróficas como lo indica la presencia de algas filamentosas y un potente espesor de limo y cieno en el fondo. La vegetación ribereña está representada por vegetación secundaria exótica: cachanilla (*Pluchea sericea*), pino salado (*Tamarix ramosissima*) entre otras. Los niveles de agua en el canal presentaron grandes fluctuaciones, desde profundidades de 0.5 m a totalmente desecada. Se detectaron aves acuáticas ictiófagas durante todos los meses de muestreo, particularmente garzas (*Ardea herodias*, *Butorides virescens*, *Casmerodius albus* y *Egretta thula*) entre otras, además de mapache (*Procyon lotor*) en la ribera. No se registraron actividades de saneamiento del canal o su área adyacente a lo largo del año de muestreo, por lo que suponemos que ha dejado de utilizarse como una vía frecuente de conducción de agua para la irrigación de parcelas.

En la figura 5 se muestra el comportamiento de las variables fisicoquímicas para la localidad 2. La temperatura promedio osciló entre 14.47°C (febrero) y 38.09°C (agosto), siendo el intervalo térmico anual de 20.62°C.

La salinidad promedio registró una variación significativa durante el año, detectándose el valor mínimo de 1.7 ppt en febrero y el máximo de 6.6 ppt en septiembre. Posiblemente, la salinidad es conferida por los aportes de agua procedentes de la Cuenca del Bajo Río Colorado.

Los valores promedio de pH fueron muy homogéneos durante el año, variando ligeramente entre 7.52 y 8.78. El intervalo anterior representa un ambiente ligeramente alcalino.



Figura 4.- Localidad 2 (L2), Canal de Irrigación (Dren) entre los Ejidos Nayarit y Sonora al cruce del canal con el camino pavimentado que une estos ejidos, en el costado Norte de la escuela Secundaria. Baja California. 32°17'41.3" Norte y 115°15'20.5" Oeste.

El oxígeno disuelto promedio varió desde 0.46 mg/l durante diciembre a 12.48 mg/l en junio. El valor registrado en diciembre estuvo asociado a un nivel muy bajo de agua, alta turbiedad (7.50 mS/cm) y una gran cantidad de peces muertos (*Tilapia zilli*) sobre la ribera del canal (condiciones anóxicas). El flujo de agua de este canal está supeditado a los desagües para el riego agrícola. Los valores altos de oxígeno fueron coincidentes con altos flujos de agua en el canal, donde estuvieron presentes peces como la sardinita roja (*Cyprinella lutrensis*) y la lobina negra (*Micropterus salmoides*). Es probable que este canal presenta una conexión efímera con áreas de lavado de tierras de cultivo y con una porción de la red de canales de distribución de agua donde se distribuyen la mayoría de los peces exóticos en la cuenca.

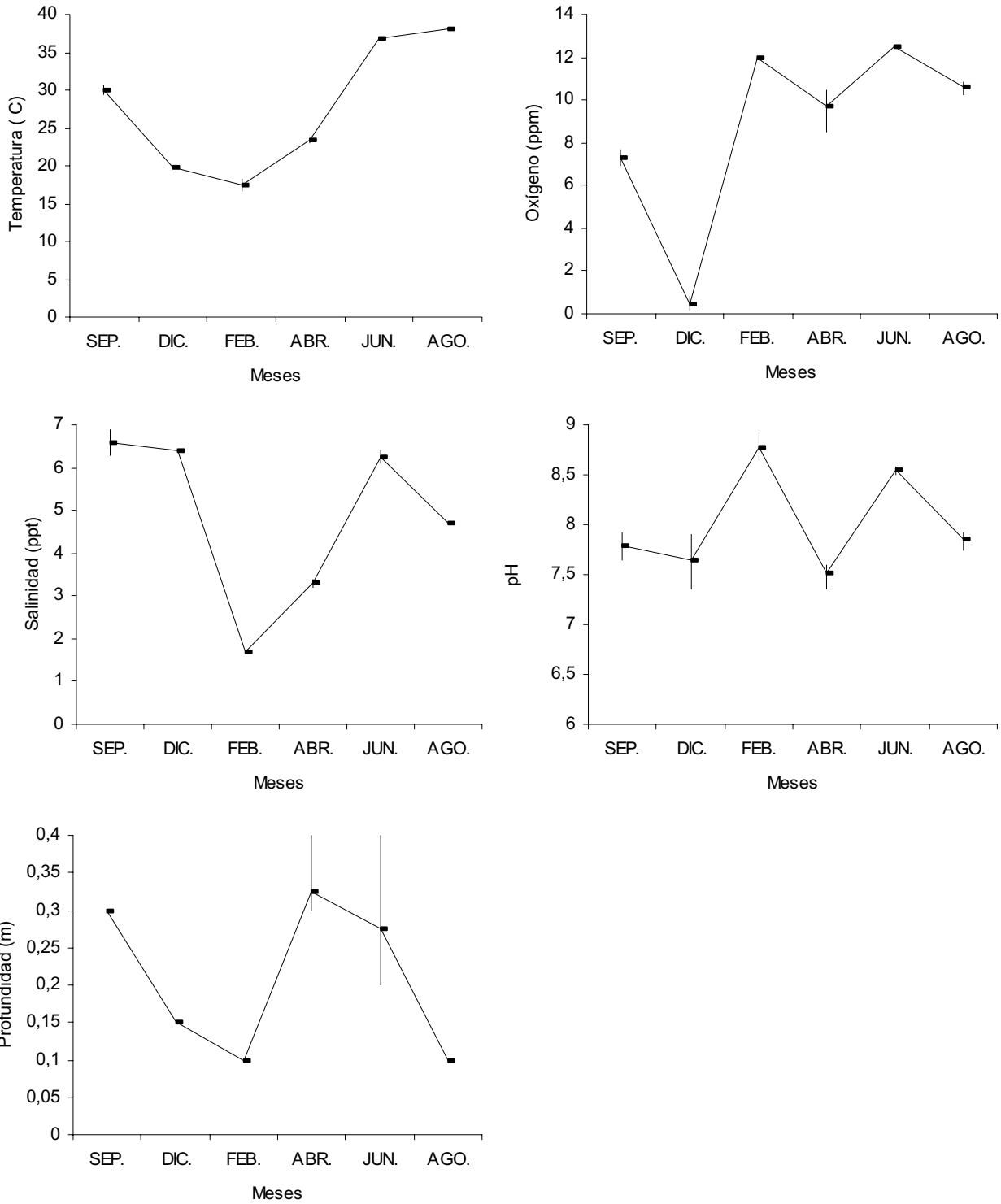


Figura 5.- Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 2 en la Región de escurrimientos al sur de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.

3.1.3. Región del Canal Welton-Mohawk (Norte de la Ciénega de Santa Clara).

Localidad 3 (L3).- Comprendió las zonas de inundación adyacentes al costado sur del Canal Welton-Mohawk, Sonora ($32^{\circ}03'29.3''$ Norte y $114^{\circ}53'47.1''$ Oeste) 100 metros antes del final del canal cementado (Figura 6). Esta área anegada ha sido referida como una zona sin conexión aparente con el cuerpo de agua principal y desprovista de vegetación ribereña (Hendrickson y Varela-Romero, 1989). Sin embargo, esta área resultó ser un hábitat relativamente complejo, estando conformada por vegetación ribereña compuesta de cachanilla (*Pulchea sericea*), pino salado (*T. ramossisima*), salicornia (*Salicornia* sp.), zacate salado (*Distichlis palmen*) y juncos espinosos (*Juncus acutus*); la mayoría de ellas aportando cobertura y material en forma de raíces, troncos y hojas secas, que junto con las macrófitas acuáticas, propician un heterogeneidad de hábitat para los peces. Adicionalmente, se detectó la formación de una capa semigelatinosa con espesor aproximado de 5 cm, particularmente sobre el sustrato inundado del humedal, la cual suponemos se originó por una asociación de detritus, bacterias y algunos hongos.



Figura 6.- Localidad 3 (L3), zonas de inundación adyacentes al costado sur del Canal Welton-Mohawk. Sonora. $32^{\circ}03'29.3''$ Norte y $114^{\circ}53'47.1''$ Oeste.

En la figura 7 se muestran las gráficas de los valores promedios de los factores fisicoquímicos para la localidad 3. La temperatura promedio del agua exhibió el valor más bajo en febrero (13.92°C) y el más alto en junio (34.90°C), con un intervalo tan amplio como 21°C. En agosto no se registró la temperatura debido a la desecación del humedal.

La salinidad promedio del agua fue variable a través del año, siendo menor en febrero (18.55 ppt) y mayor en junio (44.04 ppt). Los valores extremos de salinidad correspondieron a condiciones de baja y alta evaporación, respectivamente. En junio se observó una reducción notable del espejo lacustre debido a las altas tasas de evaporación del agua, que resultó en un aumento en la concentración salina. En agosto, el humedal muestreado fue reducido a una pequeña charca bastante somera, que impidió realzar el registro de la salinidad.

El valor promedio de pH durante el año fluctuó entre 7.9 para diciembre y 8.91 para febrero. Todos los valores corresponden a ligeramente alcalinos que son típicos de corrientes epicontinentales drenando suelos de tipo Chernozem, donde predominan cationes como el calcio.

El valor promedio mínimo de oxígeno se registró en diciembre (3.13 mg/l) y valores de saturación se registraron durante abril. El valor bajo de oxígeno disuelto registrado en diciembre estuvo asociado a condiciones de abundante materia orgánica en el fondo del humedal, la cual demanda altos contenidos de oxígeno para su descomposición.

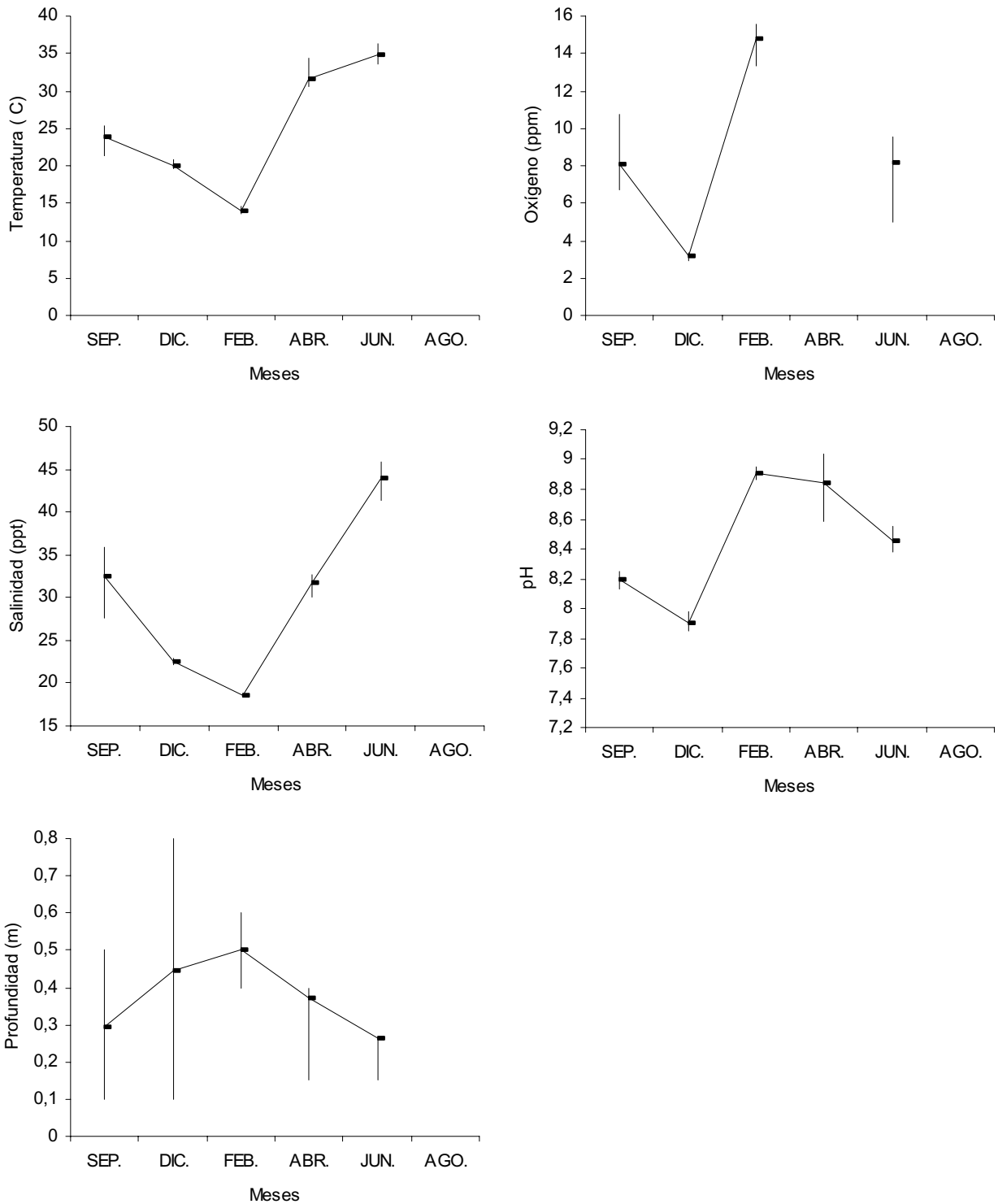


Figura 7.- Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 3 de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.

3.1.4. Región de la Ciénega El Doctor (Sureste de la Ciénega de Santa Clara).

Localidad 4 (L4).- Esta localidad comprendió los humedales adyacentes al ojo de agua El Doctor, manantiales que se extienden alrededor de 2 km al Sureste de la ciénega principal (31°56'44.7" Norte y 114°44'44.6" Oeste) (Figura 8). Esta zona representa un manantial termal con una profundidad de 2 m y su área de escurrimiento a lo largo de 10 km donde antiguamente se complementaba con la inmensa diversidad de humedales del Delta del Río Colorado. Actualmente, la ciénega El Doctor se encuentran como un humedal aislado del resto del delta y con conexión intermitente con la Ciénega de Santa Clara. El ojo de agua principal está bordeado predominantemente por vegetación ribereña secundaria (pino salado) y tular (*Typha domingensis*), además se distinguen algunos álamos (*Populus* sp.) que son remanentes de la antigua vegetación mesófila que dominó la vegetación ribereña original. El flujo forma pequeñas corrientes someras a través de los espacios entre la vegetación del humedal, la cual está conformada por tules, juncos, pinos salados y ciperáceas. En uno de estos espacios, fue localizado un pozo artesiano que se conecta al sistema en forma superficial. El sustrato del humedal es cieno y la cobertura de la vegetación es escasa. La influencia humana en el área de muestreo es evidente. Se encuentra un cerco bordeando al humedal y al pozo artesiano, además de tramos de este cerco atravesando perpendicularmente el progreso de la corriente del humedal. En adición, se observó un intenso pastoreo por ganado bovino y equino sobre la vegetación circundante al ojo de agua, además de la evidente alteración y compactación del terreno por efecto del pisoteo por el ganado.

En la figura 9 se muestran las gráficas de los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos para la localidad 4. La temperatura promedio del agua exhibió poca variación durante el año (22.42 a 32.50 °C), manteniéndose las condiciones propias de un manantial termal (estenotermal). Las variaciones que se presentan dentro del sitio, como lo indican los valores mínimos y máximos en cada mes, obedecen al gradiente térmico que se establece desde el manantial termal hacia los sitios periféricos.

La salinidad promedio varió ligeramente durante el año (1.45 y 3.42 ppt), correspondiendo el valor más bajo a septiembre y el más alto a diciembre. La amplia variación en la salinidad registrada en diciembre (1.50 a 12.70 ppt) corresponde al gradiente halino que se forma desde el manantial termal hacia los sitios aledaños de la ciénega principal que son influenciados por las mareas altas.



Figura 8.- Localidad 4 (L4), El Doctor, Manantiales 2 km al Sureste de la ciénega principal El Doctor. Sonora. 31°56'44.7" Norte y 114°44'44.6" Oeste.

Los valores de pH registrados durante el año fueron muy similares, fluctuando entre 7.96 y 8.77, y son considerados ligeramente alcalinos.

Los valores promedio de oxígeno disuelto oscilaron entre 2.18 y 6.71 mg/l, los cuales corresponden a septiembre y febrero, respectivamente. Todos los valores registrados son relativamente bajos y son típicos de manantiales termales donde la temperatura no desciende más allá de los 22°C.

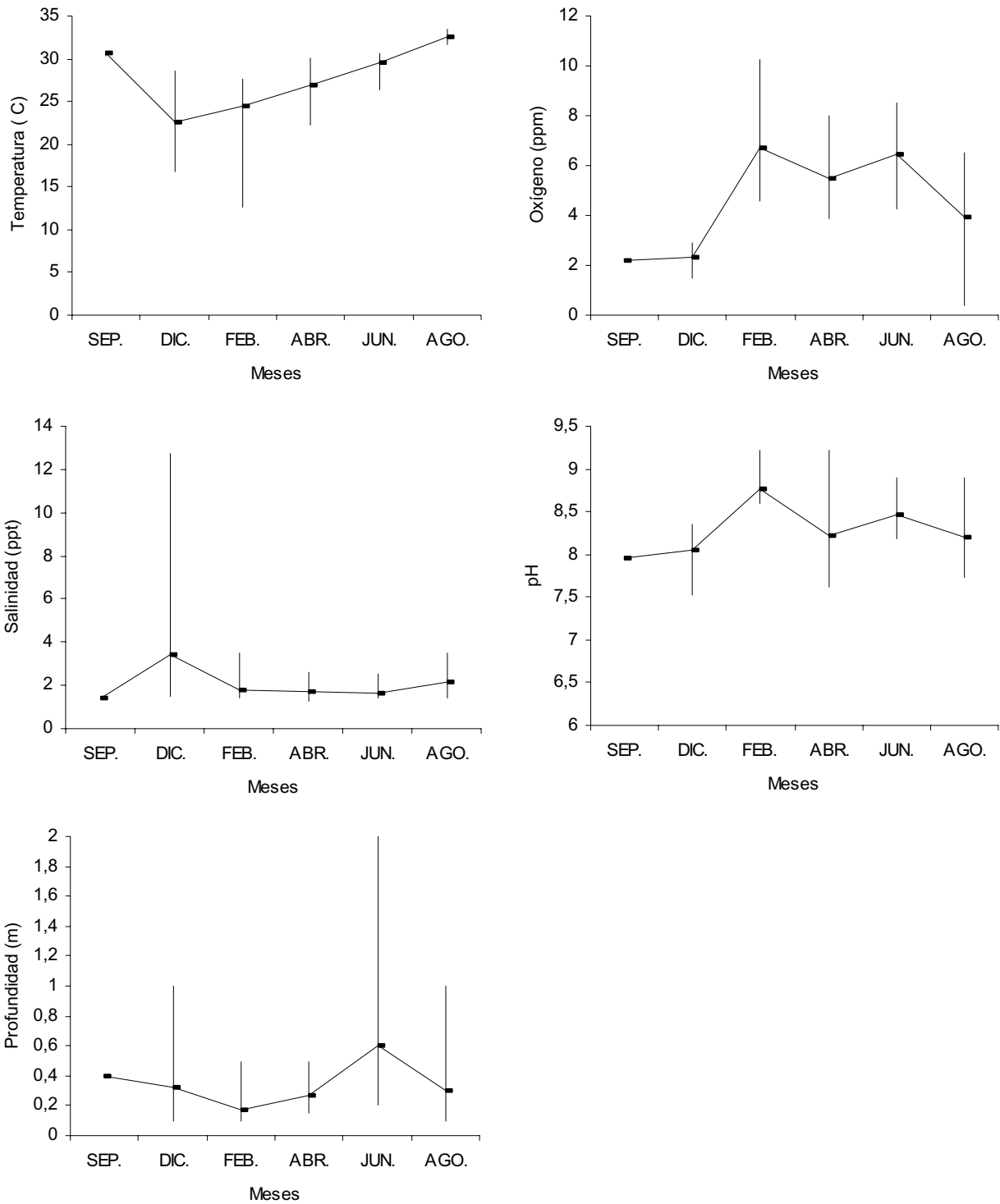


Figura 9.- Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 4 en la Región de El Doctor de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.

3.1.5. Región Norte de la Ciénega de Santa Clara.

Localidad 5 (L5).- Comprende la zona de inundación marginal noroeste de la Ciénega de Santa Clara en el sitio conocido como "Campo de Cazadores", al Sureste del Ejido Luis Encinas Jhonson ($32^{\circ}02'50.4''$ Norte y $114^{\circ}54'28.3''$ Oeste) (Figura 10). Esta localidad se encontró fuertemente dominada por tule (*Typha domingensis*), la cual deja escasos espacios abiertos o claros en el espejo de agua superficial. Se notó un incremento en la densidad de la vegetación con respecto a lo reportado por Abarca *et al.* (1993), quien reportó abundantes zonas de inundación marginales a la línea de vegetación de tular. Probablemente, esta invasión de tule fue propiciada por la falta de prácticas de aclaramiento de la vegetación que en el pasado fueron mal realizadas por los encargados de los cotos de caza instalados en esa localidad. Con la prohibición de las actividades cinegéticas en la zona debido al decreto de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, los cotos de caza fueron abandonados y el tule ha invadido por completo las instalaciones y camino de acceso.



Figura 10.- Localidad 5 (L5), zona de inundación marginal de la Ciénega de Santa Clara en el Campo de Cazadores, al Sureste del Ejido Luis Encinas Jhonson. Sonora. $32^{\circ}02'50.4''$ Norte y $114^{\circ}54'28.3''$ Oeste.

agosto (32.5°C) y la más baja en diciembre (14.3°C). El intervalo térmico estacional fue bastante amplio (ca. 19°C).

La salinidad fue mayor durante septiembre (6.48 ppt) concomitante con la alta evaporación y temperatura registrada en el humedal. El resto del año, la salinidad fue poco variable, oscilando entre 3.5 y 4.5 ppt.

Los valores promedio de pH fluctuaron de 7.82 a 8.93, invadiendo éstos el ámbito de lo moderadamente alcalinos. Estos valores son típicos de aguas epicontinentales de zonas áridas, donde predominan aguas duras o ricas en cationes (calcio, magnesio, etc.).

Para los valores de oxígeno, los más altos corresponden a los meses de verano-primavera, cuando la actividad fotosintética es elevada debido a la mayor duración del fotoperíodo y mayor ángulo de incidencia de la luz solar.

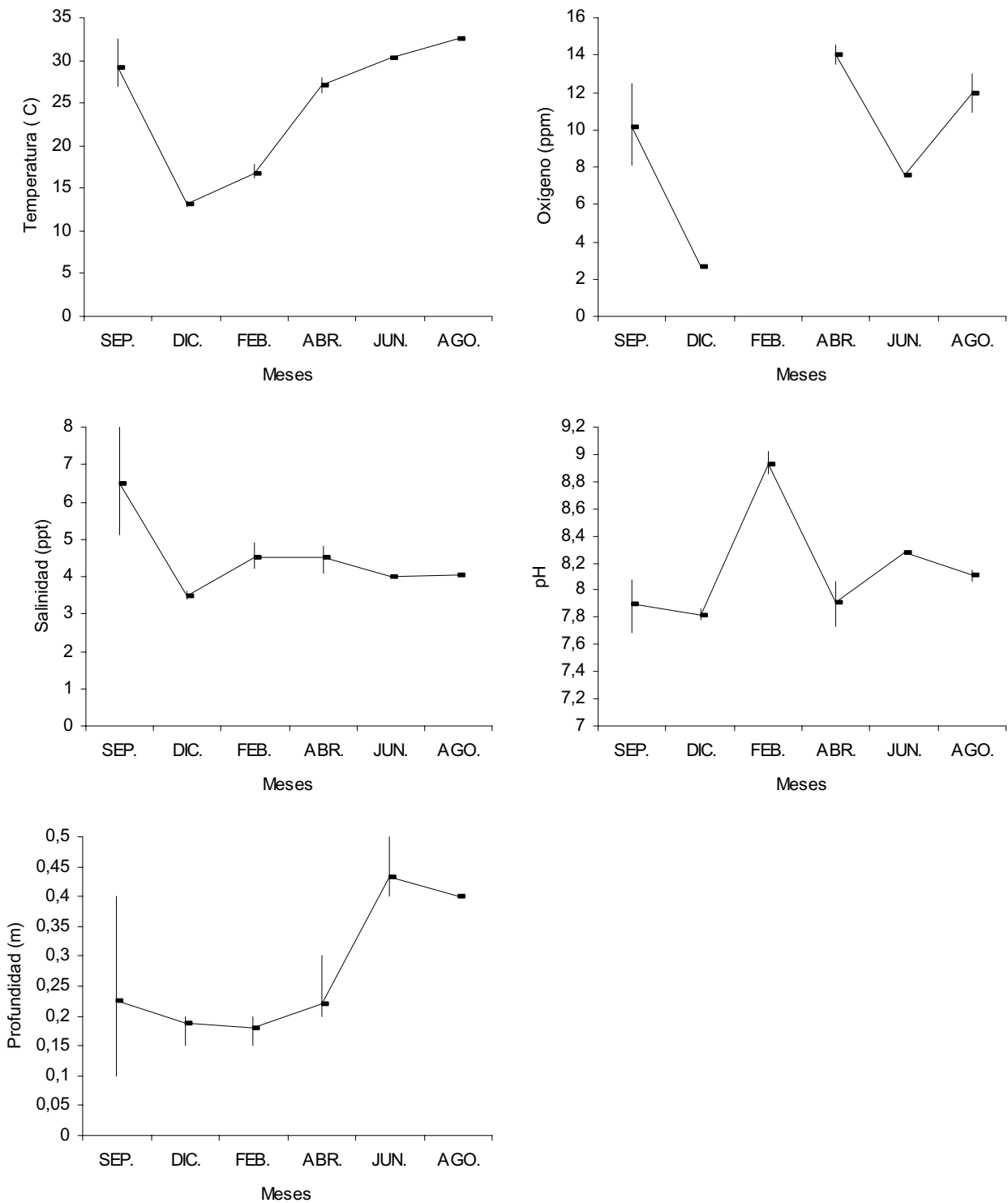


Figura 11.- Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 5 en la Región de Ciénega de Santa Clara al sur de Ejido Luis Encinas J., de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997.

3.1.6. Región del Ejido La Flor del Desierto.

Localidad 6 (L6).- Esta área es parte de la Ciénega de Santa Clara y se localiza en las cercanías al Ejido La Flor del Desierto. En esta localidad se muestreó la parte final del canal o acequia que conduce hacia el interior de la ciénega (32°02'05.4" Norte y 114°51'26.1" Oeste) (Figura 12). No se muestreó en septiembre de 1996 debido a que no se había registrado previamente la presencia del pez cachorrito del desierto en esa localidad (cf. Hendrickson y Varela-Romero, 1989). La zona comprendió un área abierta, somera y prácticamente desprovista de vegetación. Se muestreó el canal y la zona de conexión influenciada por la ciénega. La vegetación dominante sobre los márgenes del canal fue zacate salado (*Distichlis palmeri*) y en el fondo cenagoso del mismo fueron distinguidas raíces y hojas muertas de tule (*Typha domingensis*). La cobertura de la vegetación de los bancos fue mayor comparada con las del resto de los sitios de muestreo. El hábitat es considerado forzado debido a que se modificó el suelo para la construcción del canal, empero, la modificación es de carácter puntual. Asociados al hábitat de humedal se detectó la presencia de una gran cantidad de aves acuáticas residentes y migratorias, entre las que destacan garzas, pelicanos blancos (*Pelecanus erythrorhynchos*), tildillos (*Charadrius vociferus*), sarapicos (*Numenius* spp.), gallaretas (*Fulica americana*), gaviotas (*Larus* spp.), gallitos de mar (*Sterna* spp.), golondrinas aliserradas (*Stelgidopteryx serripennis*), gansos níveos (*Chen coerulescens*) y patos (*Anas* spp.).

En la figura 13 se muestran los valores promedios de las variables fisicoquímicas evaluadas en la localidad 6. La temperatura promedio del agua registró el valor mínimo en febrero (14.76°C) y el máximo en agosto (35.4°C).

La salinidad promedio osciló significativamente durante el año, con valores desde 4.322 a 15.88 ppt. Estas variaciones de salinidad están asociadas a las tasas más altas de evaporación (junio a agosto) y a la influencia de las mareas.

El pH promedio varió de 7.6 a 9.04, correspondiendo el más bajo a diciembre y el más alto a agosto. Todos los valores registrados caen en el ámbito de ligeramente alcalino.



Figura 12.- Localidad 6 (L6), Ciénega de Santa Clara en la zona final del Dren proveniente del Ejido La Flor del Desierto. Sonora. 32°02'05.4" Norte y 114°51'26.1" Oeste.

Los valores promedio del oxígeno disuelto variaron significativamente durante el año, en un intervalo definido entre 3.58 y 11.43 mg/l. El contenido de oxígeno es una variable muy dinámica durante un ciclo diurno y estacional, siendo influenciado por la actividad fotosintética y los procesos fisicoquímicos (temperatura, salinidad y presión hidrostática). La hora de medición es un factor muy importante por lo antes señalado.

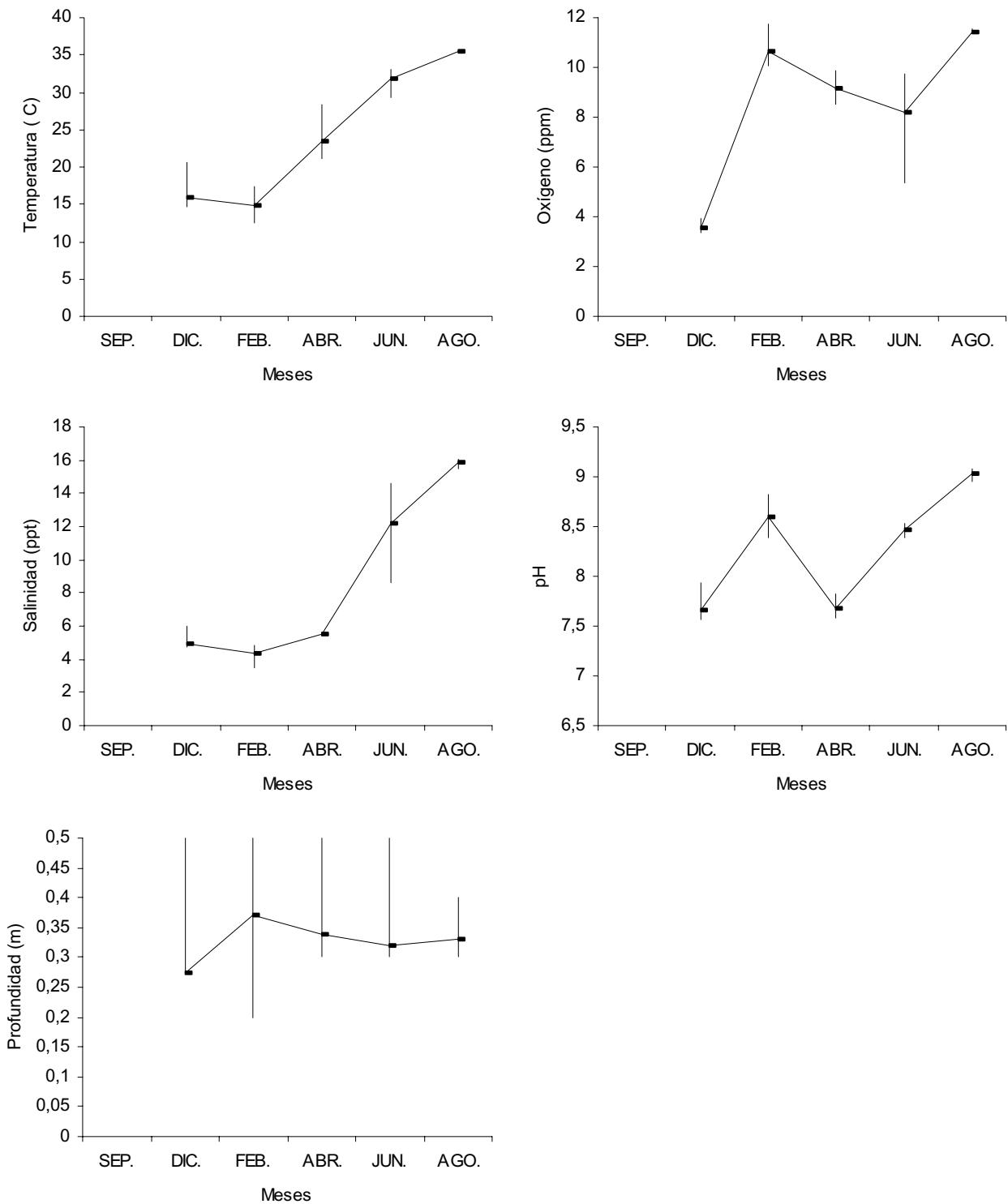


Figura 13.- Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos registrados para la localidad 6 en la Región de Ciénega de Santa Clara en las cercanías al Ejido Flor del Desierto, de Diciembre de 1996 a Agosto de 1997.

3.2. Distribución, abundancia y composición de las capturas.

La distribución histórica de peces nativos en la cuenca del Bajo Río Colorado ha cambiado notablemente. De las seis especies de peces dulceacuícolas nativos antiguamente registrados, sólo persiste una, el pez cachorrito del desierto. Se ha registrado la extirpación de cinco especies de peces nativos de la cuenca desde principios de siglo, entre ellos la carpa del colorado (*Ptychocheilus lucius*), el ciprínido más grande de Norteamérica (Minckley, 1973). En el cuadro 1 se incluyen las especies de peces dulceacuícolas nativos, exóticos y eurihalinos registrados para la Cuenca del Bajo Río Colorado de acuerdo a Minckley (1973), Minckley *et al.* (1986), McMahon y Miller (1985), Miller (1986), Rinne y Minckley (1991), Ruiz-Campos (1995), y Varela-Romero *et al.* (en revisión). Dentro de los peces de estirpe marina (periféricos) registrados dentro de las aguas continentales del Delta del Río Colorado, se incluyen 38 especies (cf. Castro-Aguirre, 1978).

En las seis recolectas bimensuales en los sitios de distribución del pez cachorrito del desierto en la Cuenca del Bajo Río Colorado, solamente se capturaron un total de ocho especies ícticas.

Cuadro 1.- Lista de especies de peces registradas en la Cuenca del Bajo Río Colorado, México. Primarias (I), Secundarias (II), Vicarias (III), Eurihalinas (Eh), Endémicas (E), Nativas (N), Extirpadas (Ex) y Exóticas (*).

Nombre Científico
CLUPEIDAE (III)
<i>Dorosoma petenense</i> (*)
<i>Lile stolifera</i> (N)
CYPRINIDAE (I)
<i>Cyprinus carpio</i> (*)
<i>Gila elegans</i> (Ex)
<i>Gila robusta</i> (Ex)
<i>Ptychocheilus lucius</i> (Ex)
<i>Cyprinella lutrensis</i> (*)
CATOSTOMIDAE (I)
<i>Xyrauchen texanus</i> (Ex)
<i>Catostomus latipinnis</i> (Ex)
ICTALURIDAE (I)
<i>Ameiurus natalis</i> (*)

Ameiurus melas (*)
Pyloodictis olivaris (*)
Ictalurus punctatus (*)

CYPRINODONTIDAE (II)
Cyprinodon macularius (N)

POECILIIDAE (II)
Gambusia affinis (*)
Poecilia latipinna (*)

CENTRARCHIDAE (I)
Micropterus salmoides (*)
Lepomis cyanellus (*)
L. gulosus (*)
L. macrochirus (*)
Pomoxis annularis (*)
P. nigromaculatus (*)

CICHLIDAE (II)
Oreochromis niloticus (*)
O. mozambicus (*)
Tilapia ca. zilli (*)
Tilapia sp. (*)

ELOPIDAE (Eh)
Elops affinis (N)

ATHERINIDAE (Eh)
Colpichthys hubbsi (N)

MUGILIDAE (Eh)
Mugil cephalus (N)
M. curema (N)

GOBIIDAE (Eh)
Gillichthys mirabilis (N)

La única especie dulceacuícola nativa capturada fue el pez cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius macularius*). El resto de las especies recolectadas fueron el góbido eurihalino nativo (*Gillichthys mirabilis*), dos pecílidos (molly de vela, *Poecilia latipinna*; y pez mosquito, *Gambusia affinis*), un ciclido (mojarra africana, *Tilapia ca. zilli*), un ciprínido forrajero (sardinita roja, *Cyprinella lutrensis*), y dos centrárquidos (mojarra verde, *Lepomis cyanellus*; y lobina negra, *Micropterus salmoides*). (Cuadro 2). El pez cachorrito representó la especie más abundante en las capturas (62.28 %), seguida en orden decreciente por el molly de vela (15.73

%), la mojarra africana (9.80 %), el pez mosquito (3.26 %), el gobio *G. mirabilis* (1.11 %) y la mojarra verde y la lobina negra (0.12 y 0.10 %, respectivamente). Adicionalmente, en la localidad 3, un espécimen de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) fue capturado.

A lo largo del año, la captura de peces fue mayor durante los meses cálidos (junio, agosto y septiembre) y menor en febrero. La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE, número de individuos recolectados por minuto de muestreo) para el total capturado (n= 6078 individuos) fue de 0.16. Durante el año, la CPUE más alta (0.61 peces/min) se registró en septiembre y la menor en febrero (0.04 peces/min) (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Números de organismos y porcentajes de abundancias de peces dulceacuícolas capturados en seis localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California durante un ciclo anual. Las Capturas por Unidad de Esfuerzo se muestran para cada mes de colecta.

ESPECIE	SEP	DIC	FEB	ABR	JUN	AGO	TOTAL	% de Abund
Nativas								
<i>Cyprinodon macularius macularius</i>	273	504	134	687	1212	789	3599	59,21
Euryalinas								
<i>Gillichthys mirabilis</i>	0	0	0	4	72	20	96	1,58
Introducidas								
<i>Cyprinella lutrensis</i>	0	0	0	49	102	45	196	3,22
<i>Poecilia latipinna</i>	499	216	79	68	62	220	1144	18,82
<i>Gambusia affinis</i>	169	76	8	72	40	78	443	7,29
<i>Tilapia ca zilli</i>	174	70	68	80	115	80	587	9,66
<i>Micropterus salmoides</i>	0	0	0	0	4	2	6	0,10
<i>Lepomis cyanellus</i>	0	0	0	0	4	3	7	0,12
TOTAL	1115	866	289	960	1611	1237	6078	
% de abundancia	18,34	14,25	4,75	15,79	26,51	20,35		
CPUE Peces/minuto	0,61	0,11	0,04	0,16	0,19	0,19	0,16	

De acuerdo a las localidades de muestreo, la mayor abundancia se registró en la localidad 1 (L1, Cerro Prieto) donde exclusivamente se capturó al pez cachorrito del desierto (34.34 %) (Cuadro 3). La localidad 6 (L6, Flor del Desierto) presentó un porcentaje relativo de abundancia alto (22.36) para las capturas e invariablemente registró la ocurrencia de las ocho especies recolectadas. La mayor CPUE correspondió para la localidad 1 (0.32 peces/min) y la

menor (0.05 peces/min) para la localidad 5 (L5, Campo Cazadores). La localidad 6 exhibió una CPUE de 0.019 peces/min, por encima del promedio registrado para el total de las capturas.

La relativa baja ocurrencia de la lobina negra y la mojarra verde representa una ventaja para las poblaciones del pez cachorrillo del desierto, debido a que estas especies exóticas son conocidos como ictiófagos. Únicamente la localidad Flor del Desierto (L6) registró como sintópicos a los dos centrárquidos antes citados y al pez cachorrillo autóctono (Cuadro 3). Es importante señalar, que se ha detectado la presencia de una abundante población de lobina negra y mojarra verde fuera de los manantiales y en los hábitats más alterados (e.g., canales de irrigación en toda la cuenca del Bajo Río Colorado), siendo esta condición una fuerte limitante para la dispersión de las poblaciones del pez cachorrillo. Minckley (1973) documentó la extirpación de la última población del pez cachorrillo del manantial Monkey (*Cyprinodon* sp) debido principalmente a la presión de depredación de la lobina negra. Más impactante es la coexistencia del pez cachorrillo con otras especies exóticas como la tilapia, el molly de vela y el pez mosquito. Las localidades 3 (L3, Welton-Mohawk), 4 (L4, El Doctor) y 6 (L6) registran a estas especies con altas abundancias: *P. latipinna* es más abundante en L3, *T. zilli* en L4, y *P. latipinna* y *G. affinis* en L6.

Las abundancias registradas para las localidades L3, L4 y L6 pueden ser confrontadas con aquella registrada para la localidad L1, donde *C. m. macularius* lo habita de manera absoluta. Los números de especímenes reportados como porcentajes sólo representan el 24.91 %, 7.76 % y el 39.77 %, respectivamente; y todos en conjunto representan el 42.01 % del total de especímenes del pez cachorrillo capturados durante el estudio (Cuadro 3). Esta observación compromete la sobrevivencia de las poblaciones aisladas, especialmente entre la localidad L1 con respecto a las localidades L3, L4 y L6. La conexión de las poblaciones entre los sitios muestreadas es al parecer no muy evidente. La población en la cabecera del Río Hardy (región de Cerro Prieto), no está aparentemente conectada con aquellas de la Ciénega de Santa Clara. Hendrickson y Varela-Romero (1989) consideraron a la población de la localidad 2 como posiblemente conectada con las poblaciones de la parte baja de la cuenca (Ciénega de Santa Clara). En el presente estudio, no se registró la presencia del pez cachorrillo en esta localidad, sugiriendo que la supuesta conexión se pudo haber dado con algún efluente de la región de Cerro Prieto.

La conectividad entre los demes del pez cachorrillo que habitan los hábitats marginales de la Ciénega de Santa Clara, debe considerarse factible a pesar de la miríada de peces

exóticos que como barrera se interponen en la totalidad de la zona inundada del humedal. Zengel y Glen (1996) reportaron extirpada la población de *C. m. macularius* de las zonas de inundación adyacentes a la porción final del Canal Welton-Mohawk (L3); sin embargo, esta localidad representó el 14.44 % de los peces capturados para esta especie durante nuestro estudio. La Ciénega de Santa Clara experimenta fluctuaciones importantes en los niveles de agua a lo largo del ciclo anual, además de los cambios a largo plazo asociados con las prácticas de manejo de agua que se realizan en dicho humedal. Es evidente que la única estrategia de repoblación en los hábitats marginales para esta especie es la dispersión local. El impacto se maximiza cuando consideramos que los especímenes encontrados en la ciénega El Doctor se encuentran también aislados del resto de las poblaciones de la cuenca.

Cuadro 3.- Números de organismos y porcentajes de abundancias de peces dulceacuícolas capturados en localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, durante un ciclo anual. Las Capturas por Unidad de Esfuerzo se muestran para cada mes de recolecta.

ESPECIE	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	TOTAL	% de Abund
Nativas								
<i>Cyprinodon macularius macularius</i>	2087	0	520	162	0	830	3599	59,21
Eurihalinas								
<i>Gillichthys mirabilis</i>	0	0	0	0	0	96	96	1,58
Introducidas								
<i>Cyprinella lutrensis</i>	0	196	0	0	0	0	196	3,22
<i>Poecilia latipinna</i>	0	173	262	326	110	273	1144	18,82
<i>Gambusia affinis</i>	0	5	45	71	170	152	443	7,29
<i>Tilapia cf. zilli</i>	0	16	44	524	0	3	587	9,66
<i>Micropterus salmoides</i>	0	0	0	0	4	2	6	0,10
<i>Lepomis cyanellus</i>	0	0	0	0	4	3	7	0,12
TOTAL	2087	390	871	1083	288	1359	6078	
% de abundancia	34,34	6,42	14,33	17,82	4,74	22,36		
CPUE Peces/minuto	0,32	0,08	0,13	0,14	0,05	0,19	0,16	

Las capturas por especie y por localidad a lo largo del año se muestran en el cuadro 4. El pez cachorrito del desierto demostró una máxima captura (12.64% del total) en junio en la localidad 1, registrando una CPUE= 0.65 peces/min. El molly de vela (*P. latipinna*) presentó una máxima captura (3.29%) en septiembre en la localidad 4, con una CPUE=0.15 peces/min. Por su parte, la mojarra africana (*T. cf. zilli*) registró su máximo (2.12%) en las capturas de septiembre en la localidad 4, con una densidad de 2.58 peces/min. El pez mosquito (*G. affinis*) registró un

máximo (1.94%) en las capturas durante septiembre en la localidad 5, con una densidad de 2.36 peces/m². La sardinita roja (*Cyprinella lutrensis*) exhibió la máxima captura (1.18%) en junio y correspondió a la localidad 2, con una CPUE=0.05 peces/min. La mojarra verde (*L. cyanellus*) y la lobina negra (*M. salmoides*) registraron sus máximos de abundancia en junio en las localidades 5 (0.06%) y 2 (0.06%), con densidades de 0.08 peces/ m² y 0.002 peces/min, respectivamente.

3.3. Biomasa.

La biomasa total recolectada a partir de los 6,078 peces capturados equivale a 7,804.798 gramos, de los cuales el 38.072 % corresponden al pez cachorrillo del desierto, el 37.022 % a la mojarra africana y el 13.230 % al molly de vela (Cuadro 5). El resto de las especies presentaron bajos porcentajes de biomasa: *G. mirabilis* , (4.233 %), sardinita roja (5.234 %), pez mosquito (1.384 %), lobina negra (0.684 %) y mojarra verde (0.142 %).

Cuadro 5.- Biomasa de organismos y sus porcentajes de biomasa respectivos para los peces dulceacuícolas capturados en localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, durante los meses de muestreo del ciclo anual.

ESPECIE	SEP	DIC	FEB	ABR	JUN	AGO	TOTAL	% Biomasa
Nativas								
<i>C. m. macularius</i>	113.289	131.781	34.765	551.063	1,435.674	704.867	2,971.439	38.072
Eurihalinas								
<i>G. mirabilis</i>	0.000	0.000	0.000	5.067	180.566	144.732	330.365	4.233
Introducidas								
<i>C. lutrensis</i>	0.000	0.000	0.000	101.738	228.015	78.735	408.488	5.234
<i>G. afinis</i>	24.270	15.479	1.343	15.043	16.648	35.236	108.019	1.384
<i>L. cyanellus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	5.570	5.502	11.072	0.142
<i>M. salmoides</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	37.303	16.048	53.351	0.684
<i>P. latipinna</i>	296.593	134.158	56.682	52.297	208.325	284.519	1,032.574	13.230
<i>T. cf. zilli</i>	1,111.666	258.799	214.317	408.569	546.120	350.019	2,889.490	37.022
TOTAL	1,545.818	540.217	307.107	1,133.777	2,658.221	1,619.658	7,804.798	
% Biomasa	19.806	6.922	3.935	14.527	34.059	20.752		

La mayor biomasa registrada en este estudio para el pez cachorrillo del desierto no es un reflejo de su abundancia, sino un resultado esperado debido a que se seleccionaron los sitios donde históricamente ha sido recolectada. En el cuadro 6, se puede notar que sólo la localidad 1 (Cerro Prieto) muestra un dominancia de esta especie al no registrarse otras especies; sin embargo las localidades 3, 4 y 6, donde la biomasa fue importante, es igualada y significativamente superada por la biomasa de especies exóticas (e.g., mojarra africana y molly de vela). La reducción actual de los hábitats de humedal en el Delta del Río Colorado, aunada a la consecuente escasez de microhábitats característicos del pez cachorrillo del desierto y la

creciente dominancia en biomasa de peces exóticos, constituyen los principales factores que amenazan la supervivencia de esta especie nativa. Los niveles de interacción entre las poblaciones del pez cachorrito con las poblaciones de peces exóticos en la Cuenca del Bajo Río Colorado son aún desconocidos.

Cuadro 6.- Biomasa de organismos y sus porcentajes de biomasa respectivos para los peces dulceacuícolas capturados en localidades selectas de la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, para las localidades de muestreo del ciclo anual.

ESPECIE	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	LOC 6	TOTAL	% Biomasa
Nativas								
<i>C. m. macularius</i>	1,546.401	0.000	354.419	73.954	0.000	996.665	2,971.439	38.072
Eurihalinas								
<i>G. mirabilis</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	330.365	330.365	4.233
Introducidas								
<i>C. lutrensis</i>	0.000	408.488	0.000	0.000	0.000	0.000	408.488	5.234
<i>G. afinis</i>	0.000	1.085	2.731	18.466	34.363	51.374	108.019	1.384
<i>L. cyanellus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	11.072	0.000	11.072	0.142
<i>M. salmoides</i>	0.000	42.353	0.000	0.000	10.998	0.000	53.351	0.684
<i>P. latipinna</i>	0.000	339.437	306.617	80.712	3.,583	266.225	1,032.574	13.230
<i>T. cf. zilli</i>	0.000	43.500	238.955	2,598.482	0.000	8.553	2,889.490	37.022
TOTAL	1,546.401	834.863	902.722	2,771.614	96.016	1,653.182	7,804.798	
% Biomasa	19.813	10.697	11.566	35.512	1.230	21.182		

3.4. Distribución de tallas.

3.4.1. Pez cachorrito del Desierto (*Cyprinodon macularius macularius*)

En la zona de muestreo en las localidades 1, 3, 4 y 6, fueron analizados un total de 3, 363 individuos del pez cachorrito, los cuales exhibieron un intervalo general de tallas de 11.3 a 56.5 mm de longitud total [LT] ($X=31.98 \pm 6.14$), siendo la más frecuente la correspondiente a organismos de 32.5 mm (Figura 14). La distribución total de frecuencias de tallas de *Cyprinodon macularius macularius* mostró tres modas, la primera al término de los 25 mm (LT), la segunda al comienzo de los 27.5 mm LT y la tercer moda de los 42.5 mm LT en adelante (Figura 14). El total de los especímenes medidos (3, 363) no concuerda con el total de los especímenes reportados en las cuadros de abundancias (3, 399) por la razón de que algunos individuos no pudieron ser medidos debido a su elevado número en la captura (cf. sección de Metodología).

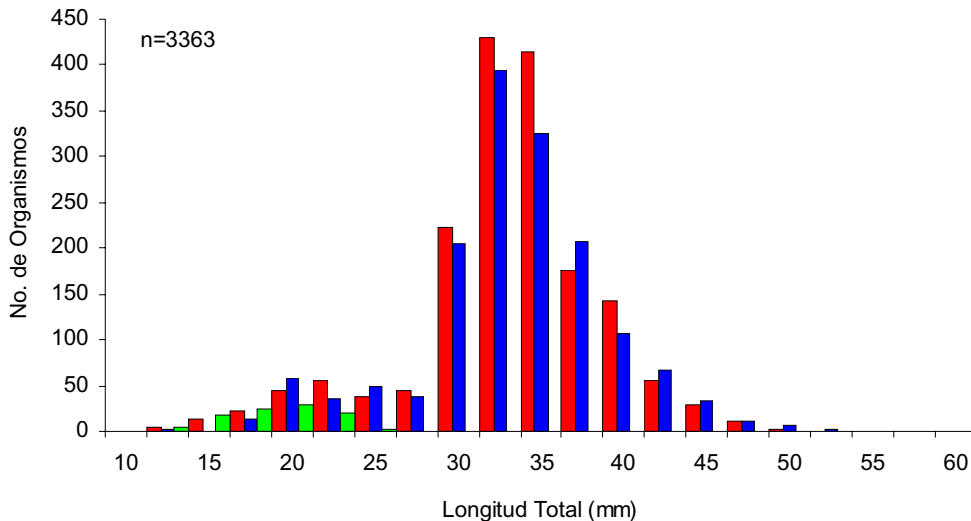


Figura 14.- Distribución de tallas (mm) de *C. m. macularius* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

Debido a que no se contempló el sacrificar ejemplares para la extracción de otolitos para la determinación de edad, ésta se determinó de acuerdo a la distribución de las frecuencias de tallas, cuyas modas representan las clases de edad dentro de la población. Además se utilizó la

literatura existente para referir estos intervalos de tallas a edad en meses para los individuos de la población. Kinard y Garret, (1979) determinaron que la subespecie del pez cachorrillo del desierto de Quitobaquito (*Cyprinodon macularius eremus*) alcanza su primer año de edad a una longitud total promedio de 29.6 mm, los 2 años a 40.2 mm, y los 3 años a 48 mm. Esta subespecie está confinada distribucionalmente a un manantial termal en el Estado de Arizona (E.U.A.) a escasos 100 metros de la línea fronteriza con Sonora, México, el cual fue un antiguo tributario del Río Sonoyta, donde se encuentra la tercera subespecie mexicana (*C. macularius* ssp.) que aún permanece sin describir. Adicionalmente, Kinne, (1960) registró para el pez cachorrillo del Mar de Salton en el Estado de California (E.U.A.) longitudes totales promedio de 4-5 mm a los dos meses de vida, 15 a 28 mm a los 4 meses y 45 a 50 mm a los 12 meses de edad. De esta manera, las edades fueron asignadas de la siguiente manera: al término de los 25 mm (LT) se asignó edad 1 y considera un ámbito cronológico de uno a cuatro meses; edad 2 se le asignó al inicio de los 27.5 mm y al término de los 40 mm LT, los cuales equivalen a cinco y doce meses, respectivamente; y la edad 3, se le asignó a los ejemplares de 42.5 mm LT en adelante y que corresponden cronológicamente a individuos mayores de 12 meses.

Durante los meses de muestreo siempre estuvieron representadas las tallas pequeñas, es decir juveniles del pez cachorrillo, lo que nos indica que esta subespecie al igual que la mayoría de sus congéneres, es un reproductor parcial que se reproduce durante todo el año (Figura 15). Con excepción del mes de agosto en los que no se utilizó chinchorro y por ende no se recolectaron juveniles debido a la selectividad del arte de captura. También las tallas mayores a 40 mm estuvieron presentes en todos los meses muestreados, y en el mes de agosto, se observó la talla más grande (56 mm) (Figura 4). Moyle (1976) observó la talla máxima para la especie a los 75 mm LT. La proporción sexual de machos y hembras encontrados en los meses de muestreo fue \varnothing :1 con excepción del mes de agosto que fue de 2.26:1. En todo el muestreo la proporción sexual machos: hembras fue de 1:1.08 (n= 3, 363) y fue significativamente más alta que la proporción esperada de 1:1 ($X^2= 7.81$, $P\{ 0.05$). McMahon y Tash (1998) reportaron proporciones sexuales de machos y hembras en poblaciones de *C. macularius* de 1:1.2 en manantiales cerrados y de 1:0.99 en manantiales abiertos.

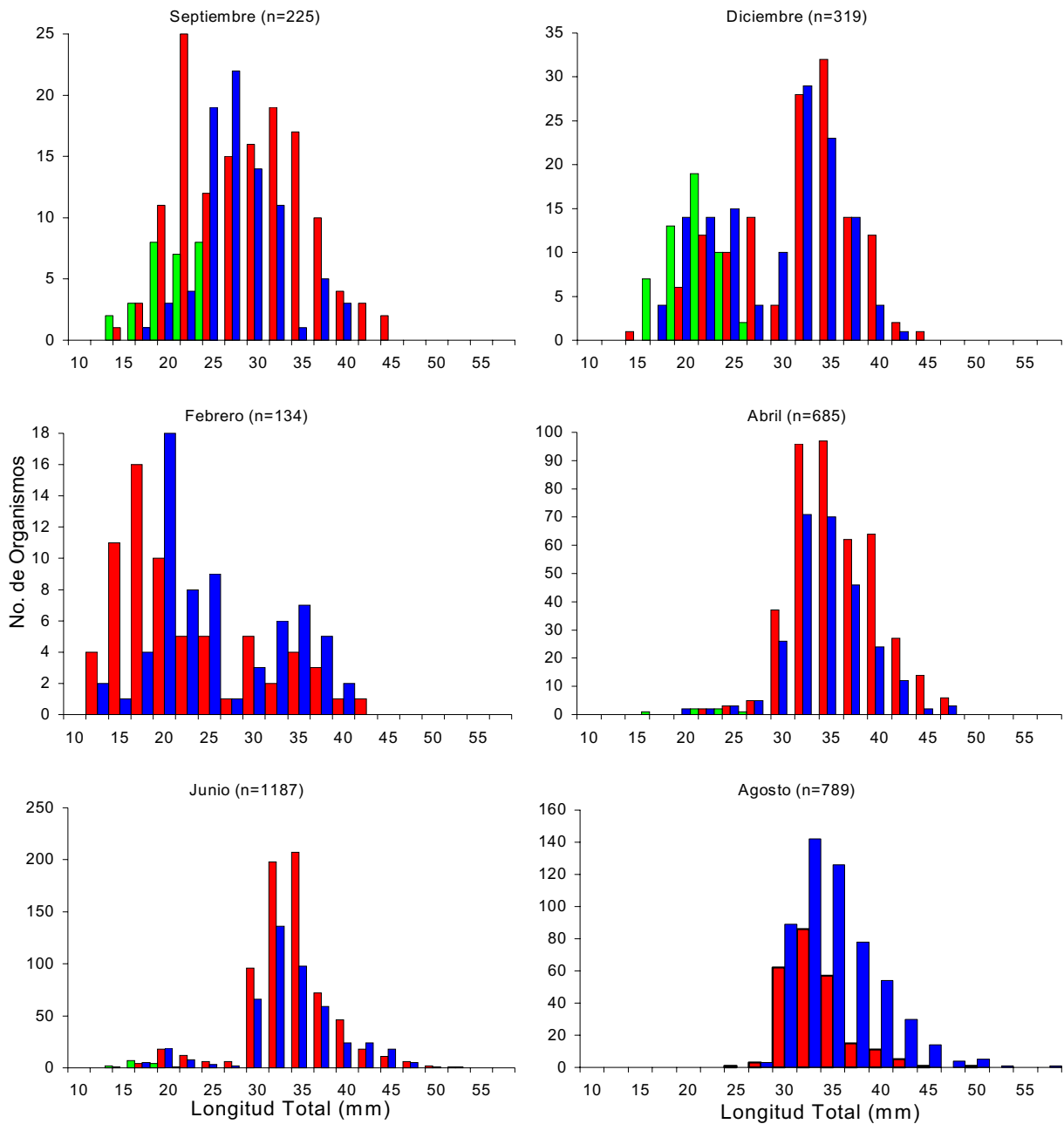


Figura 15.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *C. m. macularius* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.1.1. Región Cerro Prieto (Localidad 1).

En Cerro Prieto se analizaron un total de 2,063 ejemplares de *Cyprinodon macularius macularius* mostrando un intervalo general de tallas entre 11.5 y 56 mm LT ($X=31.75 \pm 6.02$), siendo la talla promedio dominante la de 32.5 mm LT (Figura 16). La distribución total de frecuencias de tallas (mm LT) de *C. m. macularius* mostró tres picos o modas, presentando la primera al término de los 25 mm, la segunda al comienzo de los 27.5 mm y la tercera a los 42.5 mm en adelante.(Figura 16). Asimismo, se denota el mismo comportamiento modal durante todo el muestreo. Durante los muestreos siempre se recolectaron tallas pequeñas (juveniles) con excepción de febrero y agosto, donde no se utilizó chinchorro. Aquí la selectividad de las trampas quedó de manifiesto por la nula representación de elementos juveniles en la recolecta.. Tallas mayores a los 40 mm LT consistentemente estuvieron presentes y, durante junio y agosto, tallas ≥ 56 mm LT fueron observadas (Figura 17). La proporción de machos y hembras encontrados en los meses de muestreo fue 1:1, excepto en abril y agosto donde fue de 2:1. En la localidad 1, la razón de sexos fue de 1.38:1.

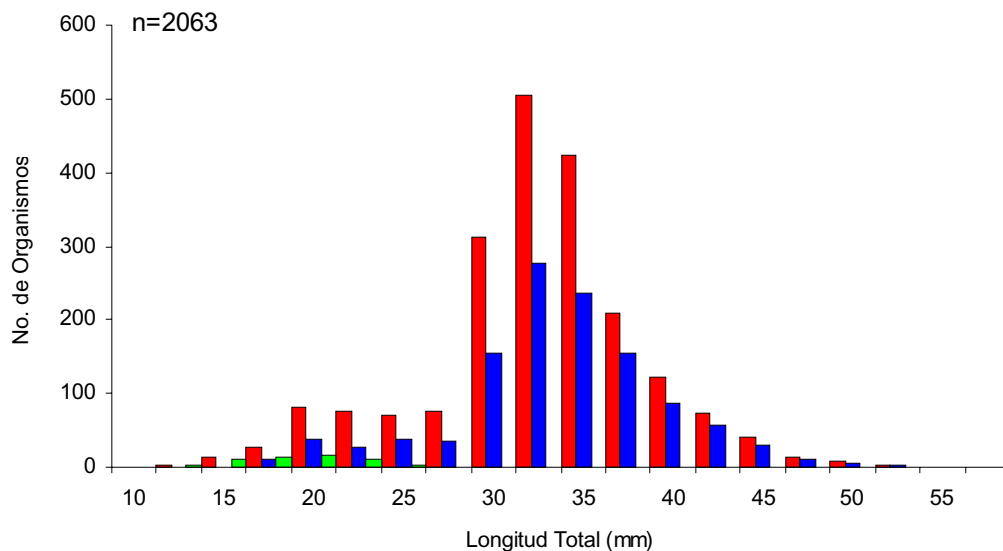


Figura 16.- Distribución de tallas (mm) de *C. m. macularius* para la Localidad 1 en la Región de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

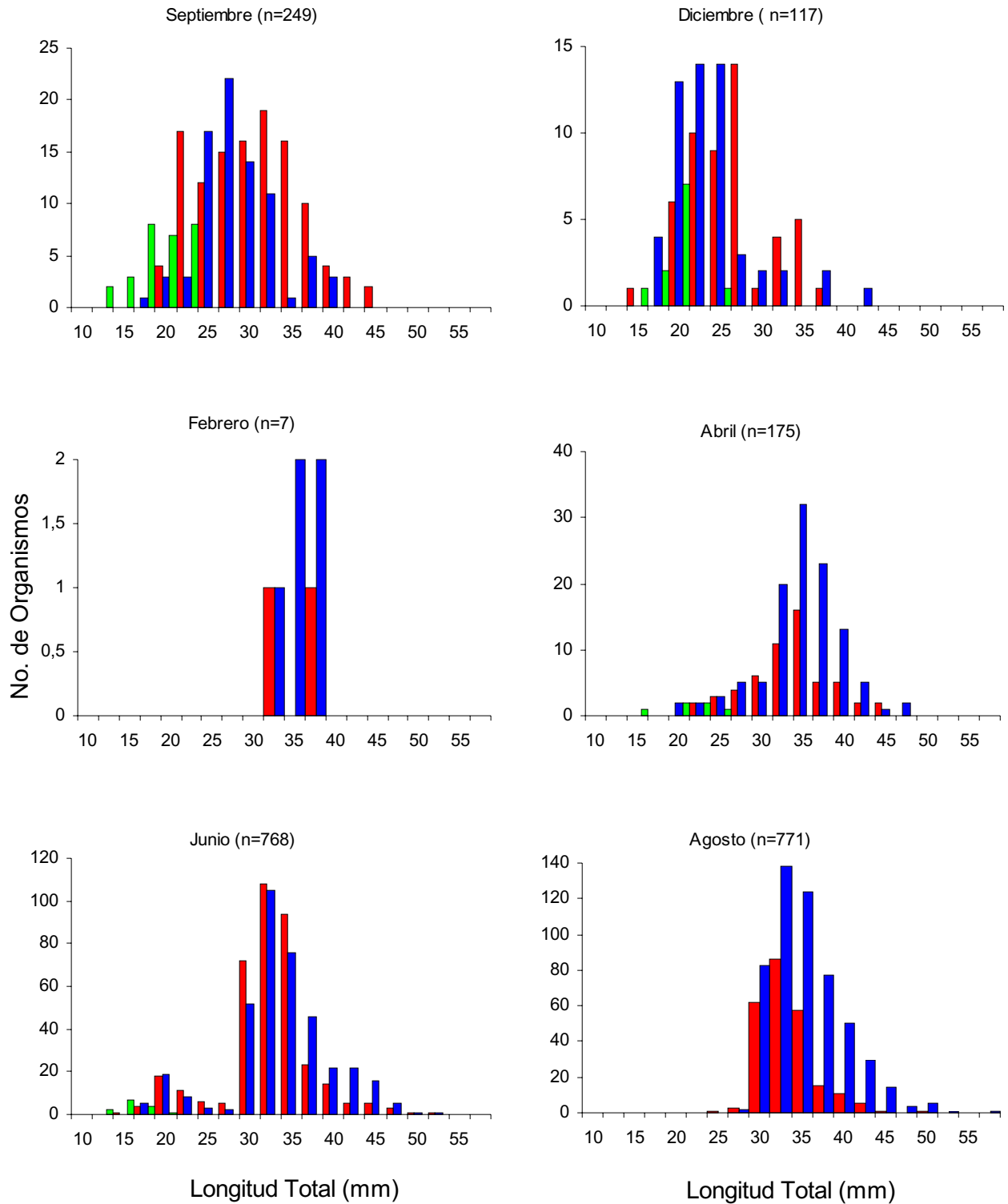


Figura 17.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *C. m. macularius* para la Localidad 1 en la Región de Cerro Prieto de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juvéniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

La localidad 1 presentó la mayor amplitud de tallas observadas en la población al igual que el mayor número de especímenes capturados. Se establece que la estructura de la población está mejor representada en esta localidad que en el resto de las localidades estudiadas, lo que indica una estructura estable de edades. Además en esta misma localidad se registró la talla mínima y máxima, y se observó constantemente machos activos con coloración reproductiva (azul metálico) y la presencia de juveniles a lo largo del año. A diferencia de lo considerado por Hendrickson y Varela-Romero (1989), el hábitat resultó ser evidentemente complejo y capaz de soportar una población numerosa.

De esta manera, esta localidad representa la mejor oportunidad de manejo y conservación de la especie fuera del territorio de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Esta condición es favorecida por el aislamiento del sitio, restricción del acceso (por encontrarse en terrenos de la CFE), por tener la población del pez cachorrillo del desierto una estructura estable de edades, y por las condiciones particulares del hábitat. Sin embargo, la estrategia de manejo de conservación de esta población deberá tomar muy en cuenta la presumible presencia del Selenio en el agua de este sistema. Young (1993) ha reportado al Selenio como un contaminante riesgoso para algunos peces nativos de la Cuenca del Río Colorado en los Estados Unidos de América. Altas concentraciones de Selenio son conocidas a causar deformaciones de embriones y problemas reproductivos en el charal del Colorado (*Ptychocheilus lucius*) y el matalote jorobado (*Xyrauchen texanus*), respectivamente. Adicionalmente se reportan efectos sobre aves acuáticas a nivel de embriones anaoftalmos y presencia anormal de patas cortas y pies deformados.

3.4.1.2. Región del Canal Welton-Mohawk (Localidad 3).

En las zonas de inundación adyacentes al Canal Welton-Mohawk, se analizaron un total de 520 especímenes de *C. m. macularius*, mostrando un intervalo general de tallas de 11.3 a 46.5 mm LT ($X=31.33 \pm 7.74$), siendo la talla promedio más frecuente la de 32.5 mm LT (Figura 18). La distribución total de frecuencias de tallas de *C. m. macularius* mostró tres modas aparentes, presentando la primera al término de los 25 mm LT, la segunda al comienzo de los 27.5 mm LT, y la tercera de los 42.5 mm LT en adelante.(Figura 18). En los muestreos bimensuales únicamente se recolectaron tallas pequeñas (juveniles) en los meses de diciembre y febrero. En febrero y abril se registraron las mayores abundancias, utilizando chinchorro y trampas, respectivamente. Tallas mayores a los 40 mm LT se encontraron exclusivamente en

abril (Figura 19). La proporción de machos y hembras observada durante la mayoría de los meses de muestreo fue 1:1, con excepción la de abril que registró 1:3.26. En la localidad 3, la razón de sexos observada fue de 1:2.57.

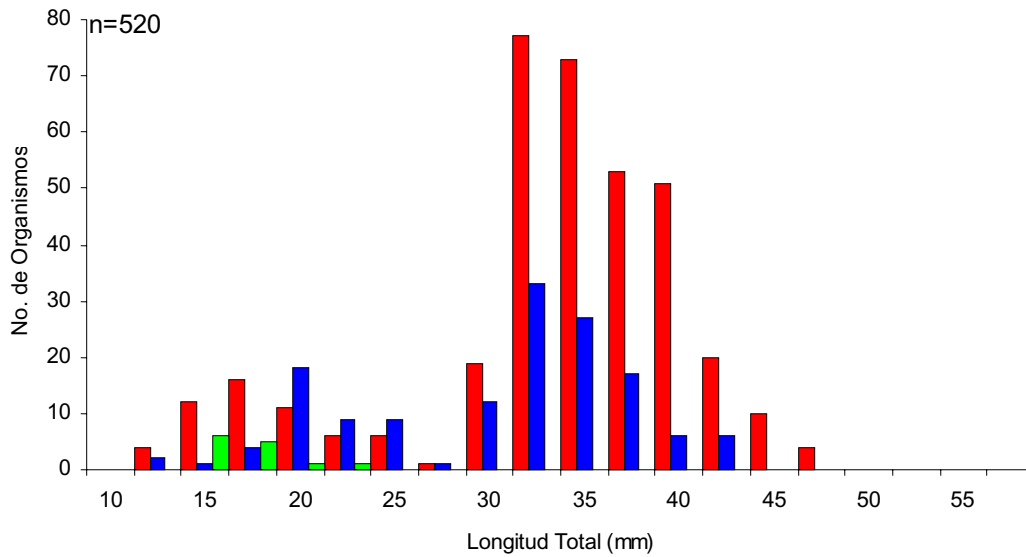


Figura 18.- Distribución de tallas (mm) de *C. m. macularius* para la Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara) de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

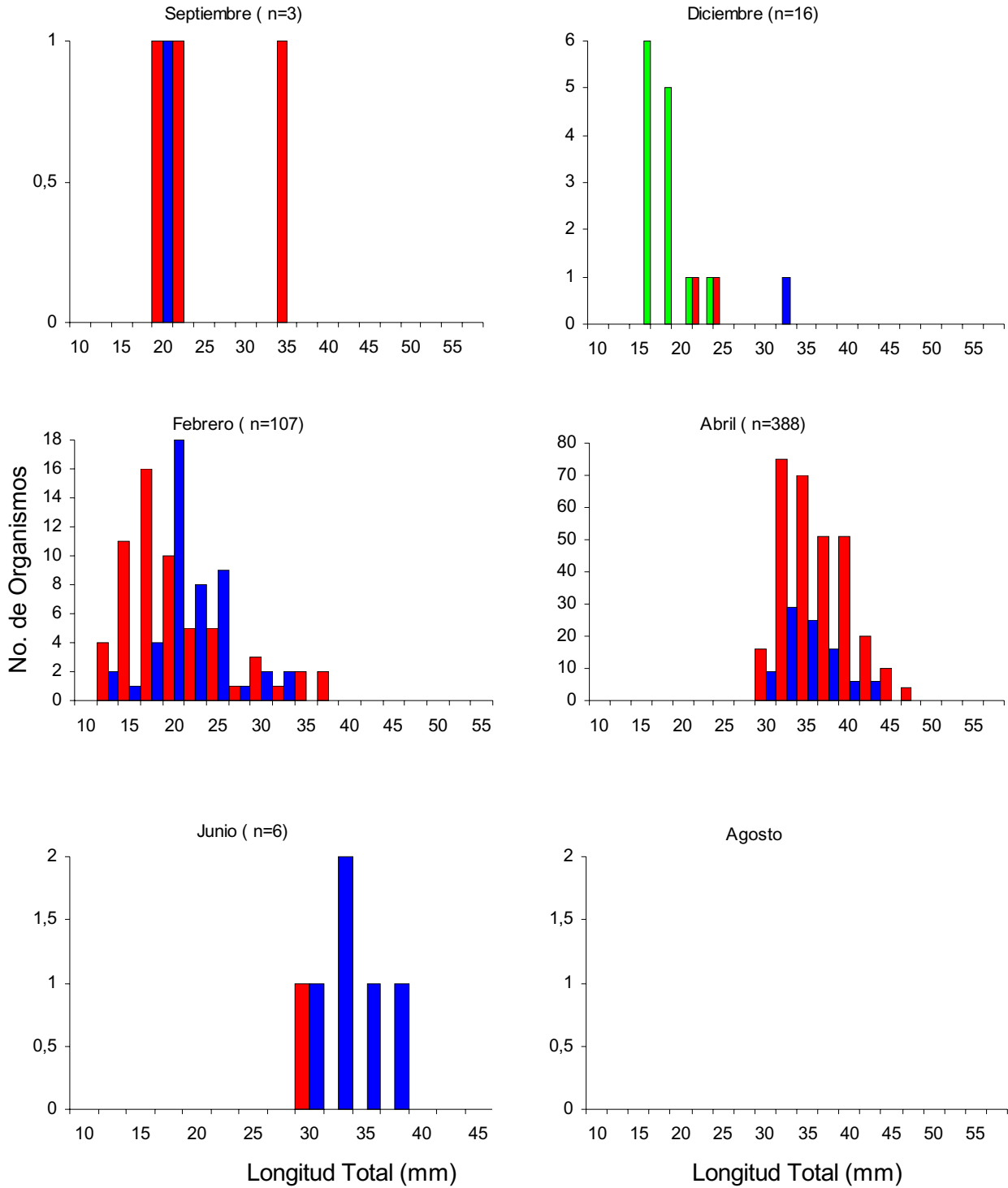


Figura 19.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *C. m. macularius* para la Localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara) de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juvéniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

Esta localidad fue la tercera en abundancia registrada para la subespecie durante el estudio. En el muestreo de agosto se registró una desecación completa del humedal y no se encontraron sitios adyacentes para realizar el muestreo. A pesar de que la localidad ha sido reportada completamente seca en épocas anteriores (Abarca *et al.*, 1993; Zengel y Glenn, 1996), se siguen registrando importantes números de especímenes de esta subespecie de manera estacional. Aparentemente, existen otros sitios de inundación en la Ciénega de Santa Clara, donde posiblemente la subespecie se refugia y desde allí se dispersa cuando las condiciones ecológicas son propicias. Zengel *et al.* (1995) señalaron la posible existencia de diversas áreas con vegetación activa y agua superficial somera durante los períodos de secas, las cuales proveen un refugio para el pez cachorrito en la Ciénega de Santa Clara.

Esta localidad representa un hábitat marginal de inundación de la Ciénega de Santa Clara donde el pez cachorrito del desierto puede permanecer durante casi todo el año y con una estructura poblacional estable, como lo muestran la existencia de juveniles durante diciembre y febrero, como también la actividad reproductiva que es denotada por la coloración nupcial de los machos durante abril y junio. Sin embargo, las prácticas de racionalización de agua a través del canal y el dragado en su área de descarga durante esta época del año, propician la desecación de estos importantes humedales periféricos de la Ciénega de Santa Clara. Prácticas adecuadas de manejo del humedal, no sólo en la cantidad de agua vertida, deberán ser consideradas para propiciar la permanencia y conectividad de los hábitats del pez cachorrito del desierto en la cuenca del Bajo Río Colorado.

3.4.1.3. Región de las Ciénegas El Doctor (Localidad 4).

En las Ciénegas El Doctor se analizó un total de 117 ejemplares de *Cyprinodon macularius macularius*, mostrando un intervalo general de tallas entre 15 y 46.5 mm LT ($X=30.77 \pm 6.47$), además de una talla dominante de 34.5 mm LT (Figura 20). La distribución total de frecuencias de tallas de *C. m. macularius* mostró tres modas aparentes, presentando la primera al término de los 25 mm LT, la segunda denotada al comienzo de los 27.5 mm LT y, la tercera, de los 42.5 mm LT en adelante.(Figura 20). En la mayoría de los muestreos bimestrales no se recolectaron tallas pequeñas (juveniles), excepto en septiembre, donde 4 organismos < 20 mm LT fueron capturados. Tallas mayores a los 40 mm LT estuvieron presentes únicamente en abril (Figura 21). La proporción de machos y hembras encontrados durante todo el período de muestreo fue 1.10:1, y es por tanto, \varnothing :1.

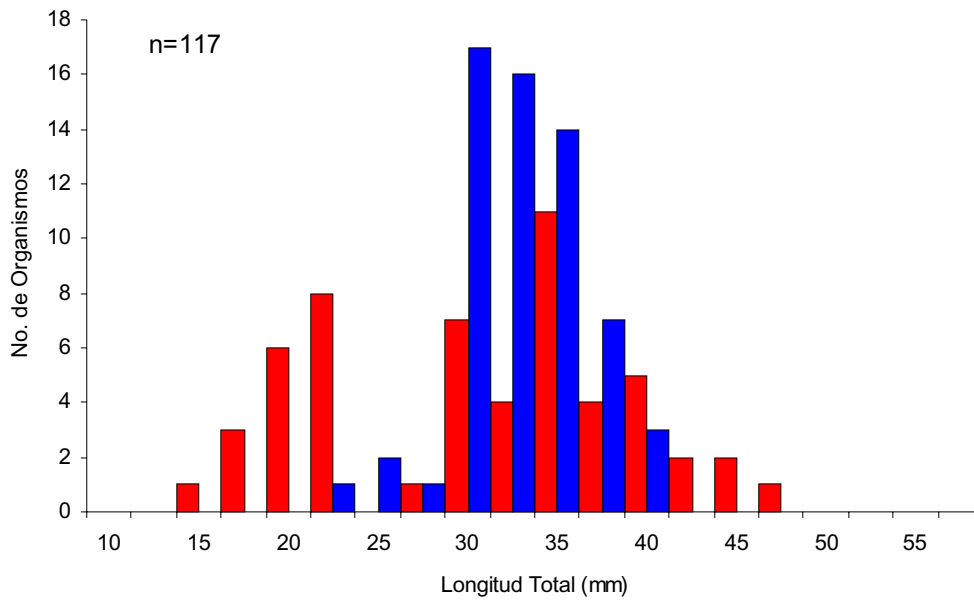


Figura 20.- Distribución de tallas (mm) de *C. m. macularius* para la Localidad 4 en la Región de las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

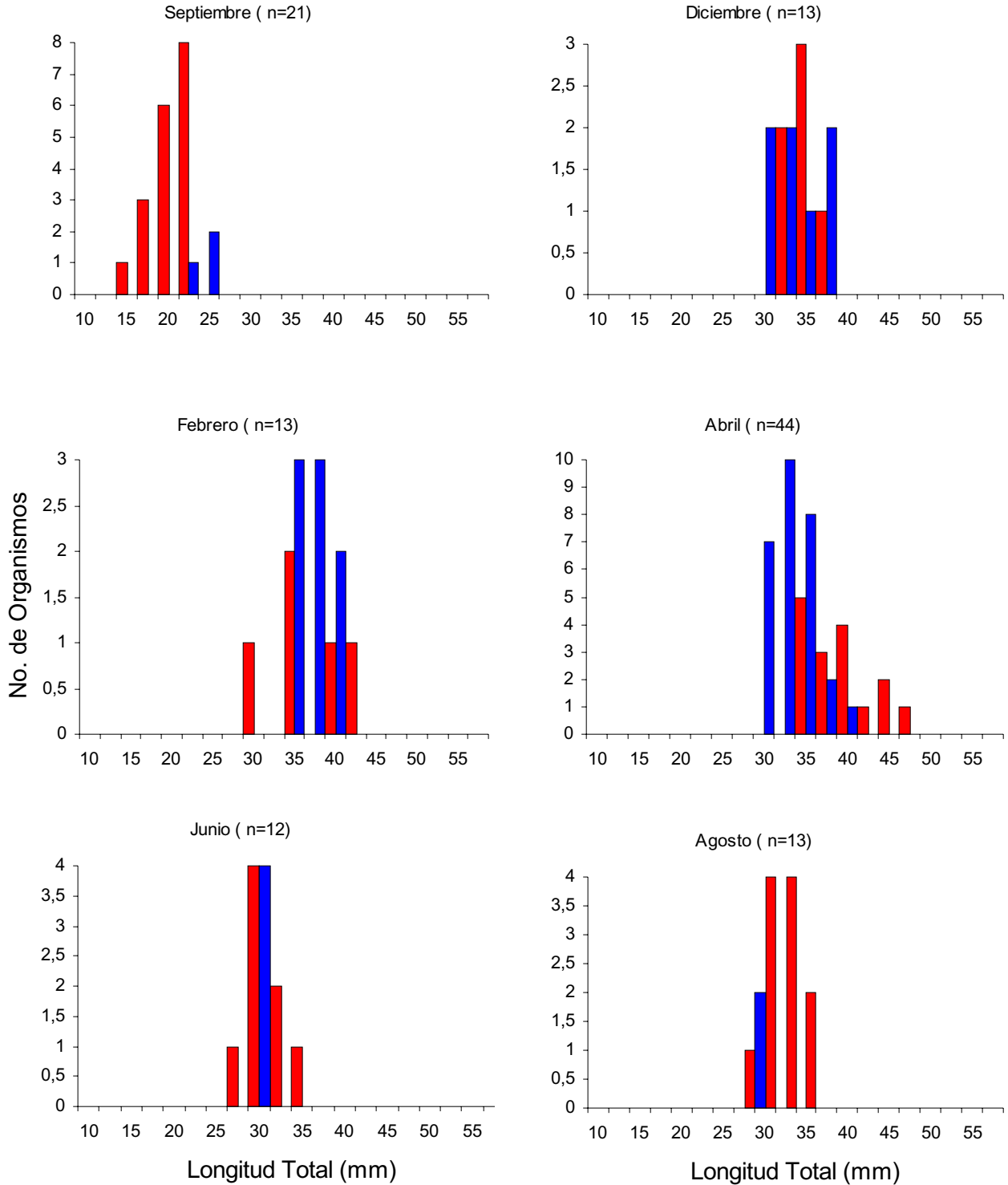


Figura 21.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *C. m. macularius* para la Localidad 4 en la Región de las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

Esta localidad registró la menor abundancia de especímenes del pez cachorrillo del desierto, la cual estuvo representada en su mayoría por adultos. Solamente cuatro juveniles fueron recolectados. Los adultos fueron detectados en charcas semiaisladas y en simpatria con especies exóticas. La porción del humedal muestreado exhibió una significativa invasión por vegetación de tular durante el período de estudio, detectándose individuos solamente en los sitios abiertos y desprovistos de tular. Hendrickson y Varela-Romero (1989) mencionan que en esta zona de muestreo (localidades 6 y 8 en su trabajo), el pez cachorrillo del desierto fue relativamente más abundante y asumieron un área potencial de distribución de alrededor de 10 km lineales. La menor abundancia registrada en el presente estudio puede ser atribuida principalmente a la amplia variación en abundancia que “normalmente” exhiben las poblaciones del pez cachorrillo del desierto (Hendrickson y Varela-Romero, 1989). Sin embargo, es importante señalar que en esta localidad se registraron otros factores detrimentales de la abundancia y hábitat del pez cachorrillo, tales como la presencia de especies exóticas, fluctuaciones marcadas en la disponibilidad de agua, pastoreo de la vegetación ribereña y compactación del suelo del humedal por efecto del ganado, entre otros.

Para esta localidad se plantea la necesidad de recurrir a la erradicación de peces exóticos para propiciar la mayor disponibilidad de hábitat para el pez cachorrillo, prohibir el uso de los biotopos ribereños para las prácticas de pastoreo por el ganado, y evaluar la capacidad de recuperación de la población de acuerdo a las fluctuaciones estacionales de los niveles de agua en el humedal.

3.4.1.4. Región del Ejido La flor del Desierto (Localidad 6).

En La Flor del Desierto se analizó un total de 664 ejemplares de *Cyprinodon macularius macularius*, presentando un intervalo general de tallas de 16.3 a 50.0 mm LT ($X=33.42 \pm 4.61$) y una talla dominante de 34.5 mm LT (Figura 22). La distribución total de frecuencias en las tallas de *C. m. macularius* mostró tres grupos modales, presentando e; primero al término de los 25 mm LT, el segundo al comienzo de los 27.5 mm LT y, el tercero, de los 42.5 mm LT en adelante (Figura 22). Solamente se recolectaron tallas pequeñas (juveniles) en diciembre, debido a que se utilizó por única vez el chinchorro. En el resto de las recolectas bimensuales existió un sesgo sistemático en el muestreo debido al uso exclusivo de trampas. Tallas mayores a los 40 mm LT estuvieron casi siempre presentes, exceptuando febrero (Figura 23). La proporción de machos y hembras encontrados durante los muestreos fue \varnothing 1:1, con excepción de junio donde fue de

1:3.26. A nivel global (todos los muestreos combinados) la razón de sexos fue de 1:2.40. La localidad de Flor del Desierto ocupó el segundo lugar en abundancia del pez cachorrito dentro del área de estudio.

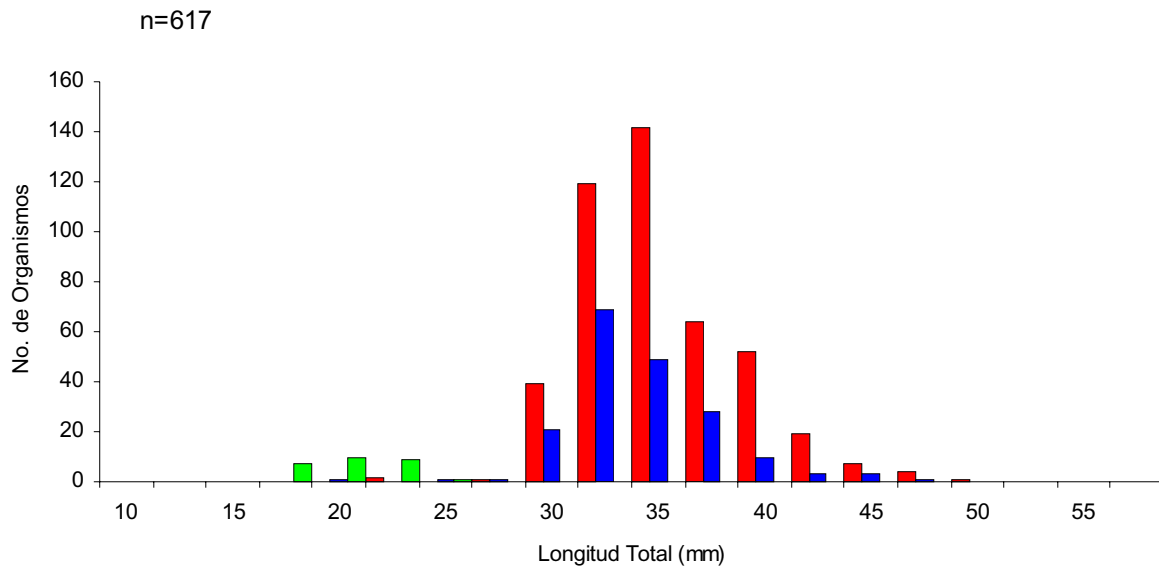


Figura 22.- Distribución de tallas (mm) de *C. m. macularius* para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

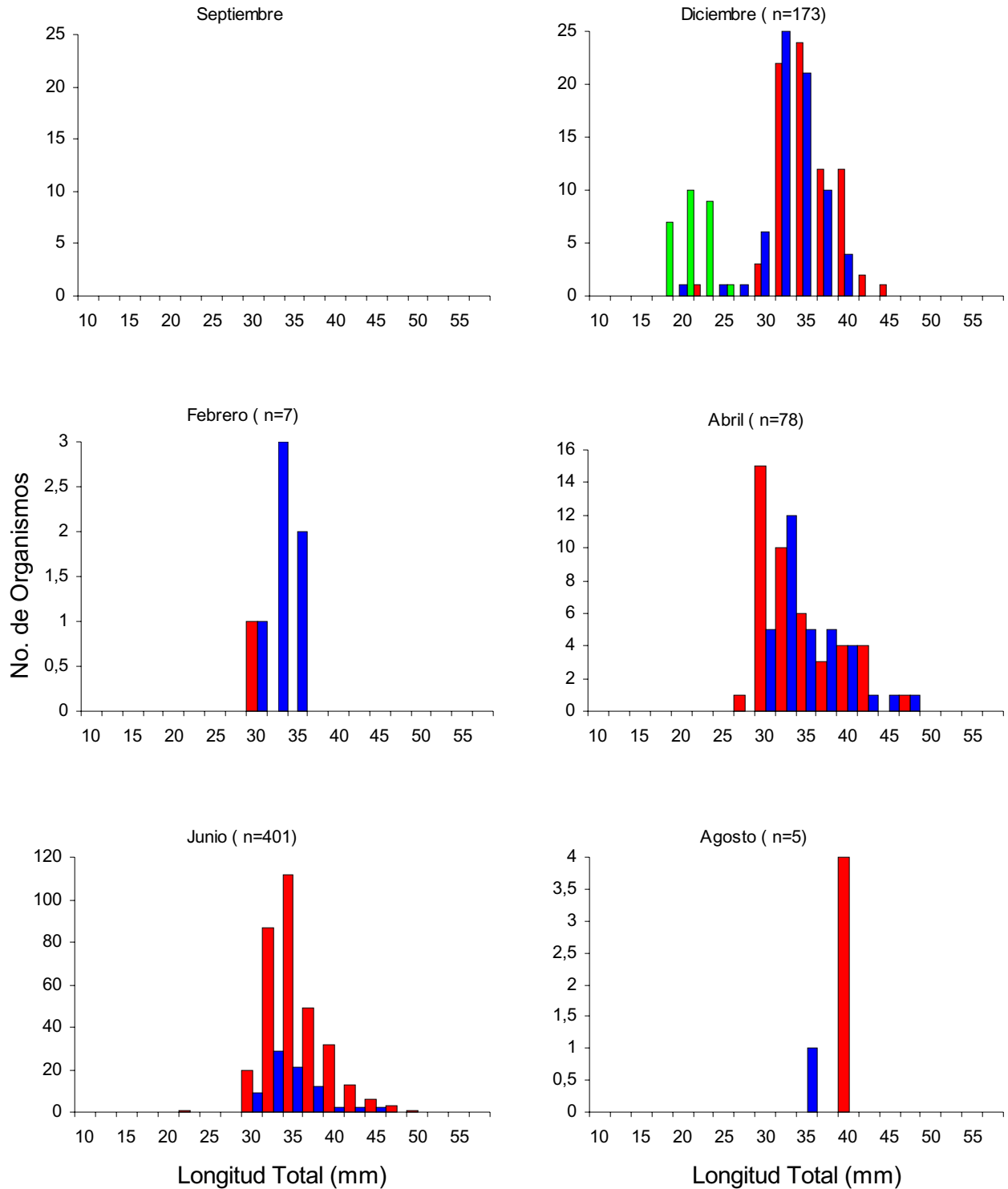


Figura 23.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *C. m. macularius* para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juvéniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

Durante septiembre, esta localidad no fue muestreada, por lo que la distribución de frecuencias se observó un poco dispar con relación al patrón general observado. Esta localidad representa un hábitat marginal de inundación de la Ciénega de Santa Clara donde el pez cachorrito del desierto puede permanecer durante todo el año con una estructura poblacional estable, tal como lo indica la existencia de juveniles durante los meses de diciembre y febrero, así como la presencia de machos con coloración nupcial durante la mayor parte del año. Posiblemente, ésta área de la Ciénega de Santa Clara funciona como hábitat de refugio para la subespecie durante períodos de bajo nivel del agua, y desde allí dispersarse de nuevo hacia los sitios marginales de ocupación cuando el nivel de inundación lo permita. El área de muestreo se caracterizó por tener en sus alrededores un amplia zona de inundación somera con influencia de aguas salobres susceptibles de ser utilizadas por el pez cachorrito del desierto.

A pesar de considerarse un sitio donde no se había reportado previamente la presencia del pez cachorrito del desierto, el área de inundación de la Ciénega de Santa Clara cercana al Ejido La Flor del Desierto, representa un hábitat muy importante para el manejo de la subespecie dentro de la Ciénega. Este lugar representa un recinto de dispersión del pez cachorrito hacia otros sitios marginales de la ciénega. La identificación del área de influencia de la población del pez cachorrito del desierto es fundamental para dirigir esfuerzos de mantenimiento de la zona de inundación somera como área de dispersión. Asimismo, el establecimiento de prácticas de erradicación de especies exóticas como peces y el acocíl (*Procambarus clarki*) serán necesarias para garantizar la permanencia de la población nativa del pez cachorrito.

3.4.1.5. Relación longitud-peso.

La relación del peso en función de la longitud para el total de especímenes de *Cyprinodon m. macularius* capturados (n= 3,363) durante el ciclo anual de muestreo, fue calculada por la ecuación de potencia $W = a L^b$, y expresada en la siguiente ecuación:

$$W = 6.85 \times 10^{-6} L^{3.30} \text{ (cf. Figura 24).}$$

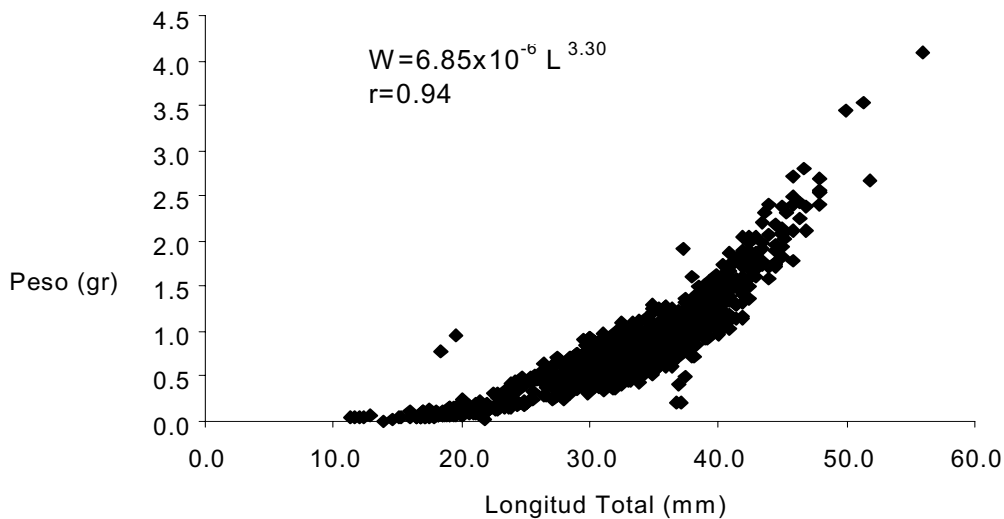


Figura 24.- Relación peso-longitud de *C. m. macularius* para cuatro localidades de captura en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. N=3,336.

3.4.2. Gobio (*Gillichthys mirabilis*)

En la zona de muestreo se analizaron un total de 63 organismos del gobio *Gillichthys mirabilis* que exhibió un intervalo general de tallas de 44.5 a 110.5 mm LT ($X=73.79 \pm 12.97$). La talla más frecuente correspondió a organismos de 84.5 mm LT (Figura 25). La distribución total de frecuencias de tallas de *G. mirabilis* mostró solo una clase de talla. La edad y el sexo no se incluyen en el apéndice II debido al escaso número de ejemplares y a la falta de dimorfismo sexual.

Los góbidos estuvieron presentes únicamente en la localidad 6 (Flor del Desierto) durante los meses de abril, junio y agosto. Las tallas más pequeñas (44.5 mm LT) correspondieron a junio y las mayores (110.5 mm LT) a agosto.

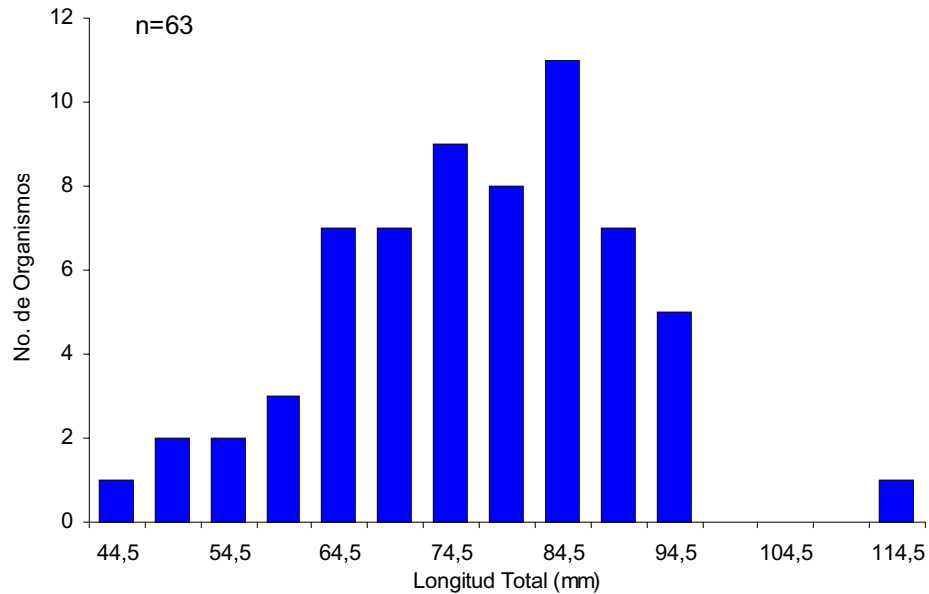


Figura 25.- Distribución de tallas (mm) del Gobi Gillichthys mirabilis para la Localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Abril a Agosto de 1997.

3.4.3. Molly de vela (*Poecilia latipinna*)

En la zona de muestreo para las localidades 2, 3, 4, 5 y 6 se analizó un total de 895 ejemplares de molly de vela (*P. latipinna*), el cual exhibió un intervalo general de tallas de 12.5 a 75 mm LT ($X=40.02 \pm 0.364$) y una talla dominante de 40 mm LT (Figura 26). La distribución total de frecuencias de tallas de *P. latipinna* mostró cuatro modas aparentes, presentando la primera al término de los 28 mm LT, la segunda denotada en el traslape de los 28 mm LT, la tercera al comienzo de los 53 mm LT y la cuarta moda al comienzo del intervalo de los 63 mm LT en adelante.(Figura 26). La escasa representación de juveniles en los muestreos se debió al sesgo asociado con la selectividad de captura con trampas y chinchorro. Los tamaños de luz de malla utilizados en ambos artes de captura fueron relativamente grandes para permitir la captura de juveniles recientes.

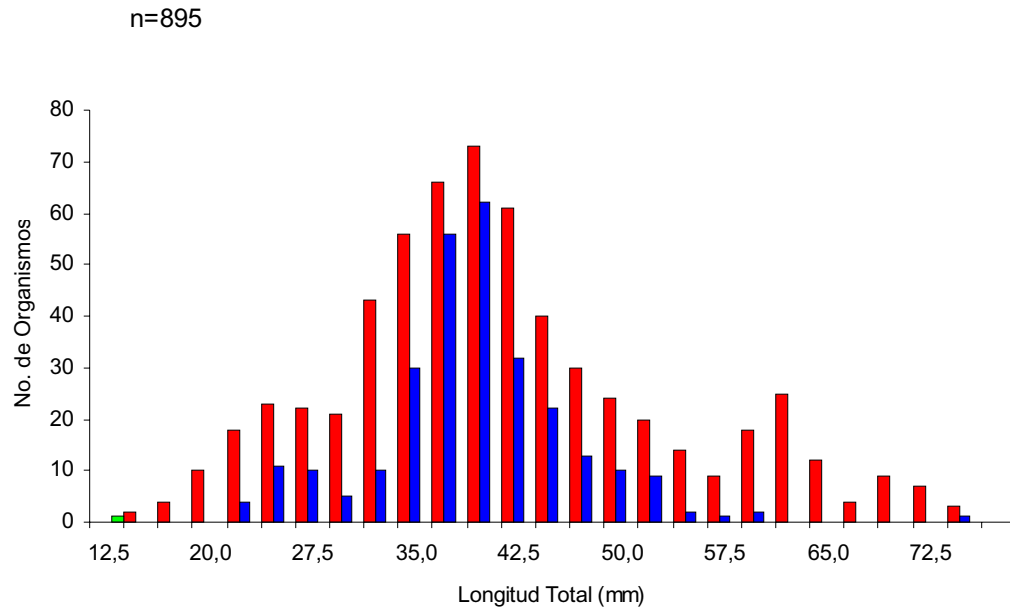


Figura 26.- Distribución de tallas (mm) de *P. latipinna* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

Por su parte, las tallas mayores de 50 mm LT estuvieron presentes en todos los meses muestreados, y particularmente en septiembre, junio y agosto se registraron las tallas más grandes (75 mm LT) (Figura 27). La proporción de machos y hembras encontrados en los meses de muestreo fue 1:Ø1.5, con la excepción de diciembre que fue de 1:4.74. En todo el muestreo (todos los meses combinados) la proporción sexual de macho:hembra fue de 1:2.2.

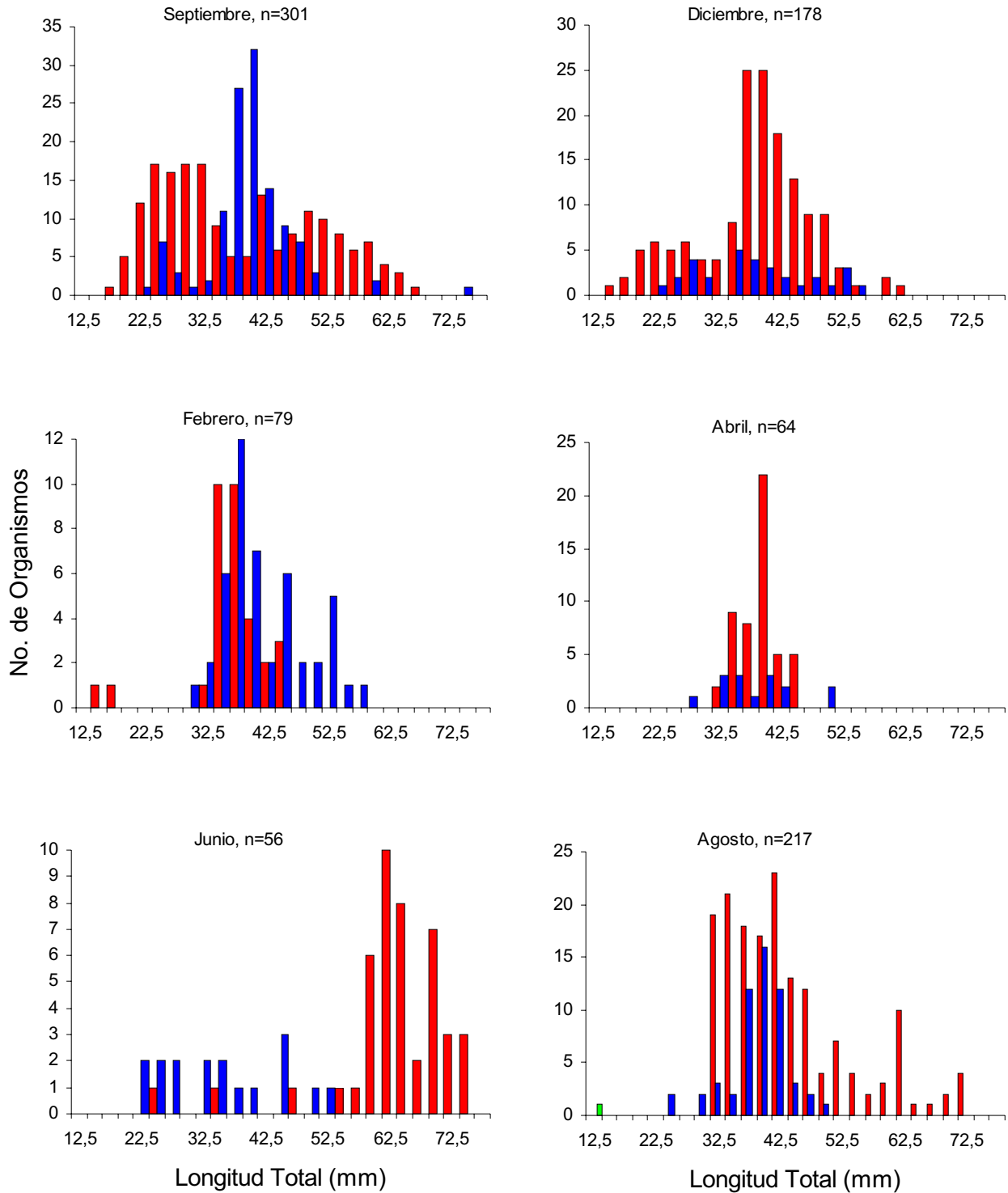


Figura 27.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *P. latipinna*, en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juvéniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.3.1. Esgurrimientos al Sur de Cerro Prieto (localidad 2).

En los escurrimientos al sur de Cerro Prieto (Localidad 2) se analizó un total de 173 organismos de *P. latipinna* mostrando un intervalo general de tallas de 27.5 a 72.5 mm LT ($X=46.54 \pm 11.77$) y una talla dominante de 37.5 mm LT (Figura 28) La distribución total de frecuencias en las tallas de *P. latipinna* mostró 3 modas aparentes, presentándose la primera al comienzo de los 32.5 mm LT y término de los 55 mm LT, la segunda se denota en el traslape de los 55 mm LT y, la tercera moda, se delimita al comienzo de los 67.5 mm LT en adelante.

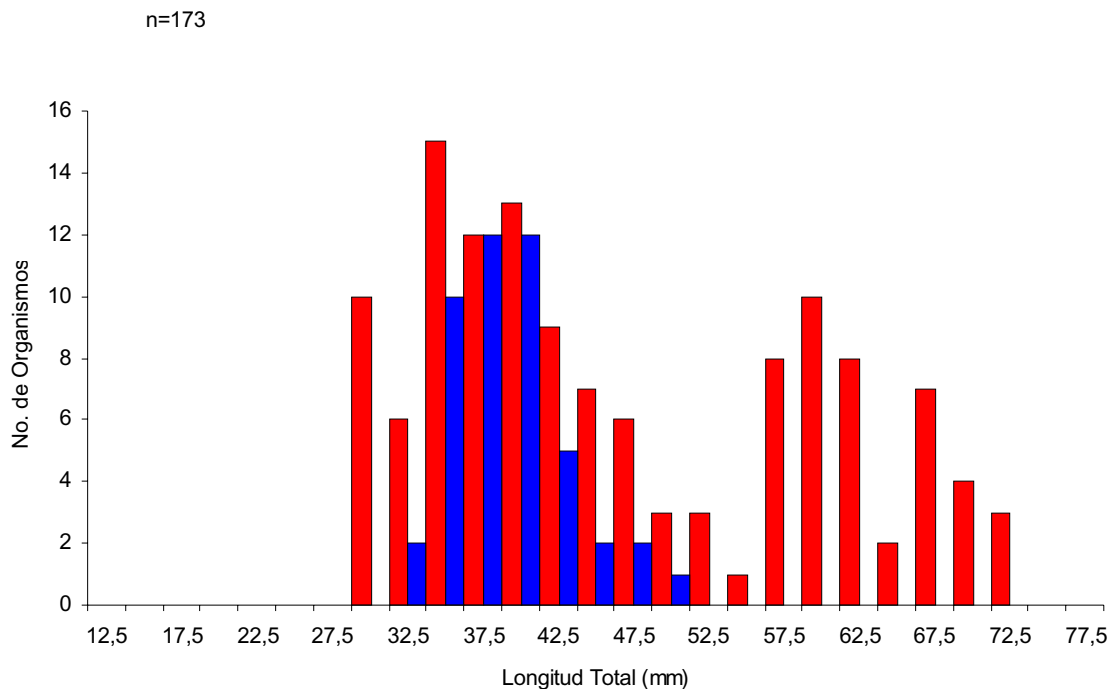


Figura 28.- Distribución de tallas (mm) de *P. latipinna* para la Localidad 2 en los escurrimientos al Sur de Cerro Prieto, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

En esta localidad, se recolectaron peces únicamente en cuatro meses de muestreo (Figura 29), siendo en su mayoría hembras. No se recolectaron tallas menores a 32.5 mm LT debido a que no se utilizó chinchorro por las condiciones fangosas del canal, utilizándose para ello solamente trampas. Tallas mayores a los 50 mm LT estuvieron presentes durante todos los muestreos bimestrales. La razón de sexos observada durante todo el año fue de 1:3.6.

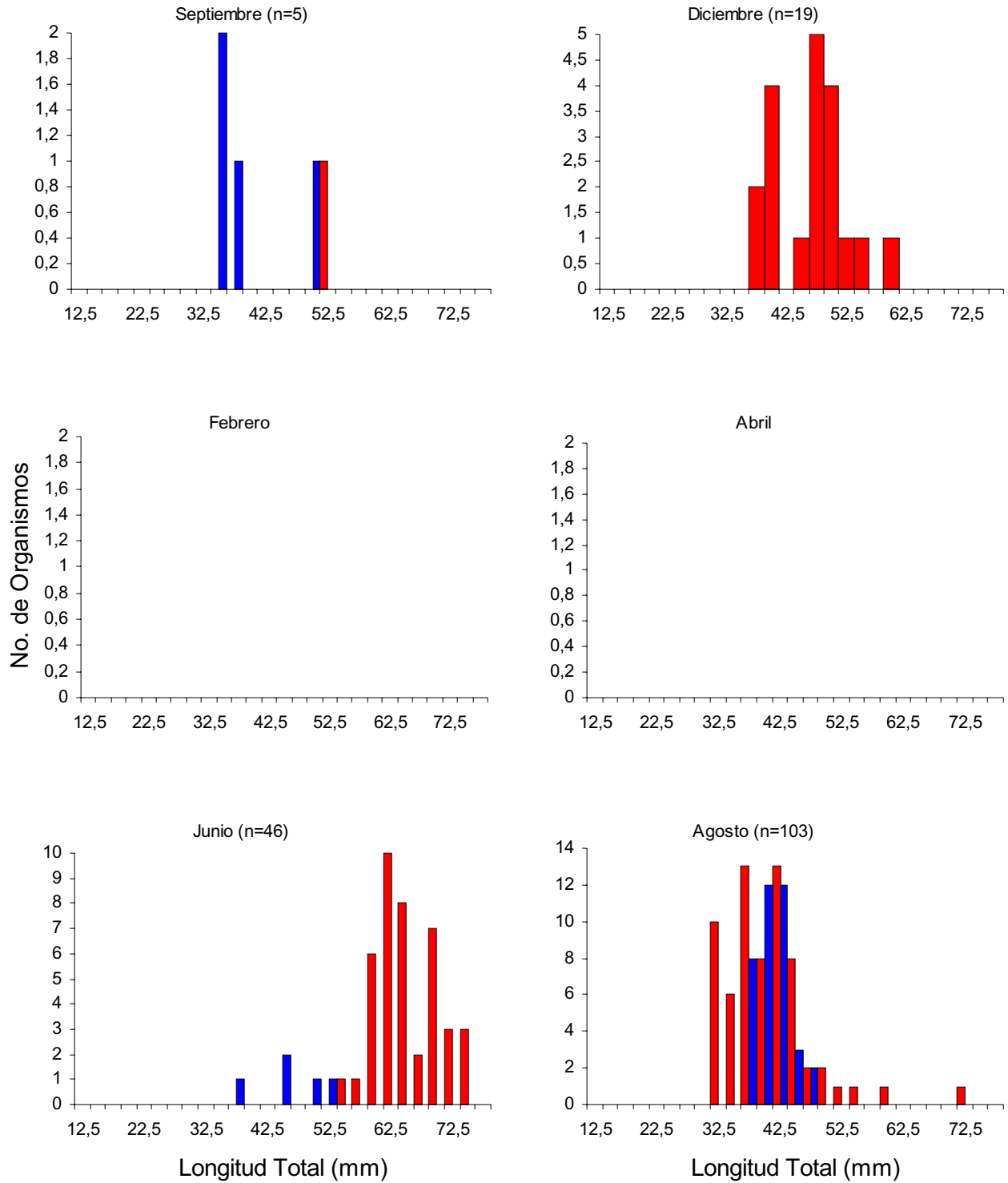


Figura 29.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *P. latipinna* para la localidad 2 en los escurrimientos al Sur de Cerro Prieto, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.3.2. Región del Canal Welton-Mohawk (Localidad 3).

En la Localidad 3 (Canal Wellton-Mohawk) se analizó un total de 262 organismos de *Poecilia latipinna*, mostrando un intervalo general de tallas de 12.5 a 75.0 mm LT ($X=41.23 \pm 9.11$) y una talla más frecuente a los 40 mm LT (Figura 30). La distribución total de frecuencias de tallas de *P. latipinna* mostró cuatro modas aparentes, presentando la primera al término de los 28 mm LT, la segunda se denota en el traslape de los 28 mm LT, la tercera al comienzo de los 53 mm LT y, la cuarta moda, desde los 65 mm LT en adelante (Figura 30).

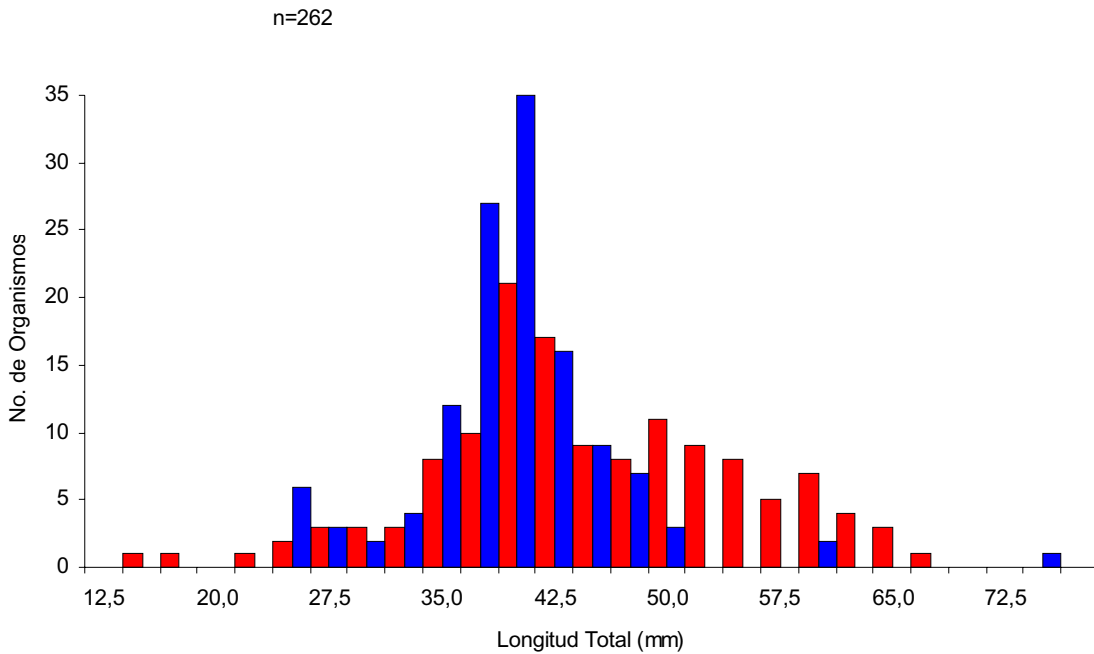


Figura 30.- Distribución de tallas (mm) de *P. latipinna* para la localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juvéniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

En esta localidad, únicamente se recolectaron peces en cuatro meses de muestreo (Figura 31). En septiembre se encontraron representadas todo el ámbito de tallas, debido al uso de chinchorro y trampas. Tallas mayores a los 52 mm LT se obtuvieron también en septiembre. La razón de machos:hembras registrada durante todo el estudio fue $\approx 1.3:3$.

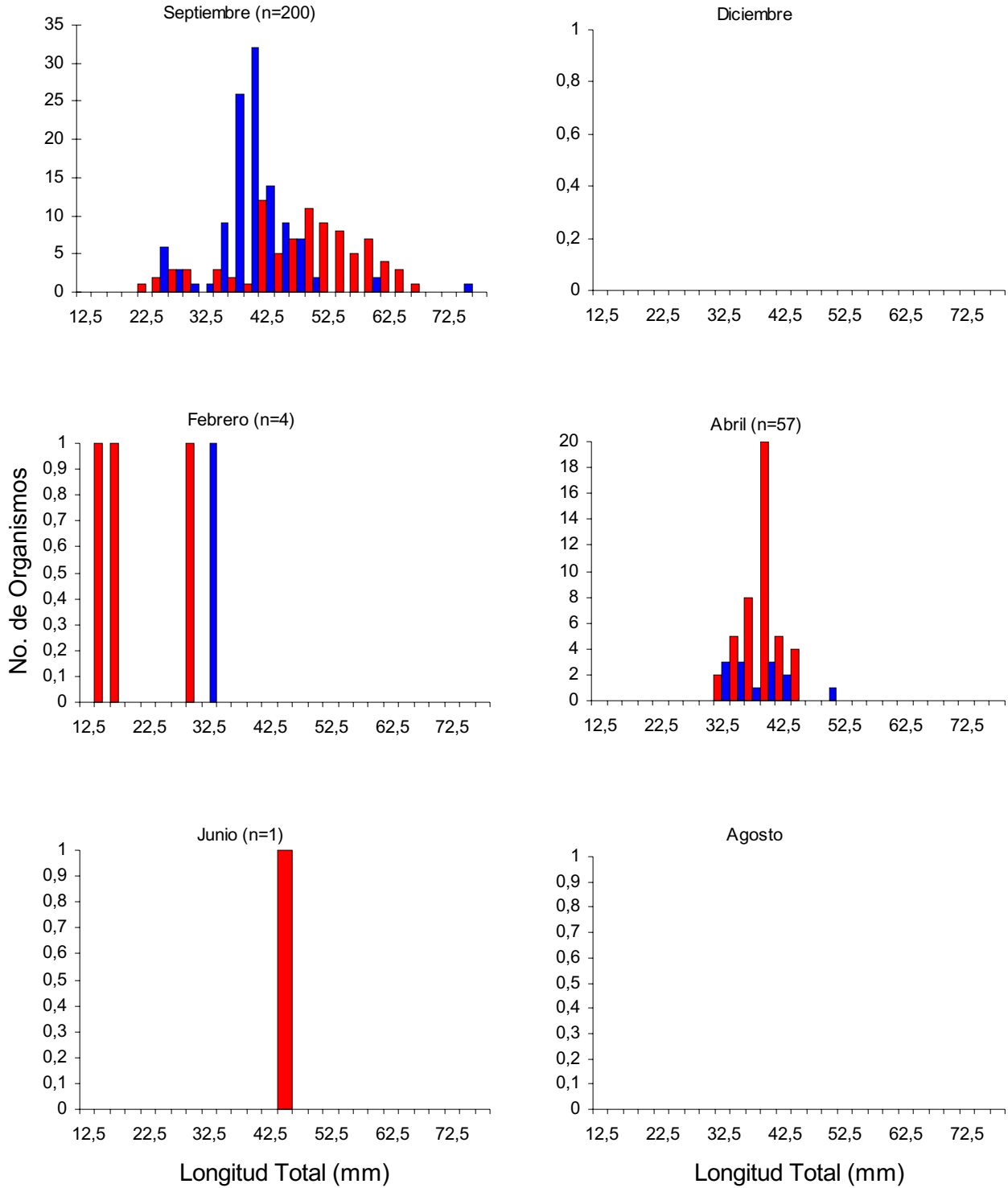


Figura 31.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *P. latipinna* para la localidad 3 en la Región del Canal Welton-Mohawk (norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.3.3. Región de la Ciénegas El Doctor (Localidad 4).

En región de las Ciénegas El Doctor (Localidad 4) se revisó un total de 110 organismos de *Poecilia latipinna*, la cual presentó un intervalo general de tallas de 31.4 a 53.5 mm LT ($X=38.8 \pm 5.59$) y una talla dominante de 40 mm LT (Figura 32). La distribución total de frecuencias de tallas de *P. latipinna* exhibió una moda aparente, presentándose entre los 30 y 53 mm LT. La presencia de pocos individuos después de los 53 mm posiblemente corresponden a la siguiente clase de edad.

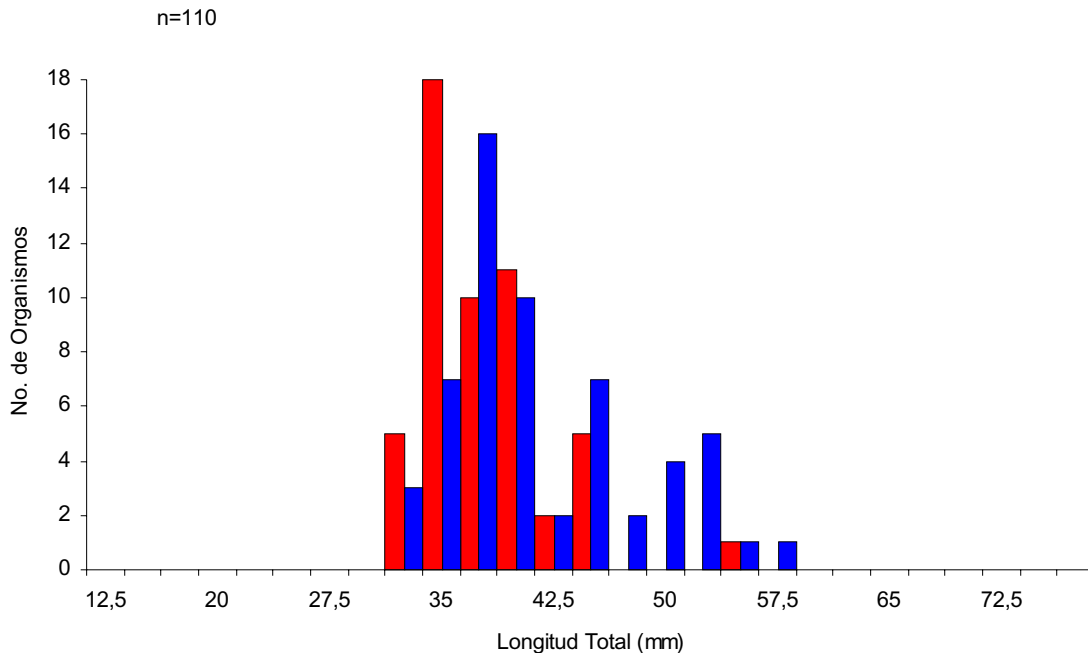


Figura 32.- Distribución de tallas (mm) de *P. latipinna* para la localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

En esta localidad, se recolectaron peces en todos los meses de muestreo (con al menos un organismo). Se utilizó para ello solamente trampas (Figura 33). La recolecta mejor representada ocurrió en febrero. La razón de sexos (machos:hembras) durante todo el estudio fue de 1:1.

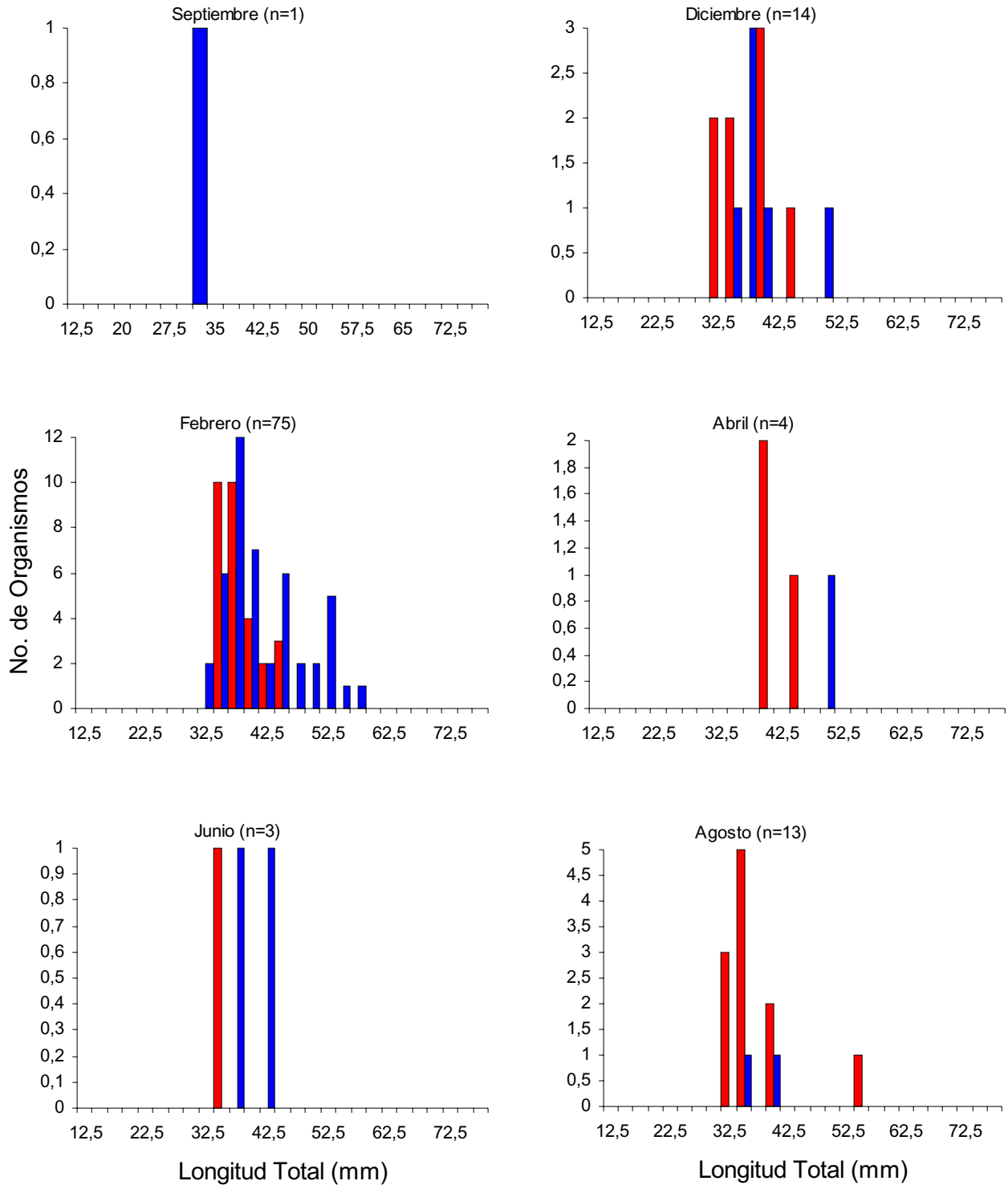


Figura 33.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *P. latipinna* para la localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juvéniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.3.4. Región Norte de la Ciénega de Santa Clara (Localidad 5).

En la Localidad 5 (Campo de Cazadores) se analizó un total de 110 organismos de *Poecilia latipinna*, mostrando un intervalo general de tallas de 12 a 57 mm LT ($X=28.28 \pm 6.72$) y una talla dominante de 32.5 mm LT (Figura 34). La distribución total de frecuencias de tallas de *P. latipinna* presentó tres modas aparentes, la primera al término de los 28 mm LT, la segunda denotada en el traslape de los 28 mm LT, y la tercer moda, al comienzo de los 52.5 mm LT en adelante (Figura 34).

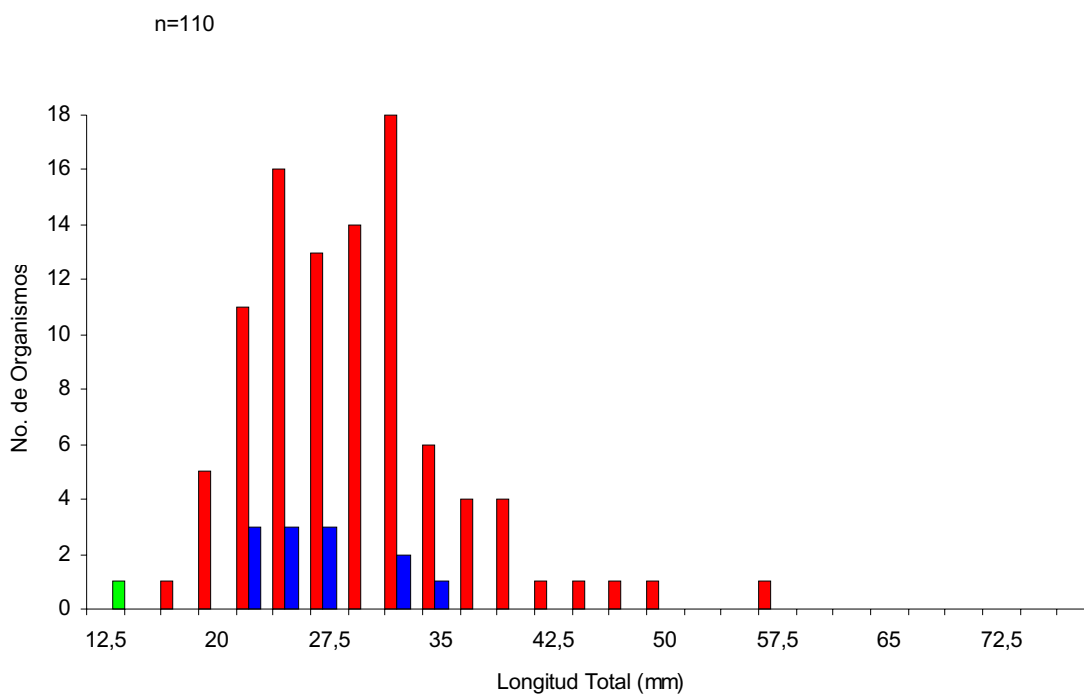


Figura 34.- Distribución de tallas (mm) de *P. latipinna* para la Localidad 5 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

En esta localidad, únicamente se recolectaron peces en cinco meses de muestreo (Figura 35). En septiembre se encontró representado todo el ámbito de tallas, debido al uso combinado de chinchorro y trampas. Tallas mayores a 50 mm LT se obtuvieron igualmente en septiembre. En esta localidad existe una predominancia de hembras, obteniéndose una razón machos:hembras de 1:12.8.

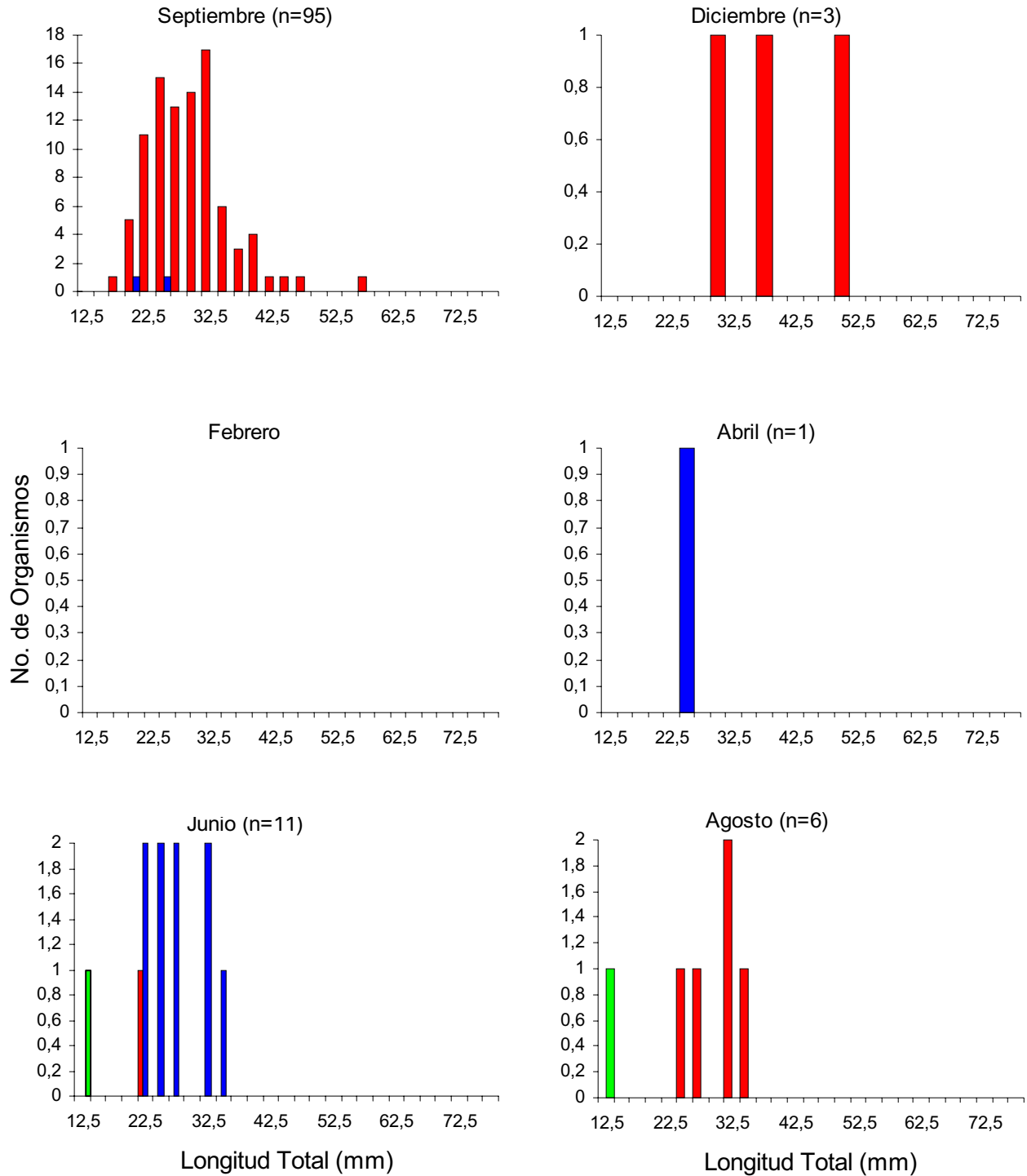


Figura 35.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *P. latipinna* para la Localidad 5 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juvéniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.3.5. Región del Ejido La flor del Desierto (Localidad 6).

En la Localidad 6 (La Flor) se analizó un total de 240 organismos de *Poecilia latipinna*, exhibiendo un intervalo general de tallas de 13.2 a 72 mm LT ($X=39.93 \pm 11.06$) y dos tallas más frecuentes de 37.5 y 42.5 mm LT (Figura 36). La distribución total de frecuencias de tallas de *P. latipinna* mostró cuatro modas aparentes, presentando la primera al término de los 27.5 mm LT, la segunda en el término de los 52.5 mm LT, la tercera en el traslape de los 55 mm LT hasta los 65 mm LT y, la tercer moda, es denotada al comienzo de los 67.5 mm LT en adelante.

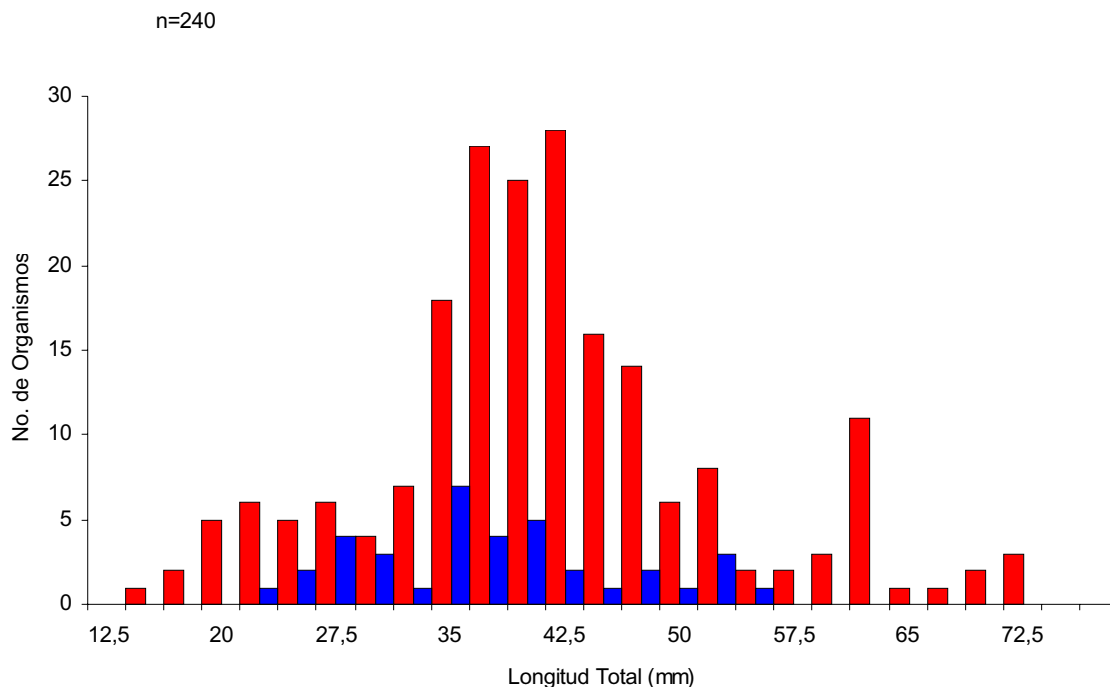


Figura 36.- Distribución de tallas (mm) de *P. latipinna* para la localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

En esta localidad, únicamente se recolectaron peces en cuatro meses de muestreo (Figura 37), siendo en su mayoría hembras. La mejor representación de tallas se registró en diciembre y agosto. Tallas mayores a los 70 mm LT solamente ocurrieron en agosto. La razón de sexos (machos:hembras) fue de 1:5.6.

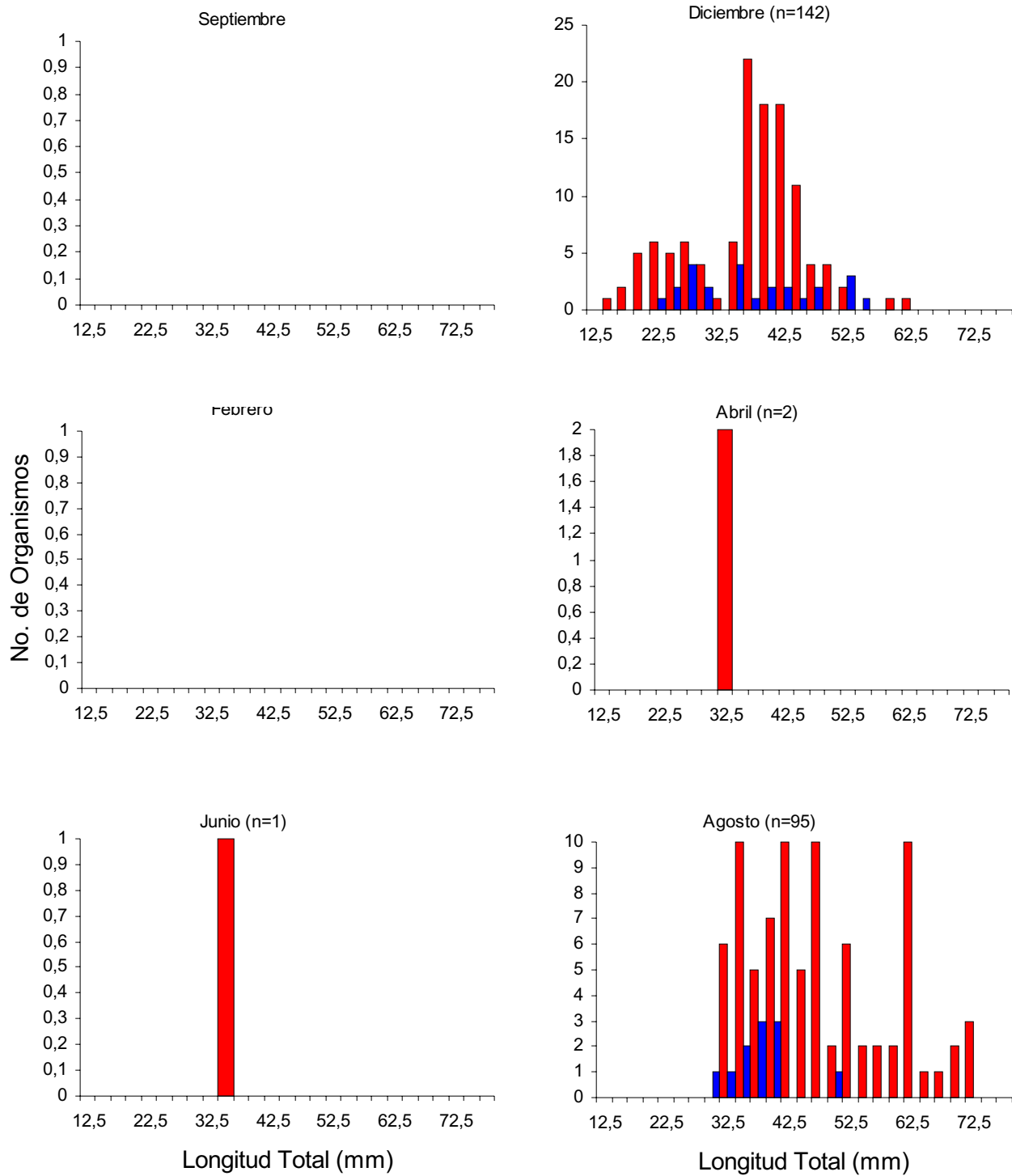


Figura 37.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *P. latipinna* para la localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.4. Mojarra africana (*Tilapia cf zilli*).

En la zona de muestreo en las localidades 2, 3, 4 y 6, se revisó un total de 583 mojarrafricanas (*Tilapia cf. zilli*), exhibiendo un intervalo general de tallas de 17.10 a 194.22 mm LT ($X=61.14 \div 18.63$). La talla más frecuente correspondió a organismos de 61 mm LT (Figura 38). La distribución total de frecuencias de tallas de *Tilapia cf. zilli* mostró dos modas aparentes, presentándose la primera al término de los 99.5 mm LT y, la segunda denotada por escasos organismos, después de los 110 mm LT.

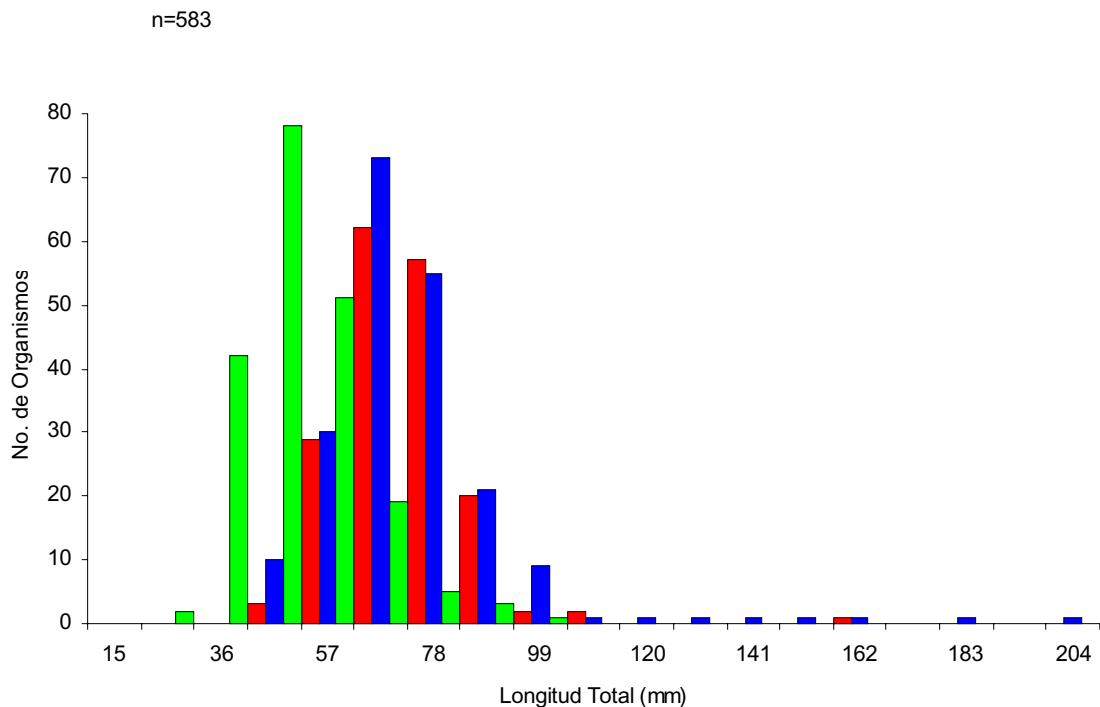


Figura 38.- Distribución de tallas (mm) de *T. zilli* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

Durante los meses de muestreo se encontraron organismos sexualmente indiferenciados (juveniles), lo cual no permitió determinar la razón de sexos (Figura 39). También las tallas menores a 100 mm LT estuvieron presentes en todos los meses muestreados, registrándose en septiembre las tallas más grandes (194.2 mm LT) (Figura 39). La proporción de machos y hembras encontrados en todo el muestreo fue de 1.2:1.

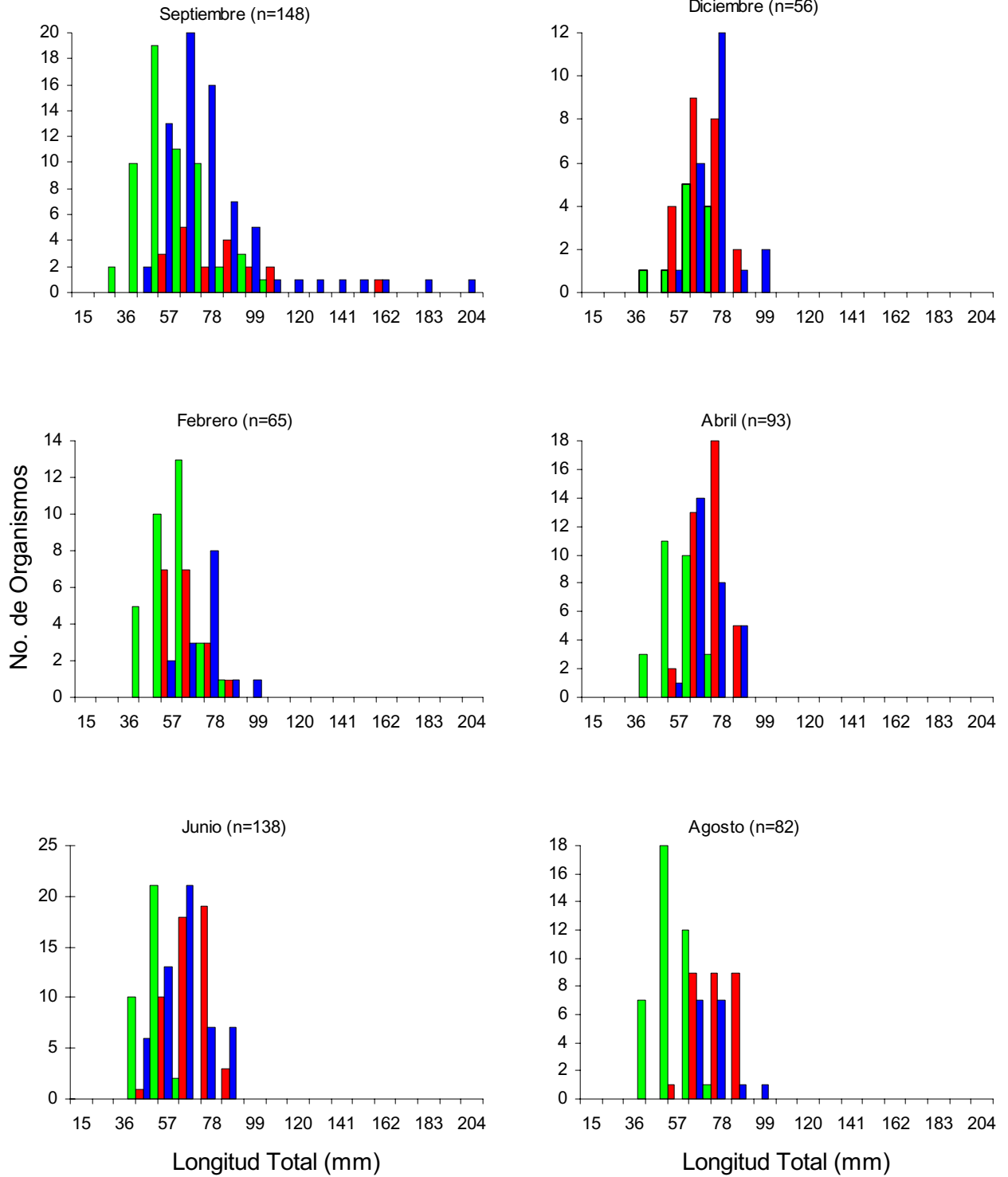


Figura 39 .- Distribución bimensual de tallas (mm) de *T. zilli* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.4.1. Región de la Ciénegas El Doctor (Localidad 4).

En las localidades 2, 3, 4 y 6 se observó la presencia de *Tilapia* cf. *zilli*, siendo la localidad 4 (El Doctor, Figura 40) la mejor representada en tallas durante todos los muestreos bimensuales (Figura 41). La mojarra africana o tilapia es una especie bastante agresiva ecológicamente debido a que desplaza a las poblaciones nativas. Esta especie posee un alto potencial reproductivo que repercute en problemas de enanismo por efecto de hacinamiento.

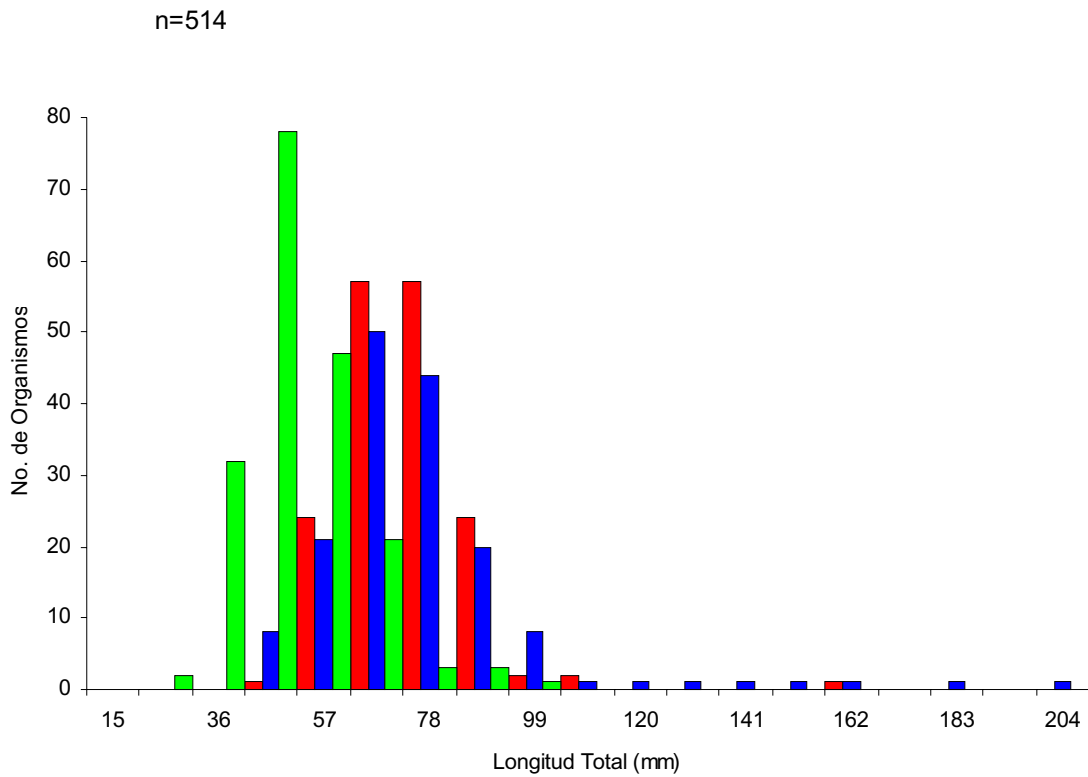


Figura 40.- Distribución de tallas (mm) de *T. zilli* para la localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

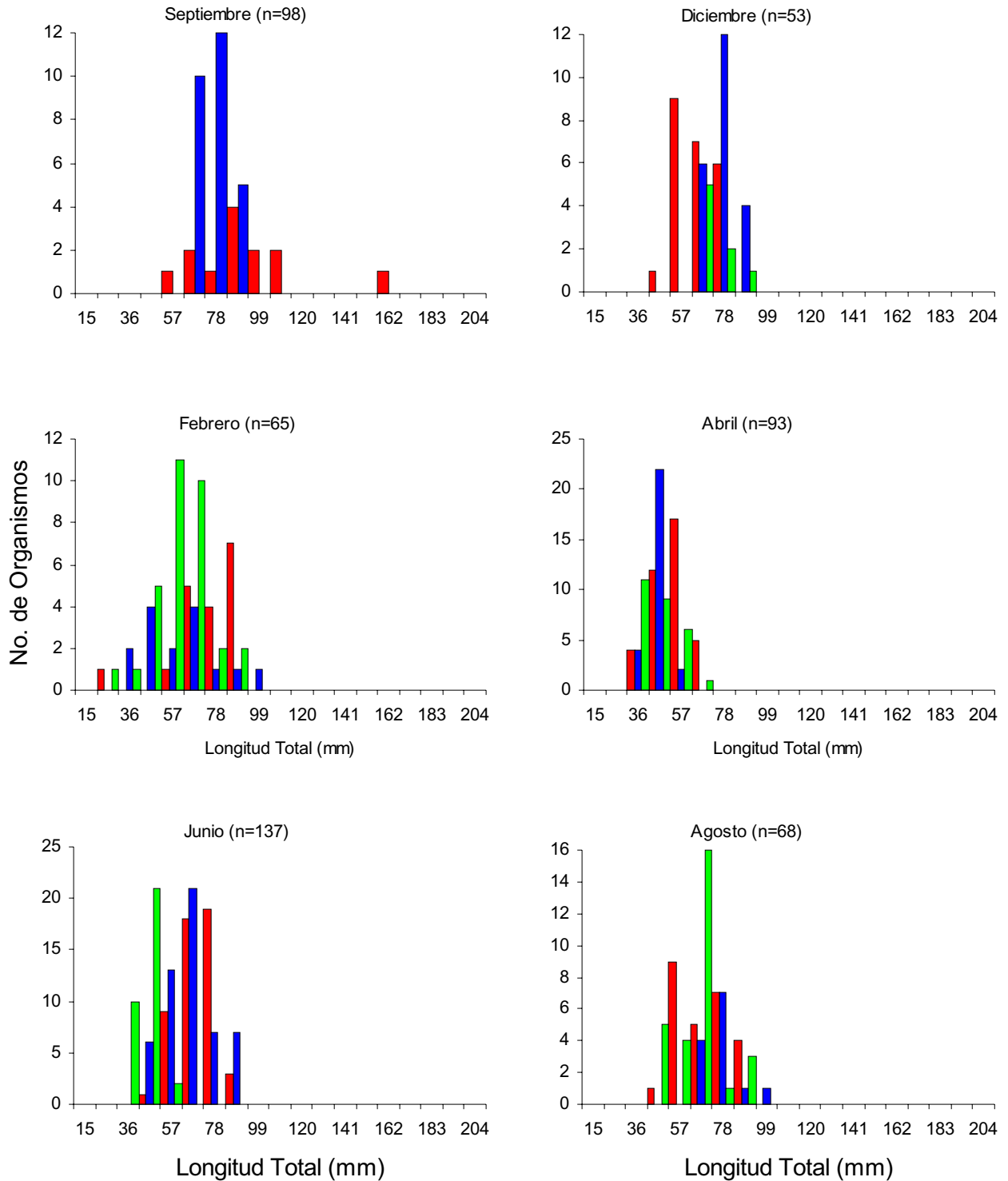


Figura 41.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *T. zilli* para la localidad 4 en la Región del las Ciénegas El Doctor, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.5. Pez mosquito (*Gambusia affinis*).

En la zona de muestreo se analizó 406 especímenes del pez mosquito (*Gambusia affinis*), exhibiendo un intervalo general de tallas de 11.2 a 47.5 mm LT ($X=28.3614 \pm 7.19$) y una talla más frecuente de 27.5 mm LT (Figura 42). La distribución total de frecuencias de tallas de *Gambusia affinis* mostró dos modas aparentes, presentándose la primera al término de los 31.5 mm LT y la segunda en el traslape de ese intervalo en adelante. La edad no se incluyó en el apéndice V debido a la falta de un mayor número de ejemplares.

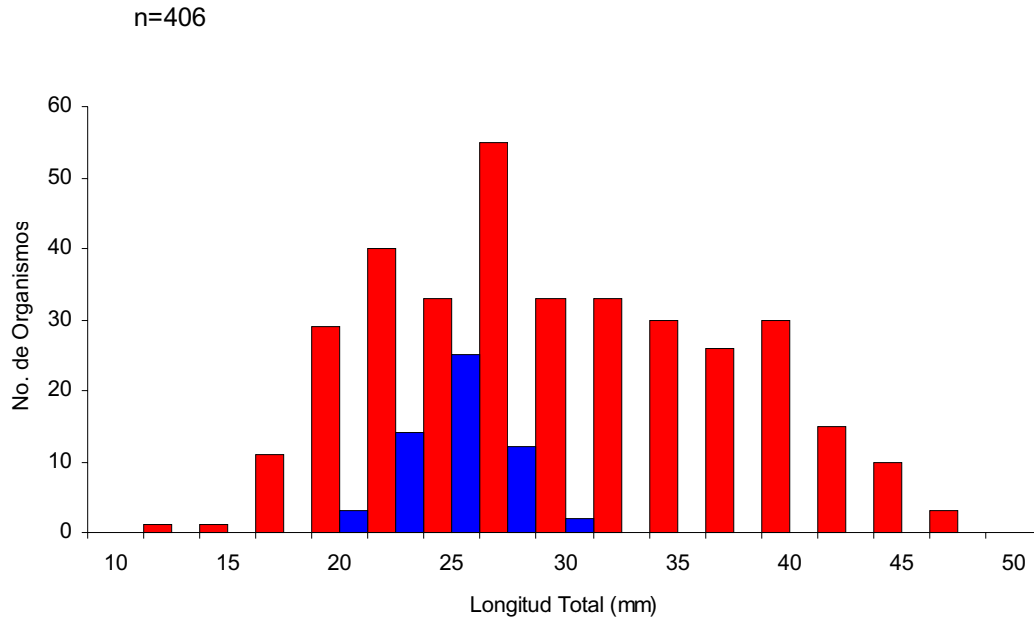


Figura 42.- Distribución de tallas (mm) de *G. affinis* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

El pez mosquito estuvo presente durante todos los meses de muestreo. Las tallas más pequeñas y más grandes se presentaron principalmente en la localidad 4 durante diciembre (Figura 43). La proporción de machos y hembras encontrada en todo el período de muestreo fue de 1:6.3

A pesar de que el pez mosquito se distribuyó en las localidades 2, 3, 4, 5 y 6, se incluyen sólo las gráficas para las localidades 5 (Campo de Cazadores, Figura 44) y 6 (La Flor, Figura 45) debido a que fueron las mejores representadas en intervalos de tallas durante los muestreos bimensuales.

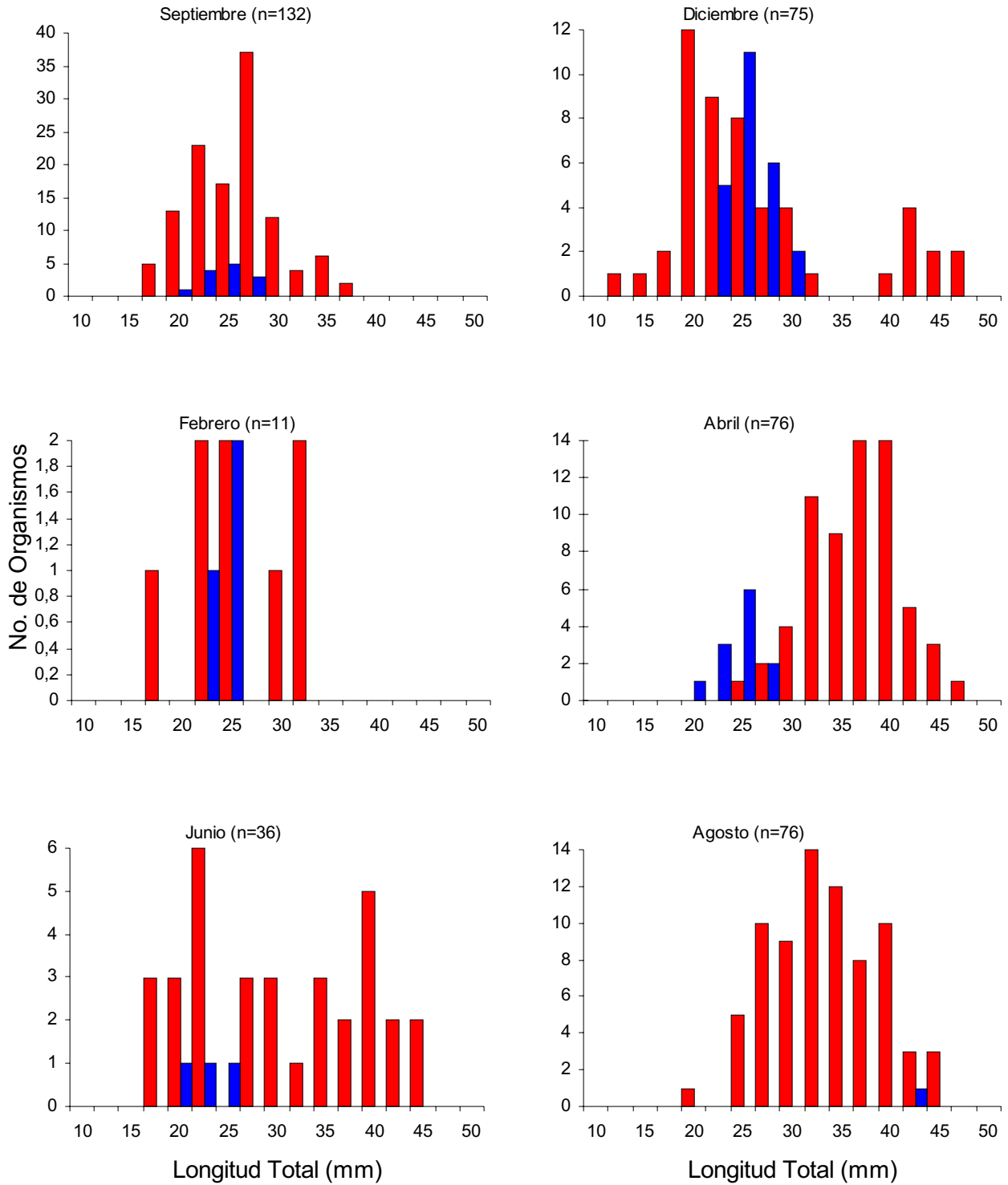


Figura 43.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *G. affinis* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

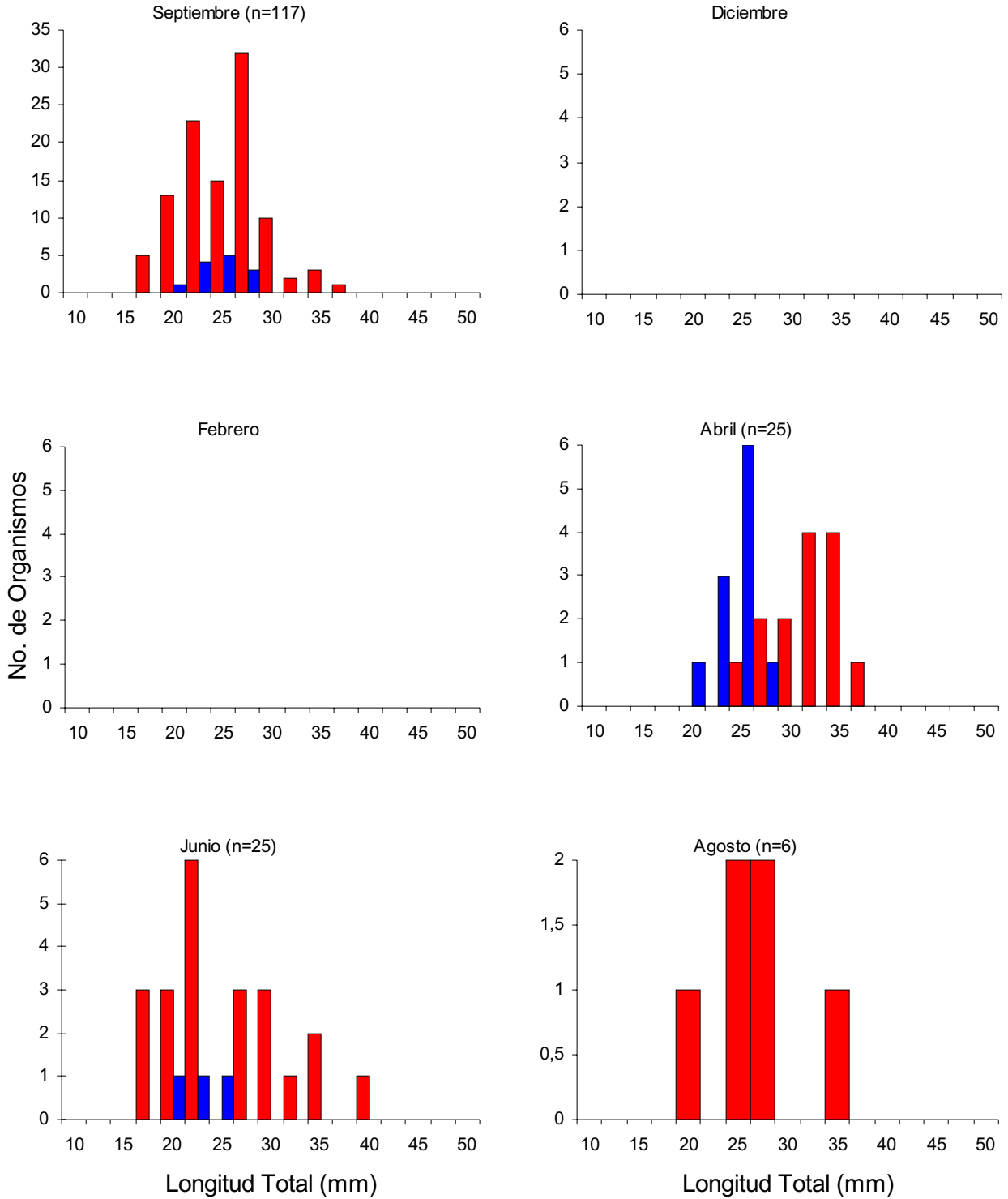


Figura 44.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *G. affinis* para la localidad 5 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

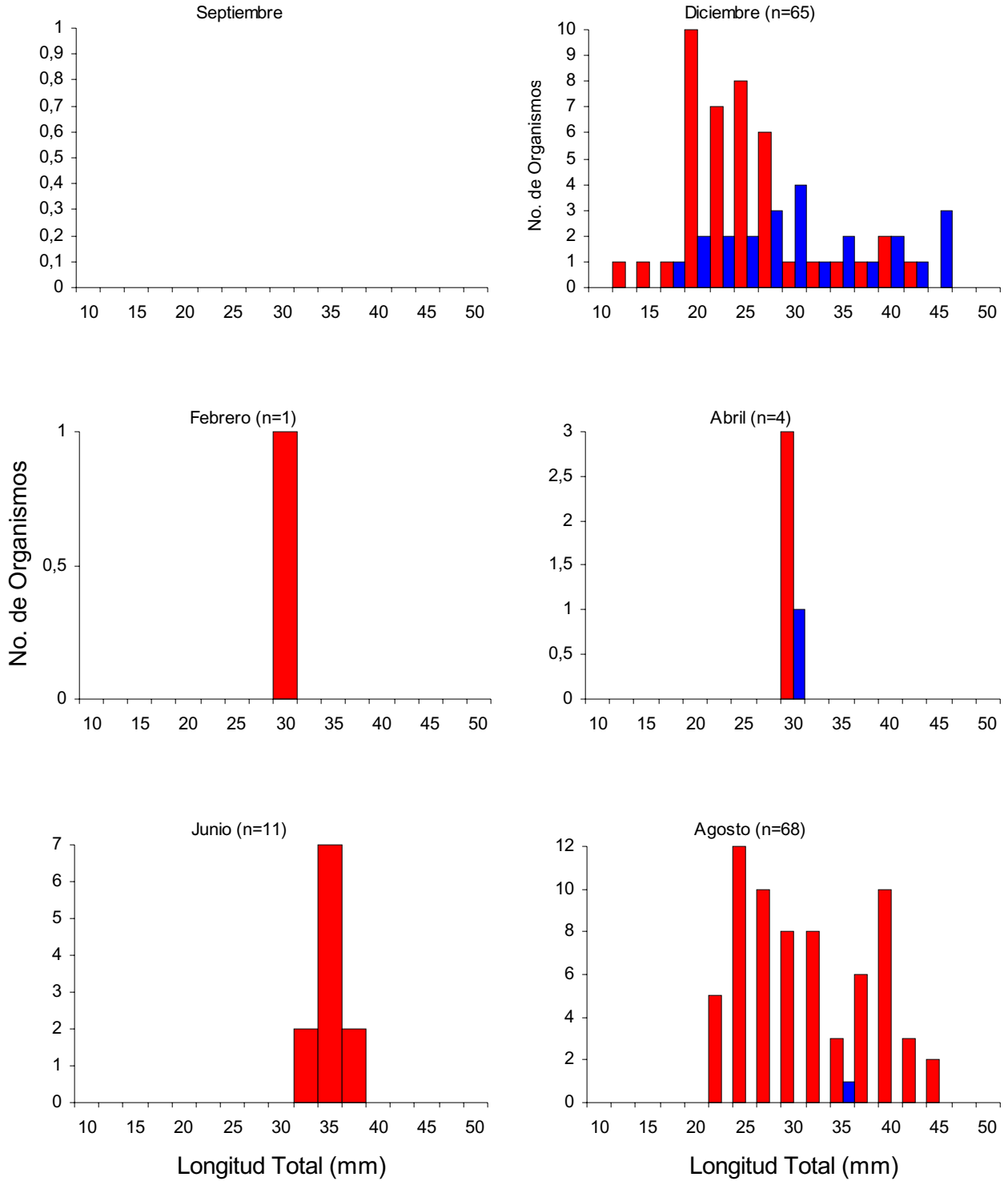


Figura 45.- Distribución bimensual de tallas (mm) de *G. affinis* para la localidad 6 en la Región Norte de la Ciénega de Santa Clara, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.6. Sardinita roja (*Cyprinella lutrensis*).

Se revisó un total de 197 organismos de la sardinita roja (*Cyprinella lutrensis*). El intervalo general de tallas exhibido fue de 43.3 a 66.5 mm LT ($X=55.46 \pm 4.46$), siendo la talla más frecuente la correspondiente a organismos de 57 mm LT (Figura 46). La distribución total de frecuencias de tallas de *Cyprinella lutrensis* fue unimodal. No se incluye la edad en el apéndice VI debido al escaso número de ejemplares capturados.

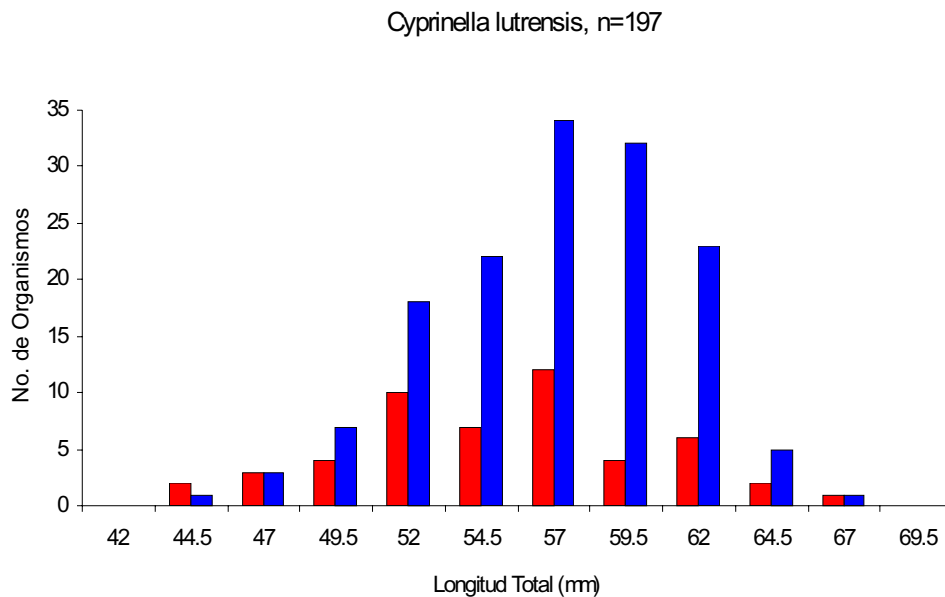


Figura 46 .- Distribución tallas (mm) de *C. lutrensis* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.6.1. Esgurrimientos al Sur de Cerro Prieto (localidad 2).

La sardinita roja estuvo presente únicamente en la localidad 2 (escurrimientos al Sur de Cerro Prieto) durante los meses de abril, junio y agosto. Las tallas más pequeñas se presentaron en agosto y las más grandes en abril y junio (Figura 47). La proporción de machos y hembras encontrados en todo el muestreo fue de 3.7:1. Esta especie aparentemente entra a esta localidad proveniente de una zona de conexión con el cauce principal del Río Colorado, donde se encuentra establecida desde hace varias décadas (Hubbs, 1954; Minckley, 1973).

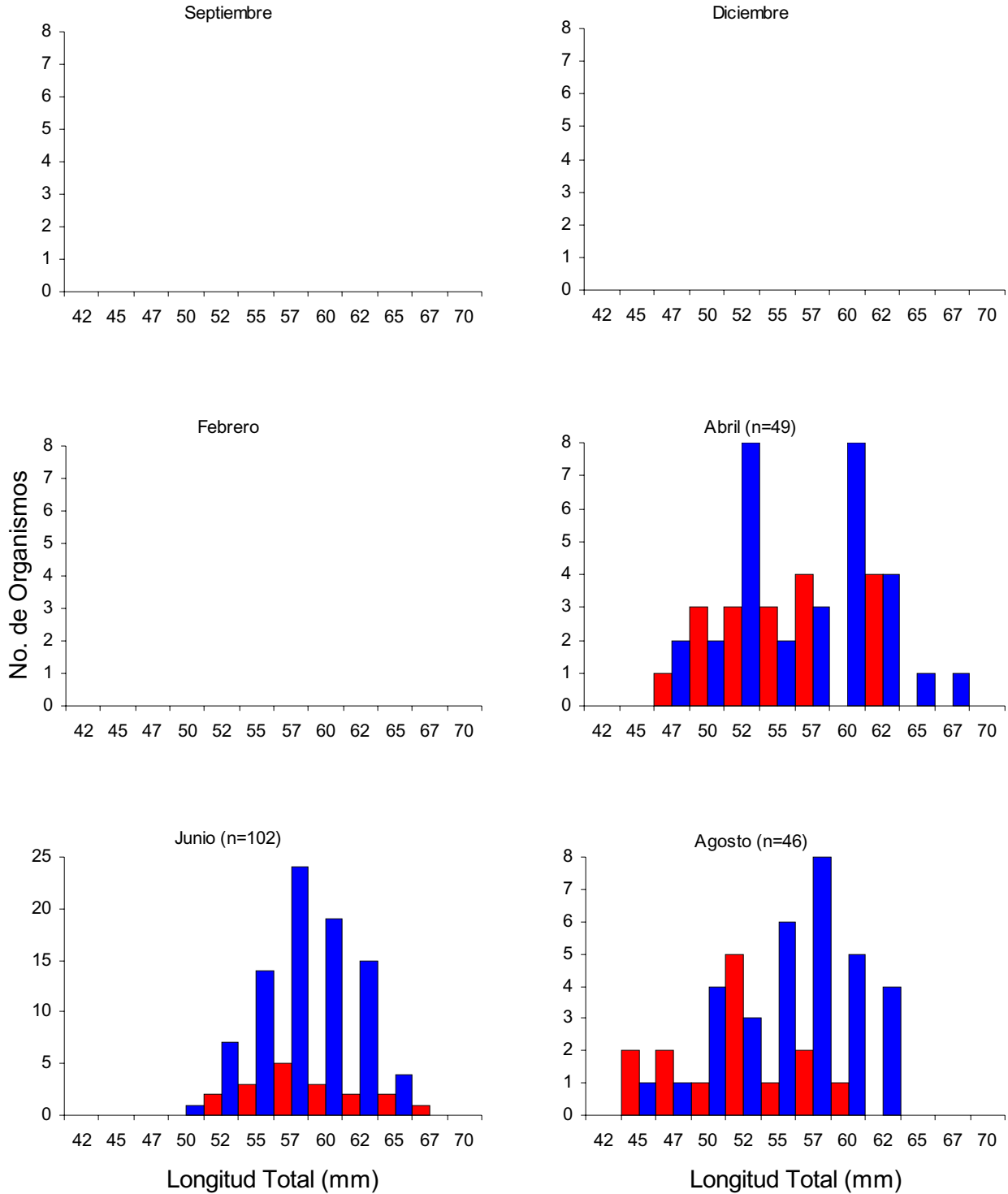


Figura 47 .- Distribución bimensual de tallas (mm) de *C. lutrensis* para la Localidad 2 en los escurrimientos al sur de Cerro Prieto, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.7. Mojarra verde (*Lepomis cyanellus*).

En la zona de muestreo en las localidades 5 y 6 se analizó un total de 7 organismos de *Lepomis cyanellus*, exhibiendo un intervalo general de tallas de 26.5 a 67.5 mm LT y una talla dominante de 38.5 mm LT (Figura 48).

Todos los especímenes capturados fueron juveniles y presentes únicamente en las localidades 5 (Campo de Cazadores) y 6 (Región del Ejido La Flor del Desierto) durante los meses de junio y agosto. No se incluye el sexo en el apéndice VII debido al escaso número de ejemplares capturados. Esta especie ha sido registrada ocupando hábitat más lóticos en la mayor parte de su ámbito distribucional (Minckley, 1973). La ocurrencia de juveniles en nuestras recolectas es debido a la preferencia de éstos por los hábitats marginales.

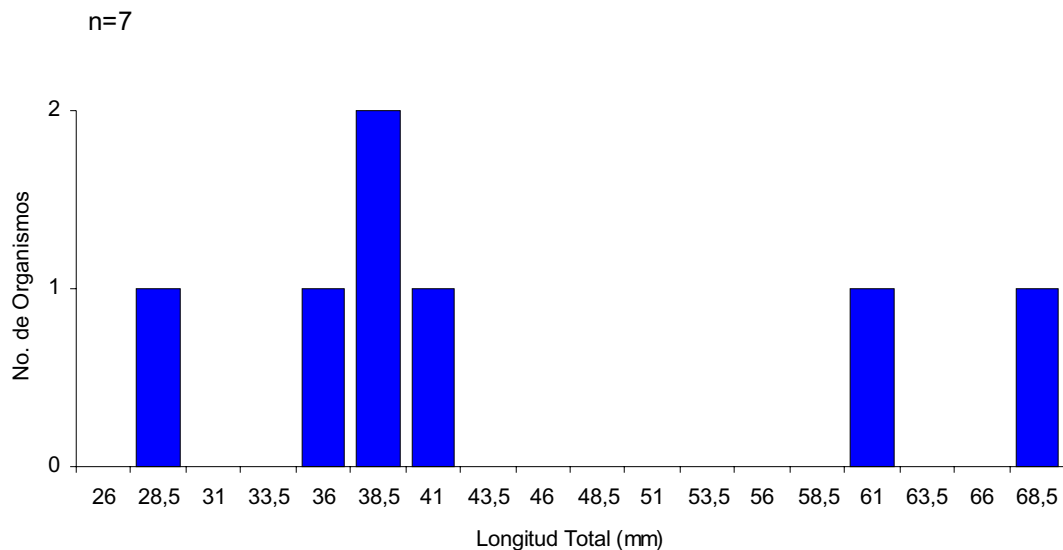


Figura 48 .- Distribución tallas (mm) de *L cyanellus* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

3.4.8. Lobina (*Micropterus salmoides*).

En la zona de muestreo, al igual que en la especie anterior, se analizó un total de 6 organismos de *Micropterus salmoides*, exhibiendo un intervalo general de tallas de 62.0 a 100 mm LT y una talla más frecuente de 97.5 mm (Figura 49).

Los especímenes de la lobina negra estuvieron presentes únicamente en las localidades 5 (Campo de Cazadores) y 6 (Región del Ejido La Flor del Desierto) durante los meses de junio y agosto. No se incluye el sexo en el apéndice VIII debido al escaso número de ejemplares capturados. Los adultos prefieren aguas quietas y claras en profundidades intermedias, en cambio los juveniles las zonas litorales o marginales (Minckley, 1973). Al igual que la mojarra verde, la lobina negra representa una amenaza directa sobre el pez cachorrito del desierto debido a su hábitos ictiófagos desde temprana edad.

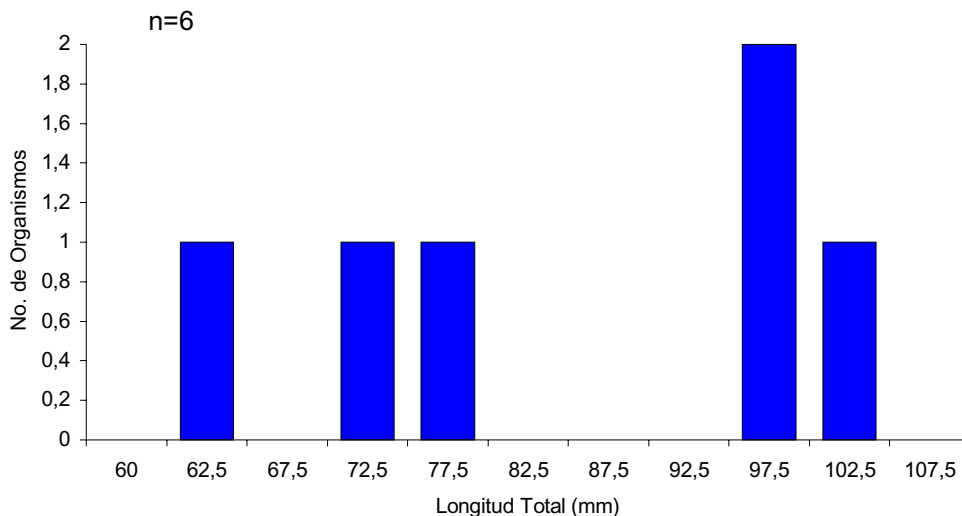


Figura 49 .- Distribución tallas (mm) de *M salmoides* en la Cuenca del Bajo Río Colorado, Sonora-Baja California, de Septiembre de 1996 a Agosto de 1997. Verde=Juveniles, Rojo=Hembras, Azul=Machos.

IV. Perspectivas de las poblaciones del pez cachorrillo del desierto (*C. m. macularius*) en la Región del Delta del Río Colorado

En la mayoría de los Estados de la franja árida nortea de México y sureña de los Estados Unidos de América, el desarrollo económico acelerado ha traído como consecuencia una creciente demanda de los ya naturalmente escasos recursos hidrológicos. Las principales actividades económicas en la región son de tipo industrial, agrícola, ganadera, minera y doméstica (Contreras-Balderas, 1969). Esta situación ha ocasionado modificaciones en la mayoría de las cuencas hidrológicas de la región, trayendo como consecuencia la reducción de los hábitats acuáticos naturales, así como la reducción de las distribuciones de las poblaciones de peces nativos. Para la Cuenca del Bajo Río Colorado en su porción Mexicana, hasta el momento seis especies nativas han sido extirpadas del territorio de Sonora y Baja California, el charal del colorado (*Ptychocheilus lucius*), el charalito elegante (*Gila elegans*), el matalote jorobado (*Xyrauchen texanus*), el pecesito moteado (*Rhinichthys osculus*), el charal adornado (*Tiaroga cobitis*), y el matalote (*Catostomus latipinnis*). Adicionalmente, se ha documentado la desaparición de varias de las poblaciones del pez cachorrillo del desierto (*C. macularius*) que están restringidas localmente en distribución (Follett, 1960; Contreras-Balderas, 1969; Minckley, 1973; Hendrickson y Varela-Romero, 1989).

Con base al registro de recolectas del pez cachorrillo del desierto durante los últimos 50 años, se observa una relación entre los cambios de las poblaciones reportadas y los drásticos cambios históricos producidos en los hábitats acuáticos y ribereños (Miller, 1943; Minckley, 1973; Miller y Fuiman, 1987; Fradkin, 1981; Hendrickson y Minckley, 1985). Es claro que en las descripciones de los primeros exploradores de la Cuenca del Bajo Río Colorado, los flujos de agua superficiales perennes fueron mucho más extensos que los actuales, e innumerables canales drenaban las vastas ciénegas. Estas abundantes ciénegas con flujos de agua relativamente estables seguramente proveyeron de excelentes hábitats para el pez cachorrillo del desierto (Hendrickson y Varela-Romero, 1989). Sin embargo, a finales del siglo, el sobrepastoreo y la restricción del flujo de agua desde los Estados Unidos por la construcción de presas sobre el sistema del Río Colorado, ocasionaron una dramática reducción de los flujos de agua en la cuenca baja, una intensa deforestación de la zona del delta y de sus manantiales, y una progresiva erosión debido al cambio en el uso del suelo. Como consecuencia de estos cambios, la mayor parte del hábitat de ocupación del pez cachorrillo desapareció. Hendrickson y Varela-Romero (1989) estiman que debido a los drásticos cambios registrados en la cuenca baja, no es

irreal el considerar que el 95 % del hábitat del pez cachorrito del desierto se perdió en el siglo pasado.

El manejo de las poblaciones remanentes dentro de la porción mexicana de la cuenca se presenta como una oportunidad única para la sobrevivencia de esta subespecie. Varias poblaciones de pez cachorrito del desierto provenientes de la porción mexicana de la cuenca se encuentran en hábitats artificiales dentro de la cuenca del Bajo Río Colorado en territorio de los Estados Unidos de América (Hendrickson y Varela-Romero, 1989). La Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado incluye en su territorio una importante porción del área actual de distribución del pez cachorrito del desierto, asimismo contempla dentro de sus estrategias de protección y uso controlado de sus recursos naturales, diferentes programas de protección y restauración ecológica donde se incluyen especies enlistadas como es el caso del pez cachorrito del desierto (INE, 1995).

Dentro del área de muestreo se ubican las ciénegas más permanentes en la cuenca del Bajo Río Colorado, pero quedan fuera de la reserva decretada. Los registros históricos de *C. m. macularius* en Laguna Salada (= Maquata) y Pozo El Tule (Follett, 1960), ambas en Baja California, no fueron muestreadas en este estudio debido a la desecación de estas áreas desde hace más de una década (G. Ruiz-Campos, obs. pers.). Por su parte, Miller y Fuiman (1987) señalan que una de las evidencias de la conectividad de las poblaciones del pez cachorrito del desierto a través de su ámbito distribucional, es la escasa diferenciación genética entre ellas, lo cual presume una comunicación intermitente entre sus poblaciones a través del tiempo evolutivo.

En el interior de la Reserva, el pez cachorrito fue capturado en las localidades 3, 6 y 4 que representan las zonas de inundación marginales a la Ciénega de Santa Clara (las dos primeras) y a las Ciénegas El Doctor. En la localidad 3 (Welton-Mohawk) se registró durante agosto una desecación completa del humedal y no se encontraron sitios adyacentes para realizar el muestreo. Esta localidad ha sido también reportada completamente seca en épocas anteriores (Abarca *et al.*; 1993; Zengel y Glenn, 1996). Sin embargo, durante condiciones de inundación, esta localidad ha sido reportada con un alto número individuos del pez cachorrito del desierto (Miller 1943; Hendrickson y Varela-Romero, 1989; Abarca *et al.*, 1993).

Dentro de la Ciénega de Santa Clara existen sitios permanentes de inundación que pueden estar funcionando como refugio durante condiciones hostiles (sequía) y como centro de dispersión durante condiciones favorables (inundación). Zengel *et al.* (1995) mencionaron la

posible existencia de diversas áreas con vegetación permanente y agua superficial somera durante los períodos de estiaje, proporcionando así un refugio temporal (“low-water refuge”) para el pez cachorrillo. Las zonas de inundación adyacentes a la porción terminal del Canal Welton-Mohawk representan un hábitat marginal de inundación de la Ciénega de Santa Clara donde el pez cachorrillo puede permanecer durante casi todo el ciclo anual, exhibiendo una composición poblacional estable, como lo muestra la existencia de juveniles durante los meses de diciembre y febrero, y la presencia de machos activos con coloración nupcial durante los meses de abril y junio. Sin embargo, las prácticas vigentes de racionalización de agua a través del canal Welton-Mohawk y el dragado durante esta época del año, fomentan la desecación de estos importantes humedales periféricos de la Ciénega de Santa Clara.

Las zonas de inundación de la Ciénega de Santa Clara en las cercanías al Ejido La Flor del Desierto, representan un hábitat marginal de inundación de la Ciénega de Santa Clara donde el pez cachorrillo del desierto puede permanecer por todo el ciclo anual con una dinámica poblacional estable, como lo indica la existencia de juveniles en diciembre y febrero, así como la evidencia de actividad reproductiva durante la mayor parte del año. Asimismo, esta área de la Ciénega de Santa Clara funciona al parecer como hábitats de refugio y dispersión local para la subespecie. El área de muestreo se caracterizó por tener en sus alrededores un amplia zona de inundación somera con influencia de agua salobre, la cual es susceptible de ser habitada por el pez cachorrillo del desierto. La falta de juveniles en el resto de los sitios de muestreo se sugiere como un efecto de la dispersión de éstos hacia las vastas zonas someras y abiertas de la ciénega donde son menos accesibles a los depredadores. A pesar de no ser considerado un sitio de ocurrencia del pez cachorrillo del desierto (Hendrickson y Varela-Romero, 1989), el área de inundación en la localidad La Flor del Desierto, representa un hábitat muy importante para el refugio y dispersión de la subespecie en la ciénega. Zengel y Glenn (1995) estimaron con base a fotografía aérea de la Ciénega de Santa Clara elaborada en 1993, un área de aproximadamente 600 has sobre su margen oeste que posee características similares al hábitat marginal de ocupación del pez cachorrillo del desierto. Esta área permanece aún sin muestrearse en la búsqueda del pez cachorrillo del desierto. La identificación del área de influencia de esta población nativa es crítica para dirigir esfuerzos de mantenimiento de la zona de inundación somera como área de dispersión, así como del área del canal dragado en la localidad como refugio. Medidas de erradicación de las especies exóticas como peces y el acocíl (*Procambarus clarki*) son necesarias para garantizar la permanencia de la población autóctona del pez cachorrillo del desierto.

En la localidad El Doctor se registró la menor abundancia del pez cachorrillo del desierto, aquí los juveniles y adultos fueron capturados en simpatria con especies exóticas. El hábitat se observó fuertemente invadido por vegetación acuática emergente (ciperáceas y tular) y escasa disponibilidad de hábitat apropiado para el pez cachorrillo fue observada durante el período de muestreo. Hendrickson y Varela-Romero (1989) mencionan que en esta zona de muestreo (localidades 6 y 8 en su trabajo), el pez cachorrillo fue relativamente más abundante y asumieron un área potencial de distribución de casi 10 km lineales. Aunque la menor abundancia registrada en el presente estudio puede atribuirse a la alta variación de la abundancia poblacional que “normalmente” exhibe esta subespecie (Hendrickson y Varela-Romero, 1989), es evidente que esta localidad registró un impacto combinado y progresivo debido a la presencia de especies exóticas, las fluctuaciones extremas en la disponibilidad de agua, y el uso inadecuado del humedal para fines de pastoreo por el ganado.

La única localidad muestreada fuera de los límites de la Reserva fue la Geotérmica de Cerro Prieto, cuyos estanques para el manejo de aguas residuales de la Geotérmica, representan un recinto bastante adecuado para el manejo y conservación de la subespecie debido a su carácter de aislamiento, restricción del acceso, dinámica poblacional y condiciones de hábitat favorables. Los altos contenidos de sales en esta localidad resultan favorables para el pez cachorrillo del desierto, conformando una barrera salina para el ingreso de especies exóticas de áreas circundantes. En este sitio se registró la mayor abundancia de la subespecie dentro del área de estudio. Sin embargo, la estrategia de manejo para la conservación de esta población natural deberá tomar muy en cuenta la presencia del Selenio en aguas de este sistema. Young (1993) ha reportado al Selenio como un contaminante riesgoso para algunos peces nativos de la Cuenca del Río Colorado en los Estados Unidos de América. Altas concentraciones de Selenio han sido asociadas con deformaciones de embriones y problemas reproductivos para el Charal del Colorado (*Ptychocheilus luscus*) y el matalote jorobado (*Xyrauchen texanus*), respectivamente. Adicionalmente se reportan efectos sobre aves acuáticas a nivel de embriones sin ojos y presencia anormal de patas cortas y pies deformados.

Aunque la introducción de especies exóticas en la cuenca del Río Colorado se registra desde finales del siglo pasado, el número de peces exóticos en su parte baja se circunscribe a casi 44 especies (Minckley, 1982). Las interacciones de estos peces exóticos con las poblaciones del pez cachorrillo del desierto son seguramente parte de las interacciones que motivan su decline, y al igual que otros autores (e.g., Miller y Fuiman, 1987; Hendrickson y Varela-Romero, 1989), nuestros registros sugieren que la mojarra africana (*Tilapia* cf. *zilli*.)

constituye la especie exótica que está impactando significativamente las poblaciones nativas del pez cachorrillo.

La relativa baja ocurrencia de la lobina negra y la mojarra verde en los hábitats marginales de la Ciénega de Santa Clara representa una ventaja para la población del pez cachorrillo del desierto debido a que ambas especies exóticas son ictiófagas. Sin embargo, la abundancia de estas especies en áreas adyacentes a los manantiales y en los canales de irrigación en toda la Cuenca Baja, evitan la dispersión de las poblaciones del pez cachorrillo. Minckley (1973) documentó la extirpación de la última población del pez cachorrillo de Monkey Springs (*Cyprinodon* sp.) debido principalmente a la presión de depredación de la lobina negra (*Micropterus salmoides*). Más impactante aún, es la simpatria del pez cachorrillo con otras especies exóticas como la mojarra africana, el molly de vela y el pez mosquito. Las localidades 3, 4 y 6 exhiben importantes números de estas especies exóticas dentro del hábitat del pez cachorrillo, donde la biomasa de la nativa es igualada y drásticamente superada por aquellas de las exóticas. La progresiva reducción de humedales en el Delta del Río Colorado y la consecuente disminución de hábitats adecuados para el pez cachorrillo del desierto, constituyen dos factores amenazantes para su supervivencia y conservación poblacional. Los mecanismos de interacción entre las poblaciones del pez cachorrillo y las de peces exóticos en la Cuenca del Bajo Río Colorado son aún desconocidas en el sentido de uso de hábitat y de recursos tróficos.

Las abundancias registradas para estas tres localidades se pueden comparar con las abundancias registradas en la localidad 1, donde *C. m. macularius* lo habita exclusivamente. Los números de especímenes reportados como porcentajes sólo representan el 24.91 %, 7.76 % y el 39.77 %, respectivamente, y todas en conjunto sólo representan el 42.01 % del total de especímenes del pez cachorrillo capturados durante el estudio (Cuadro 3). Esta observación compromete la sobrevivencia de las poblaciones aisladas para las localidades 1 con respecto a las localidades 3 y 6, y con respecto a la localidad 4. Los sitios de conexión entre las poblaciones de las localidades muestreadas no es muy evidente. Las poblaciones de las cabeceras del Río Hardy localizadas en la región de Cerro Prieto, no están aparentemente conectadas con las de la Ciénega de Santa Clara. Hendrickson y Varela-Romero (1989) consideraron a la localidad 2 del presente estudio, como un posible eslabón conectivo con las localidades de la Ciénega de Santa Clara. Sin embargo, durante el año de muestreo no se registró la presencia del pez cachorrillo en esta localidad, sugiriendo que la supuesta conexión tendría que haberse dado en otro efluente de la región de Cerro Prieto.

La conexión entre los individuos del pez cachorrillo del desierto que habitan las zonas marginales y someras de la Ciénega de Santa Clara debe considerarse factible a pesar de la miríada de exóticos que se interponen en la partes profundas del humedal. Zengel y Glen (1996) reportaron extirpada la población de *C. m. macularius* de las zonas de inundación adyacentes a la porción final del Canal Welton-Mohawk (localidad 3 de este estudio); sin embargo, esta localidad representó el 14.44 % de los peces capturados para esta especie durante nuestro estudio. La Ciénega de Santa Clara es un sistema bastante dinámico en cuanto sus características hidrológicas, mostrando fuertes fluctuaciones estacionales e interanuales en los niveles de agua que repercuten en la disponibilidad de hábitats marginales para el pez cachorrillo del desierto. Es evidente que la estrategia más viable de repoblación de esta subespecie nativa en los hábitats marginales de la Ciénega, lo constituye la dispersión local. Finalmente, el impacto se maximiza en el caso de la población de las Ciénegas El Doctor, la cual se encuentra aislada del resto de las poblaciones en la cuenca.

V. CONCLUSIONES.

1.- La distribución actual del pez cachorrillo del desierto (*Cyprinodon macularius macularius*) en la Cuenca del Bajo Río Colorado, se confinó a cuatro localidades, una en Baja California (estanques de aguas residuales de la Geotérmica de Cerro Prieto, Localidad 1) y tres en Sonora (zonas de inundación adyacentes al Canal Welton-Mohawk, Localidad 3; Ciénegas El Doctor, Localidad 4 y Ciénega de Santa Clara frente al Ejido La Flor del Desierto, Localidad 6).

2.- Las especies de peces dominantes en las localidades muestreadas fueron el nativo *C. m. macularius* (pez cachorrillo del desierto), y los exóticos *Poecilia latipinna* (molly de vela), *Tilapia cf zilli* (mojarra africana) y *G. affinis* (pez mosquito), respectivamente.

3.- Se registró una amplia fluctuación espacio-temporal en la distribución y abundancia de las poblaciones de *C. m. macularius* en el área de estudio, que concordó con las tendencias registradas en estudios previos.

4.- La proporción sexual promedio (machos:hembras) del pez cachorrillo del desierto fue de 1:1.08.

5.- La ecuación de la relación Peso-Longitud estimada para el pez cachorrillo del desierto fue $W = 6.85 \times 10^{-6} L^{3.30}$, indicando un crecimiento de tipo alométrico positivo.

6.- Dentro de la Cuenca del Bajo Río Colorado, la localidad 1 (estanques de aguas residuales de la Geotérmica de Cerro Prieto) registró la población mejor representada en estructura de edad y tallas y aparentemente aislada de las demás para la porción Mexicana de la distribución de la subespecie.

7.- Los impactos antropogénicos que afectan la distribución, abundancia y adecuada permanencia de las poblaciones nativas del pez cachorrillo del desierto en la porción mexicana de la Cuenca del Bajo Río Colorado, son la acumulativa y progresiva (histórica y presente) alteración de los hábitats acuáticos y ribereños, y la presencia de poblaciones de peces exóticos que ocasionan el desplazamiento de los nativos.

8.- Los peces exóticos *Tilapia cf zilli* (mojarra africana), *Poecilia latipinna* (molly de vela), y *G. affinis* (pez mosquito), constituyen el principal agente biológico que ha venido afectando directa o indirectamente la distribución y abundancia de las poblaciones nativas del pez cachorrito del desierto.

9.- El habitat de distribución y permanencia de las poblaciones del pez cachorrito del desierto está condicionado y actualmente restringido por la periodicidad y el volumen de los flujos de agua vertidos hacia la porción mexicana de la Cuenca.

VI. RECOMENDACIONES.

El manejo de las poblaciones nativas del pez cachorrillo del desierto en el interior de la Cuenca del Bajo Río Colorado es la principal actividad de conservación para garantizar la sobrevivencia y continuidad de la subespecie por largos periodos de tiempo. A pesar de la existencia de poblaciones del pez cachorrillo del desierto introducidas en Arizona y California que aparentemente aseguran que la especie no se extinguirá en un futuro inmediato, es fundamental el establecimiento de las siguientes prácticas de manejo como medidas para la conservación de sus poblaciones autóctonas en las diferentes localidades incluidas en este estudio y en las localidades potenciales de distribución de la subespecie en el futuro:

1.- La localidad 1 (estanques de manejo de agua residual de la Geotérmica Cerro Prieto) representa la mejor oportunidad de manejo y conservación de la subespecie fuera del territorio de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado debido a su carácter de aislamiento, restricción del acceso, estructura poblacional estable y condiciones de hábitat. Sin embargo, las estrategias de manejo y conservación de ésta población deberán tomar muy en cuenta la posible presencia del selenio en aguas de este sistema.

2.- La localidad 3 (zonas de inundación adyacentes al canal Welton-Mohawk) representa un hábitat marginal de inundación de la Ciénega de Santa Clara donde el pez cachorrillo del desierto puede permanecer por casi todo el año, con estructura poblacional estable. Sin embargo las prácticas de racionalización de agua a través del canal y su dragado, propician la desecación de estos importantes humedales periféricos de la Ciénega de Santa Clara. Se recomienda el mantenimiento de la cantidad de agua vertida para propiciar la permanencia de estos importantes humedales para el pez cachorrillo del desierto en la cuenca del Bajo Río Colorado así como la erradicación de los exóticos encontrados en esta localidad.

3.- En la localidad 4 (Ciénegas El Doctor) se plantea la necesidad de recurrir a prácticas de erradicación de peces exóticas para propiciar mayor disponibilidad de hábitat para el pez cachorrillo; además de prohibir las prácticas de pastoreo por el ganado en los humedales ribereños o periféricos; y finalmente evaluar la capacidad de recuperación de la población del pez cachorrillo del desierto con base a las fluctuaciones estacionales de los niveles de agua en el humedal.

4.- La localidad 6 situada en la Ciénega de Santa Clara cercana del Ejido La Flor del Desierto, y representada por sitios marginales inundados, es considerada un habitat muy importante para la dispersión del pez cachorrillo del desierto hacia otros sitios marginales de la Ciénega. La evaluación del área de influencia de dispersión de ésta población local del pez cachorrillo del desierto es crítica para dirigir esfuerzos de mantenimiento de la zona marginal inundable. Adicionalmente se recomienda el mantenimiento de prácticas de erradicación de especies exóticas de peces y del acocíl (*Procambarus clarki*) como una medida necesaria para garantizar la permanencia de ésta población autóctona.

5.- Se recomienda la elaboración de un Plan de Recuperación de las poblaciones del pez cachorrillo del desierto en la Cuenca del Bajo Río Colorado en México con el propósito de dirigir y coordinar esfuerzos entre instituciones nacionales y extranjeras sobre el conocimiento, conservación y recuperación de éste frágil componente de la ictiofauna nativa en peligro de extinción del Noroeste de México y Suroeste de los Estados Unidos de América.

VII. LITERATURA CITADA.

- Abarca, F.J., M.F. Ingraldi y A. Varela-Romero. 1993. Observaciones del Cachorrito del Desierto (*Cyprinodon macularius*), Palmoteador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*) y Comunidades de Aves Playeras en la Ciénaga de Santa Clara, Sonora México. *Nongame and Endangered Wildlife Program Technical Report*. Arizona Game and Fish Department, Phoenix Arizona.
- Arizona Game and Fish Department (AGFD). 1988. Threatened native wildlife in Arizona. Arizona Game and Fish Department Publication. Phoenix. 32p.
- California Department of Fish and Game. 1980. At the crossdoors. A report on California's endangered and rare fish and wildlife. California Department of Fish and Game, Sacramento, 147 p.
- Castro-Aguirre, J. 1978. Catálogo sistemático de los peces que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Dir. Gral. Inst. Nacl. Pesca Ser. Científica, 19, 298 Pp.
- Contreras-Balderas, S. 1969. Perspectivas de la ictiofauna en las zonas áridas del norte de México. Mem. Simp. Intern. Sobre el Aumento de la Producción de Alimentos en Zonas Áridas. ICASALS Publ. 3:293-304.
- Deacon, J.E. y W.L. Minckley. 1974. Desert fishes. Pp. 385-488. In: G.W. Brown Jr. (ed.). Desert biology. Academic press.
- Diario Oficial, 1993. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, ubicada en aguas del Golfo de California y los municipios de Mexicali, B.C., de Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado, Son. Jueves 10 de Junio de 1993. 24-28 p.
- Diario Oficial, 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determinan las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. 2-60 p.
- Follett, W. I. 1960. The freshwater fishes- their origins and affinities. *Systematic Zoology*, 9: 212-232.
- Fradkin, P.L. 1981. A river no more: the Colorado river and the west. University of Arizona Press. 360 Pp.
- Hendrickson, D.A. y W.L. Minckley. 1985. Cienegas- vanishing aquatic climax communities of the desert southwest. *Desert Plants* 6(3):131-175.
- Hendrickson, D.A. y A. Varela-Romero. 1989. Conservation status of Desert pupfish, *Cyprinodon macularius* in Mexico and Arizona. *Copeia* 1989(2):478-483.
- Hubbs, C.L. 1954. Establishment of a forage fish, the red shiner (*Notropis lutrensis*), in the Lower Colorado River system. *California Fish and Game*. 40:287-294.

- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1995. Programa de Manejo, Areas Naturales Protegidas, Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. SEMARNAP .
- Kinne, O. 1960. Growth, food intake and food conversio in a euttyplastic fish exposed to different temperatures and salinities. *Physiological Zoology* 33:288-317.
- Kynard, B.E. y R. Garret. 1979. Reproductive ecology of the Quitobaquito pupfish from Organ Pipe Cactus Monument, Arizona. Pages 625-629 En: R.M. Linn (editor), *Proceedings of the First Conference on Scientific Research in National Parks. Transcriptions Proceedings Series Number 5*, Washington, DC.
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources). 1990. 1990 IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. 228 p.
- McMahon, T.E. y R.R. Miller. 1985. Status of the fishes of the Rio Sonoyta basin, Arizona and Mexico. *Proceedings of the Desert Fishes Council XIV(1982):237-245.*
- McMahon, T.E. y J.C. Tash. 1988. Experimental analysis of the role of emigration in population regulation of desert pupfish. *Ecology* 69(6):1871-1883.
- Miller, R.R. 1943. The status of *Cyprinodon macularius* and *Cyprinodon nevadensis*, two desert fishes of western North America. *Occ. Pap. Mus.Zool. Univ. Mich.* 473: 1-25.
- Miller, R.R: 1979. Freshwater fishes. Red Data Book, Volume 4. Pisces. Edición Revisada. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Morges, Switzerland, 1977.
- Miller, R.R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of México. *An. Esc. Nacl. Cienc. Biol. IPN, México* 30:121-153.
- Miller, R.R. y L.E. Fuiman. 1987. Description and conservation status of *Cyprinodon macularius eremus*, a new subspecies of pupfish from Organ Pipe Cactus National Monument, Arizona. *Copeia* 3: 593-609.
- Minckley, W.L. 1973. Fishes of Arizona. Arizona Game and Fish Dept., Phoenix, Az. Pp. 293.
- Minckley, W.L., y D.E. Brown. 1982. Wetlands, Pp. 222-287, 888-341. In: D. E. Brown (ed.) *Biotic communities of the American Southwest-United States and México.* *Desert Plants* 4(1-4).
- Minckley, W.L., D.A. Hendrickson, y C.E. Bond. 1986. Geography of western North American freshwater fishes; description and relations to intracontinental tectonism, p. 519-614 + lit. cited. In: C.H. Hocutt, y E.O. Wiley (eds.) *Zoogeography of Freshwater Fishes of North America.* Wiley Interscience, New York, NY.
- Moyle, P.B. 1976. *Inland Fishes of California.* University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 405 p.
- Rinne, J.N. y W.L.Minkley. 1991. Native fishes of arid lands: A dwindling resources of the desert Southwest. Gen. Tech. Rep. RM-206. Ft Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 45 p.

- Ruíz-Campos, G. 1995. First occurrence of the yellow bullhead, *Ameiurus natalis*, in the lower Colorado, Baja California, México. *California Fish and Game* 81(2):80-81.
- Sykes, G. 1937. The Colorado Delta. Carnegie Instn. Of Washington Publ. No. 460, Amer. Geogr. Soc. Special Publ.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1993. Recovery plan for the Desert Pupfish (*Cyprinodon macularius*). U.S. Fish and Wildlife Service, Region 2, Albuquerque, New México. 50 p.
- Varela-Romero, A., L.. Juárez-Romero y J.R. Campoy-Favela. (En Revisión). Los Peces Dulceacuícolas de Sonora. Publicación Especial.
- Young, C. 1993. Selenium contamination poses risk for some rare Colorado River fish. Newsletter of the Recovery Program for the Endangered Fishes of the Upper Colorado River Basin. Spring 1993:1-2.
- Zengel, S.A., V.J. Meretsky, E.P. Glenn, R.S. Felger, y D. Ortiz. 1995. Ciénaga de Santa Clara, a remanent wetland in the Rio Colorado delta (Mexico): vegetation distribution and the effects of water flow reduction. *Ecological Engineering* 4:19-36.
- Zengel, S.A. y E.P. Glenn. 1996. Presence of the Desert pupfish (*Cyprinodon macularius*) in Cienega de Santa Clara. México, following an extensive drydown. *Southwestern Naturalist*.