

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



**CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA Y MERÍSTICA DE POBLACIONES
COSTERAS Y CONTINENTALES DEL GÉNERO *FUNDULUS* (TELEOSTEI:
FUNDULIDAE), DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

TESIS

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

DOCTOR EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

PRESENTA

CLAUDIA ALEJANDRA REYES VALDEZ

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. AGOSTO 2011

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



**CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA Y MERÍSTICA DE POBLACIONES
COSTERAS Y CONTINENTALES DEL GÉNERO *FUNDULUS* (TELEOSTEI:
FUNDULIDAE), DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

TESIS

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

DOCTOR EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

PRESENTA

CLAUDIA ALEJANDRA REYES VALDEZ

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. AGOSTO 2011

RESUMEN

La variación morfométrica y merística poblacional del taxón endémico dulceacuícola *Fundulus lima*, y su comparación con aquella de su congénere costero eurihalino (*Fundulus parvipinnis* sspp.) fue evaluada en 389 especímenes examinados de la península de Baja California, México. Cuarenta y cinco distancias corporales estandarizadas más diez conteos merísticos fueron comparados mediante un análisis de función discriminante (AFD). Este análisis determinó que 20 caracteres distinguen a *F. lima* de *F. parvipinnis* (inserción posterior de la aleta dorsal a la inserción posterior de la aleta anal [M9-10], diámetro ocular [M2-3 (2)], distancia interorbital [M3-4 (3)], escamas predorsales, escamas alrededor del cuerpo y escamas en la línea lateral; entre otros). Con respecto a las subespecies de *F. parvipinnis*, el análisis antes mencionado arroja que 18 de los 55 caracteres examinados distinguen a las poblaciones de las dos subespecies (inserción posterior de la aleta dorsal a la inserción posterior de la aleta anal [M9-10], distancia postdorsal [M15-17 (2)], distancia interorbital [M3-4 (3)], anchura cefálica a nivel de occipucio [M5-6 (3)], radios de la aleta caudal y escamas alrededor del cuerpo; entre otros).

Tres grupos de poblaciones de *F. lima* fueron reconocidos, el primero formado por las cuencas hidrológicas de San Ignacio, San Luis Gonzaga y La Purísima; el segundo por las cuencas de Bebelamas y San Javier; y el tercer grupo integrado por las cuencas hidrológicas de San Pedro y Las Pocitas. Se presume que el posible proceso evolutivo que dio origen a estas unidades fue

debido a un evento de colonización diferente a partir del ancestro costero eurihalino, basado en el modelo bioegeográfico-evolutivo de especiación alopátrica por fundadores discontinuos (Brown y Lomolino, 1998; Camarena-Rosales et al., 2001) y existe la posibilidad de una hibridación entre *F. lima* de las cuencas mas sureñas y *F. parvipinnis brevis* (Bernardi et al., 2007). Al realizar el AFD, la población de “*F. lima*” de la cuenca Las Pocitas demostró una gran similitud morfométrica y merística con la subespecie costera sureña (*F. parvipinnis brevis*), mientras que la población de “*F. lima*” de la cuenca del río San Pedro exhibió una posición intermedia respecto a las dos subespecies costeras. Esta separación de grupos y de poblaciones del género *Fundulus* en la península de Baja California, sugiere la presencia de al menos cinco unidades evolutivas (tres continentales y dos costeras).

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS
POSGRADO EN OCEANOGRAFIA COSTERA

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA Y MERÍSTICA DE POBLACIONES
COSTERAS Y CONTINENTALES DEL GÉNERO *FUNDULUS* (TELEOSTEI:
FUNDULIDAE), DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

TESIS

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

DOCTOR EN CIENCIAS

PRESENTA

CLAUDIA ALEJANDRA REYES VALDEZ

Aprobada por:



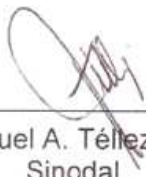
Dr. Gorgonio Ruiz Campos
Director de Tesis



Dr. Faustino Camarena Rosales
Sinodal



Dr. Adrián Felipe González Acosta
Sinodal



Dr. Miguel A. Téllez Duarte
Sinodal



Dr. Jorge Adrián Rosales Casián
Sinodal

DEDICATORIA

A MI PADRE:

ALEJANDRO EUGENIO REYES LOPEZ[†]

A veces me siento león, a veces gacela y al
despuntar el alba corro como tú me enseñaste

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar un profundo agradecimiento a mi director de tesis, maestro y amigo Dr. Gorgonio Ruiz Campos, por su enorme paciencia, apoyo, acertados consejos y excelente dirección de esta tesis. Al Dr. Faustino Camarena Rosales por sus consejos y ese extraordinario carácter que en más de una ocasión motivó la culminación del presente trabajo. Al Dr. Miguel A. Téllez Duarte por aportar sus conocimientos con respecto a los aspectos de la evolución geológica de la Península de Baja California. A los miembros de mi comité de tesis Dr. José Luis Castro Aguirre (*in memoriam*) y a los Drs. Jorge A. Rosales Casián y Adrian F. González Acosta por sus acertados comentarios y sugerencias, muchas gracias por ser parte de este equipo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada (Núm. de registro 173952) para la realización de mis estudios de posgrado en la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California. A los proyectos de investigación “Evaluación Ecológica y Distribucional de Peces Exóticos en las Regiones Hidrológicas de San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, y su Impacto en las Poblaciones del Pez Endémico Amenazado, *Fundulus lima*” (CONACyT-SEMARNAT 2002-CO1-173, Universidad Autónoma de Baja California DGIP 1275) y “Evaluación Ecológica y Poblacional de Peces Exóticos en los Sistemas de Oasis de San Luis Gonzaga, San Pedro de la Presa y Las Pocitas, Baja California Sur, y su Interacción con el Pez Endémico Peninsular *Fundulus lima* (Pisces:

Fundulidae)” (Universidad Autónoma de Baja California DGPI 173) que apoyaron en la recolección de material, así como al Dr. Giacomo Bernardi de la Universidad de California en Santa Cruz (proyecto “Population Genetics of a Baja California Sur Endemic Desert Fish, the San Ignacio Killifish *Fundulus lima*” US-Mexus No. 2001-SC-0211) por apoyar el muestreo de abril de 2002.

Agradezco además el apoyo de los siguientes curadores por permitir la consulta y examen de especímenes de sus colecciones respectivas: Tomio Iwamoto y William N. Eschmeyer (California Academy of Sciences, Department of Ichthyology, San Francisco), José de la Cruz-Agüero, Adrián F. González-Acosta y M. en C. Gustavo de la Cruz Agüero (Centro de Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional); Salvador Contreras-Balderas[†], María de Lourdes Lozano-Vilano y María Elena García-Ramírez (Universidad Autónoma de Nuevo León); y Oscar Trujillo del Museo (Universidad Autónoma de Baja California Sur).

De igual forma agradezco a aquellas personas que ayudaron a realizar la recolecta de los ejemplares: J.M. Torres, F.J. Viramontes, O. González, F. Reynoso, M.I. Montes, O.M. Tapia, R. Pérez, J. Alaníz, M.E. Valles, A. Gerardo, M.M. Villalobos, F. Camarena, L. Quintana, J. Escamilla, C. Márquez, A. Valdés, W.R. Zúñiga, V.M. Salceda, A. Gática, J.B. Ortiz, S. Sánchez, A.F. González, G. Ruiz Cota, J. De La Cruz, A. Antuna, J.A. Echánove, R. Guzmán, A.G. Jullian, D. Acosta, R. Druck, G. De León, I.A. Peraza, y S. Contreras[†].

A mi esposo, Efraín Ruiz Quintero, por su apoyo moral, económico y su aportación en esta tesis con la realización del mapa de localidades, así como a mi hija por su amor y paciencia. A mi hermana Martha E. Reyes por su ayuda en el procesamiento de algunas figuras sin cobro de honorarios. De igual forma agradezco a mi madre por sus ánimos y sin olvidarme de Ana Li y Ana Karen simplemente por estar ahí.

A mis amigos Constanza y Vale por su amistad y valiosísimo apoyo en las asignaturas de oceanografía física y química. Al Dr. Reginaldo Durazo, Dr. Víctor F. Camacho, Dr. Roberto Millán y Dr. Jorge Ledezma por introducirme al mundo de la oceanografía.

A mis amigos biólogos: Fabiola, Cristina, Vicky, Sonia, Iván, Julio, Paty, Janet, Javier, Rigo, David, Martha Valles y Asunción; y a aquellos que tienen algo de biólogos, aunque sean Ingenieros (forestales o agrónomos): César Ruiz, Cesar Ramos, Jaime, Luis Alaníz, Joven Dukes, José Cruz; gracias por su amistad.

Finalmente, a todas aquellas personas que hicieron esto posible y que sin querer han sido omitidas, a todas ellas sinceramente gracias.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	4
1.1.1 Taxonomía y Distribución	4
1.1.2 Características Bionómicas	7
1.1.3 Estatus de Conservación	10
1.2 Hipótesis	11
1.3 Objetivos	12
II. MÉTODOS	13
2.1 Área de Estudio	13
2.2 Metodología	19
2.2.1 Muestreo Ictiológico	19
2.2.2 Análisis Morfométrico y Merístico	22
2.2.3 Análisis Estadístico	26
III. RESULTADOS	32
3.1 Análisis Morfométrico	32
3.1.1 Poblaciones de <i>Fundulus lima</i>	32
3.1.2 Poblaciones de <i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.	40
3.1.3 Poblaciones del género <i>Fundulus</i> (<i>F. lima</i> y <i>F. parvipinnis</i> sspp.)	46
3.1.4 Género <i>Fundulus</i> (por taxón)	51
3.1.5 Poblaciones de <i>Fundulus lima</i> con los taxa <i>F. parvipinnis</i> .	54

3.2 Análisis Merístico	60
3.2.1 Poblaciones de <i>Fundulus lima</i>	66
3.2.2 Poblaciones de <i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.	68
3.2.3 Poblaciones del género <i>Fundulus</i> (<i>F. lima</i> y <i>F. parvipinnis</i> sspp.)	71
3.2.4 Género <i>Fundulus</i> (por taxón)	73
3.2.5 Poblaciones de <i>Fundulus lima</i> con los taxa de <i>F. parvipinnis</i> .	76
3.3 Análisis Morfométrico y Merístico Combinado	80
3.3.1 Poblaciones de <i>Fundulus lima</i>	80
3.3.2 Poblaciones de <i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.	83
3.3.3 Poblaciones del genero <i>Fundulus</i> (<i>F. lima</i> y <i>F. parvipinnis</i> sspp.)	86
3.3.4 Género <i>Fundulus</i> (por taxón)	90
3.3.5 Poblaciones de <i>Fundulus lima</i> con los taxa <i>F. parvipinnis</i> sspp.	95
3.4 Clave de identificación taxonómica	99
3.5 Fichas descriptivas	100
IV. DISCUSION	102
V. CONCLUSIONES	111
LITERATURA CITADA	114
ANEXOS	124

LISTA DE TABLAS

I. Coordenadas Geográficas de las localidades muestreadas para la recolección de especímenes del género <i>Fundulus</i> en la costa (<i>F. parvipinnis</i> sspp.) y los oasis (<i>F. lima</i>) de la península de Baja California, México.	14
II. Intervalos de las variables fisicoquímicas registradas en los sitios de distribución del género <i>Fundulus</i> en la Península de Baja California, México.	18
III. Valores promedio de variables fisicoquímicas registradas en localidades de oasis en las cuencas hidrológicas de los ríos San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, México.	18
IV. Distancias morfométricas basadas en el protocolo de cuadriláteros continuos ("box truss"), protocolo tradicional (Hubbs y Lagler, 1958) y otras medidas consideradas en el análisis morfométrico del género <i>Fundulus</i> de la península de Baja California, México.	24
V. Promedios y coeficiente de variación (CV) de caracteres morfométricos estandarizados de poblaciones de <i>Fundulus lima</i> de la península de Baja California, México.	33
VI. Promedios y coeficiente de variación (CV) de caracteres morfométricos estandarizados de poblaciones de <i>Fundulus parvipinnis</i> sspp. de la península de Baja California México.	34
VII. Promedios y coeficiente de variación (CV) de caracteres morfométricos estandarizados de los taxa del género <i>Fundulus</i> de la península de Baja California, México.	35
VIII. Valores de Lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) de <i>Fundulus lima</i> en la península de Baja California. Núm. de pasos en el modelo = 39.	38
IX. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares de <i>Fundulus lima</i> de la península de Baja California.	39

X. Valores de Lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante con el método de pasos hacia delante de <i>Fundulus parvipinnis</i> sspp. en la Península de Baja California. Núm. de pasos en el modelo = 36.	43
XI. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares de <i>Fundulus parvipinnis</i> sspp. de la península de Baja California. Ver abreviaturas de caracteres somáticos en tabla IV.	44
XII. Valores de Lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia de las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) para las poblaciones del género <i>Fundulus</i> de la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 44.	47
XIII. Coeficientes estandarizados de las primeras variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de ejemplares del género <i>Fundulus</i> , por localidad en la península de Baja California.	48
XIV. Valores de Lambda de Wilks, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante con el método de pasos hacia delante de los taxa del género <i>Fundulus</i> en la península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 36.	52
XV. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares del género <i>Fundulus</i> por taxón de la península de Baja California.	53
XVI. Valores de Lambda de Wilks, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante con el método de pasos hacia delante de las cuencas de <i>Fundulus lima</i> y los taxa <i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i> en la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 44.	56

XVII. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares del pez dulceacuícola (<i>Fundulus lima</i>) y las dos subespecies costeras (<i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) de la península de Baja California.	58
XVIII. Estadística descriptiva de caracteres merísticos de ejemplares de los taxa del género <i>Fundulus</i> de la península de Baja California.	63
XIX. Moda y coeficiente de variación (CV) de caracteres merísticos de los taxa del género <i>Fundulus</i> de la península de Baja California, México. Los códigos de los caracteres lineales son definidos en el texto.	64
XX. Tabla de frecuencia de los caracteres merísticos para los taxa del género <i>Fundulus</i> de la península de Baja California, México. Resaltado en negritas los valores más altos para el taxón en cuestión.	65
XXI. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables merísticas obtenidas del Análisis de Función Discriminante (método de pasos hacia delante) para cada uno de los taxa del género <i>Fundulus</i> ; <i>F. lima</i> (N=10), <i>F. parvipinnis</i> sspp (N=9) y todas las localidades juntas (N=10) en la Península de Baja California.	67
XXII. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos merísticos de cada uno de los taxa del género <i>Fundulus</i> de la península de Baja California.	67
XXIII. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables merísticas obtenidas del Análisis de Función Discriminante (método de pasos hacia delante) (A) entre lo taxa del género <i>Fundulus</i> y (B) poblaciones de <i>F. lima</i> por cuencas vs <i>F. parvipinnis</i> sspp. como taxa externos en la Península de Baja California.	75
XXIV. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos merísticos. (A) entre taxa del género <i>Fundulus</i> y (B) poblaciones de <i>Fundulus lima</i> por cuencas vs <i>F. parvipinnis</i> sspp. como taxa externos de la península de Baja California.	75

XXV. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) para poblaciones de <i>Fundulus lima</i> en la Península de Baja California. Núm. de pasos en el modelo = 48.	81
XXVI. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos y merísticos del género <i>Fundulus</i> de la península de Baja California. (A) Poblaciones de <i>F. lima</i> , (B) entre poblaciones de <i>F. parvipinnis</i> , y (C) todos los taxa combinados.	82
XXVII. Valores de Lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) de poblaciones de <i>Fundulus parvipinnis</i> spp. en la Península de Baja California. Núm. de pasos en el modelo = 42.	85
XXVIII. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) de las poblaciones del género <i>Fundulus</i> en la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 51.	88
XXIX. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) de los taxa del género <i>Fundulus</i> de la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 44.	93
XXX. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares del género <i>Fundulus</i> de la península de Baja California. (A) Comparación de los tres taxa (<i>F. lima</i> , <i>F. parvipinnis parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) (B) Comparacion de poblaciones de <i>F. lima</i> , usando las dos subespecies costeras (<i>F. parvipinnis parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) como taxa externos.	94
XXXI. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia de las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) para las poblaciones de <i>Fundulus lima</i> y los taxa externos <i>F. parvipinnis parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i> de la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 50.	96

LISTA DE FIGURAS

1. Localidades del material examinado de *Fundulus* de la península de Baja California, México. *Fundulus lima*: 1. San Ignacio, 2. La Purísima, 3. San Javier, 4. Bebelamas, 5. San Luis [Gonzaga], 6. San Pedro [de la Presa] y 7. Las Pocitas. *Fundulus parvipinnis parvipinnis*: 8. Cantamar, 9. El Descanso, 10. La Misión, 11. Estero de Punta Banda, 12. San Simón, 13. Laguna de Guerrero Negro y 14. Laguna Ojo de Liebre. *Fundulus parvipinnis brevis*: 15. La Bocana, 16. Laguna de San Ignacio, 17. Bahía Magdalena. 15
2. Ejemplares de talla similar de los tres taxa del género *Fundulus* de la península de Baja California, México. Arriba: *Fundulus lima* (Poza Larga, Río San Ignacio, B.C.S., UABC-1312); centro: *F. parvipinnis parvipinnis* (Bocana Arroyo El Descanso, B.C., UABC-0478); y abajo: *F. parvipinnis brevis* (Puerto San Carlos, B.C.S., UABC-1612). Fotografía por Gorgonio Ruiz-Campos. 20
3. Especímenes de *Fundulus lima* de diferentes cuencas hidrológicas en su ámbito de distribución. (A) San Ignacio, (B) San Luis, (C) San Javier, (D) Bebelamas, (E) La Purísima, (F) San Pedro y (G) Las Pocitas. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos. 21
4. Marcas anatómicas “*land marks*” de las distancias morfométricas usadas para el análisis comparativo del género *Fundulus* de la península de Baja California, México. (A) protocolo “box truss” de Bookstein et al. (1985). (B) método estándar de Hubbs y Lagler (1958). 23
5. Conteos realizados en las aletas y escamas de los ejemplares del género *Fundulus* de la península de Baja California. A) Aleta dorsal, B) Aleta anal, C) Aleta caudal, D) Aleta pectoral, E) Escamas en la línea lateral y F) poros del sistema cefálico lateral. Fotografías: C.A. Reyes-Valdez. 27
6. Dendrograma de clasificación de los individuos con base en las distancias cuadráticas de Mahalanobis para las poblaciones por cuenca de *Fundulus lima*. 36
7. Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 para las poblaciones de *Fundulus lima* en las cuencas hidrológicas del Pacífico en Baja California Sur, México. 41

8. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 para las poblaciones costeras de <i>Fundulus</i> (<i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	45
9. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 para las poblaciones del género <i>Fundulus</i> (<i>F. lima</i> , <i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	50
10. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 para el género <i>Fundulus</i> (<i>F. lima</i> , <i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	55
11. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 para los ejemplares de <i>F. lima</i> , y los taxa <i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i> de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	59
12. Gráficas con valores modales de radios y/o escamas contados por cuenca y/o taxa en los fundúlidos de la península de Baja California. Cuencas de <i>Fundulus lima</i> , 1) San Ignacio, 2) La Purísima, 3) San Javier, 4) Bebelamas, 5) San Luis Gonzaga, 6) San Pedro, 7) Las Pocitas; 8) <i>F. p. parvipinnis</i> y 9) <i>F. p. brevis</i> .	61
13. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 de caracteres merísticos para las poblaciones dulceacuícolas de <i>Fundulus lima</i> de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	69
14. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 de caracteres merísticos para las poblaciones costeras de <i>Fundulus</i> (<i>F. p. parvipinnis</i> and <i>F. p. brevis</i>) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	72
15. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 de caracteres merísticos para las poblaciones del género <i>Fundulus</i> (<i>F. lima</i> , <i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	74

16. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 de caracteres merísticos de los taxa del género <i>Fundulus</i> (<i>F. lima</i> , <i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	77
17. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 de caracteres merísticos a nivel de cuencas hidrológicas de <i>F. lima</i> con la inclusión de <i>F. parvipinnis parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i> como taxa externos; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	79
18. Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 para las poblaciones de <i>Fundulus lima</i> de la península de Baja California, México.	84
19. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 para las poblaciones costeras de <i>Fundulus</i> (<i>F. parvipinnis parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	87
20. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 para las poblaciones del género <i>Fundulus</i> (<i>F. lima</i> , <i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i>) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.	91
21. Análisis de función discriminante de la raíz 1 <i>versus</i> raíz 2 entre poblaciones de <i>F. lima</i> , y las subespecies costeras taxa <i>F. p. parvipinnis</i> y <i>F. p. brevis</i> (taxa externos) de la península de Baja California, México.	98

I. INTRODUCCIÓN

La familia Fundulidae, perteneciente al orden Cyprinodontiformes, comprende un grupo de peces conocidos como guayacones o “killifishes” que habitan ambientes dulceacuícolas y estuarinos del continente americano (Nelson, 2006). La familia incluye cuatro géneros y aproximadamente 50 especies (Berra, 2001; Nelson, 2006) de los cuales el género *Fundulus* es el más diverso con 30 especies conocidas (Berra, 2001; Nelson, 1994; García-Ramírez et al., 2006), la mayoría de las especies están distribuidas en la vertiente Atlántica y solamente dos concurren en el Pacífico, incluyendo la península de Baja California, México (Parenti, 1981; Bernardi, et al., 1995).

Las dos especies del Pacífico Americano son la forma eurihalina *Fundulus parvipinnis* (Girard, 1854), con distribución en la provincia costera Californiana (Miller y Lea, 1972) o provincia de San Diego (Briggs, 1974) y perteneciente al componente marino eurihalino (Follett, 1960; Castro-Aguirre, 1978; Castro-Aguirre et al., 1999); y la forma dulceacuícola *Fundulus lima* (Vaillant, 1894) que es endémica de los oasis de la vertiente Pacífico de Baja California Sur (Follett, 1960; Ruiz-Campos, 2000) y actualmente categorizada en peligro de extinción (Ruiz-Campos et al., 2003, Ruiz-Campos, 2010). Ambos taxa nominales son asumidos a estar relacionados (Follett, 1960) filogenéticamente (Camarena-Rosales et al., 2001), ya que el origen de *F. lima* se presume que fue a partir de la dispersión de una población ancestral eurihalina de *F. parvipinnis*, la cual incursionó a los ambientes dulceacuícolas y



quedó eventualmente aislada al cambiar las condiciones hidrológicas en tiempos post-pleistocénicos (Camarena-Rosales et al., 2001; Ruiz-Campos et al., 2003, Bernardi et al., 2007).

Dos subespecies nominales de *F. parvipinnis* han sido reconocidas, la forma norteña *F. parvipinnis parvipinnis* (Girard, 1854) que se distribuye desde Morro Bay, California (EE.UU.) hasta la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur (De La Cruz-Agüero, 1996), y la sureña *F. p. brevis* (Osburn y Nichols, 1916) con distribución de Punta Eugenia a Bahía Magdalena, Baja California Sur (Bernardi y Talley, 2000; Camarena-Rosales et al., 2001; Bernardi, et al., 2007). Bernardi et al. (2007) con base en un análisis de la secuencia de la región control mitocondrial (D-loop) de poblaciones continentales y costeras de *Fundulus* de la península de Baja California, determinaron que el complejo *F. parvipinnis parvipinnis* - *F. p. brevis* y *F. lima* forman una tricotomía no resuelta que divergieron entre 200,000 y 400,000 años, por lo cual cada una representa un clado o unidad evolutiva distinta. Sin embargo, Camarena-Rosales et al. (2001) asumieron que la separación genética de estas dos subespecies costeras fue producto de un proceso parapátrico favorecido por la corriente de California.

En el caso de la forma continental, *F. lima*, es asumido que todas sus poblaciones estuvieron históricamente conectadas, y eventualmente vicariadas por eventos geológicos e hidrográficos (Follett, 1960); empero Camarena-Rosales et al. (2001) argumentaron con una base filogeográfica que cada población fue originada individualmente a través de un proceso de radiación por



fundadores disyuntos. Si este proceso ocurrió así, entonces cada población vicariada debería constituir una especie genuina bajo el concepto de especie evolutiva (*sensu* Mayden y Wood, 1995).

La descripción morfológica de *F. lima* ha sido basada únicamente en ejemplares de la localidad tipo del oasis San Ignacio (Vaillant, 1894; Evermann, 1908; Camarena-Rosales, 1999; Camarena-Rosales et al., 2001), por lo que se desconoce la magnitud de la variación morfológica a través de su ámbito de distribución (Ruiz-Campos et al., 2003). Análisis genéticos recientes realizados en poblaciones de *F. lima* indican ciertas diferencias en la composición y frecuencia de las secuencias del ADN mitocondrial (Bernardi et al., 2007) y de haplotipos (Ruiz-Campos et al., 2008), mismos que requieren ser complementadas con análisis morfológicos para apreciar completamente la historia evolutiva del grupo.

Para abordar estas temáticas, el presente estudio pretende caracterizar morfológica y merísticamente las especies y/o subespecies de Fundúlidos de la península, incluyendo la variación intra e interpoblacional de sus caracteres anatómicos con la finalidad de identificar caracteres diagnósticos que permitan clarificar su posición taxonómica y determinar las relaciones evolutivas existentes entre los taxa.



1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Taxonomía y Distribución

Fundulus parvipinnis (Girard, 1854), contiene dos subespecies nominales: *F. p. parvipinnis* (Girard, 1854), con distribución en aguas costeras y estuarios desde Morro Bay, California, EE.UU. (Miller y Lea, 1972) hasta Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur (Danemann y De La Cruz-Agüero, 1993); y *F. p. brevis* (Osburn y Nichols, 1916), confinada de Punta Eugenia (Bernardi y Talley, 2000; Bernardi, et al., 2007) a Bahía Magdalena, Baja California Sur (Camarena-Rosales et al., 2001). *F. parvipinnis* se caracteriza por tener un cuerpo moderadamente alargado; seis radios branquiostegos; 12-15 radios dorsales; 11-13 radios anales; 31 a 37 escamas en serie lateral; diámetro ocular cuando menos 4.2 veces en la longitud cefálica; aleta dorsal y anal redondeadas; dorso verde oliváceo y vientre pardo amarillento; machos nupciales pardo oscuros. Macho nupcial distinguido de la hembra por la aleta anal de mayor longitud y la presencia de acrecencias en las escamas (Jordan y Evermann, 1896; Miller y Lea, 1972; Ruiz-Campos, 1998).

La forma norteña *F. p. parvipinnis* se distingue de la forma sureña *F. p. brevis* por tener una mayor cantidad de escamas en la línea lateral (Dumke, 1976). Myers (1930), Miller (1943) y Miller y Hubbs (1954) también indicaron que la forma norteña posee más vertebras que la forma sureña (Dumke, 1976).

Con respecto a la presencia de las dos subespecies en la vertiente costera Pacífico de la península de Baja California, su distribución fue



configurada por la corriente de California a través de un proceso de diferenciación parapátrica (Bernardi y Talley, 2000; Camarena-Rosales et al., 2001).

La especie *Fundulus lima* fue descrita por Vaillant (1894) sobre la base de 15 ejemplares recolectados por León Diguët en el Río San Ignacio en 1892, el cual menciona que presenta 10 radios dorsales, 10 radios anales y 6 radios ventrales (pélvicos), 38 escamas en la línea lateral y 20 en la línea transversal; especie de forma robusta, altura menor a 1/3, la longitud cefálica 2/7 y la región caudal 1/9 de la longitud corporal; ojo pequeño, 2/11 de la longitud cefálica; espacio interorbital amplio, plano; 23 escamas de la nuca al origen de la aleta dorsal; origen de la aleta anal claramente detrás de la aleta dorsal. De manera independiente, Evermann (1908) describió a *F. meeki* de la misma localidad anterior, con base en 19 ejemplares que habían sido capturados por Edward W. Nelson en 1905. La descripción es como sigue: cuerpo corto y ancho; cabeza grande y plana, con el interorbital amplio; ojo pequeño; diámetro ocular cabe 4.5 veces en longitud cefálica; rostro y espacio interorbital caben 4 y 2.7 veces respectivamente en la longitud cefálica; cabeza 3.1 veces en la longitud del cuerpo hasta la base de la aleta caudal; 12 radios dorsales, 12 radios anales y 34 escamas en la línea lateral; el margen dorsal desde la punta del hocico a la parte más alta de la parte dorsal, es vertical arriba de la base del pectoral, levantándose rápidamente y en una línea recta, descendiendo ligeramente a la aleta dorsal hasta la base de la cual desciende rápidamente al pedúnculo caudal en donde la línea dorsal y ventral son paralelas; margen ventral



ligeramente convexo; hocico grande y punteado; pedúnculo caudal (medido de la base del último radio anal a la base de la aleta caudal) cabe 1.4 veces en la longitud de la cabeza; aproximadamente 25 escamas presente desde el origen de la aleta dorsal al hocico; origen de la aleta anal situada en la porción media de la base de la aleta dorsal; coloración del cuerpo es verde (olivo-grisáceo) en la parte dorsal, y blanco con tonos amarillos en la parte ventral. Posteriormente, Myers (1930) sinonimizó *F. meeki* con *F. lima*, por tratarse de la misma especie, conservando el estatus nomenclatural *F. lima* por tener prioridad cronológica y menciona que durante la época reproductiva, los machos presentan un extraordinario desarrollo de las ctenas en las escamas laterales del pedúnculo caudal.

La distribución conocida de *F. lima* comprende desde la cuenca del Río San Ignacio hasta la cuenca del Río Las Pocitas, Baja California Sur (Ruiz-Campos et al., 2002). Sobre el origen de *F. lima* se asume una relación filogenética estrecha con *F. parvipinnis* (Follett, 1960; Camarena-Rosales et al., 2001; Ruiz-Campos et al., 2002). Se presume que su origen fue a partir de la dispersión de una población ancestral eurihalina de *F. parvipinnis*, la cual incursionó a los ambientes dulceacuícolas y quedó eventualmente aislada al cambiar las condiciones hidrológicas en tiempos post-pleistocénicos (Camarena-Rosales et al., 2001; Ruiz-Campos et al., 2002).



1.1.2 Características Bionómicas

La especie *F. parvipinnis* conocida como guayacón californiano o “California killifish” es un pez eurihalino y residente en aguas costeras y estuarinas con fondo de arena/cieno, como son canales de marismas y orillas de arroyos con vegetación acuática emergente (Ruiz-Campos, 1998; Ruiz-Campos et al., 2000). En las bocanas de los arroyos del noroeste de Baja California esta especie concurre en un amplio intervalo de salinidad (1.9 a 88 ppt), temperatura (16.5 a 30.5 °C), oxígeno disuelto (3.1 a 13.0 mg/l), potencial de hidrógeno (7.9 a 9.2), sólidos disueltos totales (2.5 a 80.6 g/l) y conductividad (3.6 a 130 mS/cm) (Ruiz-Campos, 1998).

La alimentación es basada en invertebrados bénticos y plantónicos, con un periodo de reproducción de Mayo a Junio, pudiendo continuar hasta septiembre, la fecundidad oscila de 61 a 439 huevecillos (Moyle, 2002).

Bernardi y Talley (2000) estimaron los niveles de dispersión de *F. parvipinnis* entre diferentes hábitat costeros de esta especie usando marcadores genéticos y morfológicos; los análisis denotan diferencias significativas entre individuos recolectados al norte de Punta Eugenia (Baja California Sur) y al sur de la misma, habiendo poco flujo génico entre sus poblaciones. Dumke (1976) afirmó que las características morfológicas (conteo de escamas de la línea lateral y el conteo de vértebras) en esta especie permiten separar las subespecies, y su variación clinal se asocia más a factores ambientales que aquéllos de tipo genético.



Para el caso de *Fundulus parvipinnis brevis*, los principales estudios son concernientes a su reconocimiento taxonómico (Osburn y Nichols, 1916; Myers, 1930; Miller y Hubbs, 1954; Follett, 1960; Camarena-Rosales, 1999; Camarena-Rosales et al., 2001). Se caracteriza por tener un cuerpo moderadamente robusto, dorso elevado; aleta dorsal emerge después de una elevación estrepitosa del hocico a la altura de la inserción anterior de la aleta pectoral, por tanto redondeada suavemente a la inserción del dorso, inclinándose por debajo de la base de la aleta dorsal y por lo tanto más suavemente a la base de caudal; pedúnculo caudal largo y delgado. Ojo e interorbital 3.8 y 3, respectivamente, veces en la región cefálica; boca pequeña, de la punta del hocico al final del maxilar 3.5 veces en la región cefálica. 32 escamas en la línea lateral, 13 radios anales y 13 radios dorsales (Osburn y Nichols, 1916).

Con respecto a la especie *F. lima* conocida como sardinilla peninsular o guayacón de San Ignacio (Ruiz-Campos, 2000), ésta ha sido registrada en oasis dentro de los siguientes ámbitos físico-químicos: salinidad (<0.1 a 4.3 ‰), temperatura (15 a 29 °C), oxígeno disuelto (4.2 a 15.8 mg/l), potencial de hidrógeno (7.0 a 10.3), sólidos disueltos totales (0.05 a 5.0 g/l) y conductividad (0.07 a 7.7 mS/cm) (Ruiz-Campos et al., 2006b).

Alaníz-García (1995) y Alaníz-García et al. (2004) estudiaron los hábitos alimenticios de *F. lima* en la localidad tipo de oasis San Ignacio. Sus pesquisas reportan una dieta compuesta básicamente de algas filamentosas, diatomeas, cladóceros y ostrácosos. En 2006 Acosta-Zamorano estudió la composición



trófica del *F. lima* en dos cuencas hidrológicas, San Ignacio y La Purísima, por periodos de lluvias y secas. En dicho estudio se encontró que en ambas cuencas, *F. lima* se alimenta principalmente de diatomeas, larvas de dípteros y tricópteros durante la estación de secas, mientras que prefiere larvas de dípteros, algas filamentosas y ostrácodos en temporada de lluvias; concluyendo que la estrategia alimenticia para la época de secas corresponde a un especialista y cambiando a oportunista en la época de lluvias. Aunque no se han realizado estudios específicos sobre su ciclo reproductivo, Ruiz-Campos (2000) menciona que la coloración nupcial y las ctenas bien desarrolladas de los machos en los meses de Marzo-Abril sugiere que la reproducción ocurre durante este periodo de tiempo. Ruiz-Campos et al. (2006a) determinaron la relación peso-longitud, factor de condición relativa y nivel de parasitismo para *Fundulus lima* en las cuencas de San Ignacio y La Purísima. Estos autores determinaron que la pendiente (b) de la relación peso-longitud y el factor de condición relativo fueron menores en las poblaciones de San Ignacio, lo cual estuvo asociado con altos niveles de parasitismo por el nematodo *Contracaecum multipapillatum*.

La distribución y abundancia de *F. lima* y su interacción con peces exóticos en las cuencas de San Ignacio y La Purísima fue evaluada durante el periodo de octubre de 2002 a julio de 2004; lo que resultó en el reconocimiento de dos nuevas poblaciones en el Río San Ignacio y la confirmación de su presencia río arriba en La Purísima, además de una correlación inversa



significativa entre su densidad y la abundancia del pez exótico *Tilapia* cf. *zillii* en la cuenca de San Ignacio (Ruiz-Campos, et al., 2006b).

1.1.3 Estatus de Conservación

El estatus de conservación de *F. parvippinis* es considerado estable con base en muestreos sistemáticos en la parte noroeste de Baja California (Ruiz-Campos, 1998; Ruiz-Campos et al., 2000). En el caso de *F. lima*, ésta se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Peligro de Extinción (P), debido al declive poblacional en la mayoría de los oasis de su ámbito distribucional y que ha sido generado por interacción competitiva con el cíclido exótico *Tilapia* cf. *zillii* (Ruiz-Campos, 2000; Ruiz-Campos et al., 2002; 2006b).



1.2 HIPÓTESIS



Existe una variación de índole geográfica latitudinal en las características merísticas y morfométricas de las poblaciones de *Fundulus lima* y *F. parvipinnis* en la península de Baja California.



Existen dos subespecies de *F. parvipinnis* en la península de Baja California.



Las especies y subespecies de *Fundulus* de la península de Baja California pueden ser distinguidas y segregadas a partir de una combinación de caracteres merísticos y morfométricos.



Son las poblaciones de *F. lima* unidades evolutivas discretas que deben ser consideradas al menos como subespecies vicariadas.



Las poblaciones dulceacuícolas sureñas del género *Fundulus* (al sur del Río La Purísima) tienen una mayor afinidad a la subespecie sureña *F. parvipinnis brevis* que a *F. lima*.



1.3 OBJETIVOS

General:

Caracterizar y comparar morfológica y merísticamente las poblaciones costeras y continentales del género *Fundulus* de la península de Baja California, México, con base en el análisis de 55 caracteres corporales y evaluar cuales de éstos son de utilidad para el reconocimiento de las especies y subespecies involucradas.

Específicos:



Determinar la variación de caracteres morfométricos y merísticos de poblaciones de *F. lima* y *F. parvipinnis* sspp. en la península de Baja California.



Comparar la variación intra e interpoblacional de los caracteres morfométricos y merísticos en cada uno de los taxa antes mencionados.



Identificar la combinación de caracteres morfológico, diagnósticos que permiten distinguir entre *Fundulus lima* y *F. parvipinnis* sspp.



Comprobar si cada población de *F. lima* representa una unidad evolutiva (*sensu* Mayden y Wood, 1995) en cada cuenca hidrológica.



II. METODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende a los humedales costeros (bocanas y marismas) de la vertiente Pacífico desde el estuario del Río Cantamar (Baja California [BC]) a Bahía Magdalena (Baja California Sur [BCS]), como también a los sistemas de oasis de esta misma vertiente comprendidos entre la cuenca del Río San Ignacio (BCS) y la cuenca del Río Las Pocitas (BCS) [Tabla I; Figura 1]. La hidrología superficial en el noroeste de la región está representada por una serie de pequeños arroyos que se originan en las pendientes occidentales de los sistemas montañosos de Sierra de Juárez y Sierra San Pedro Mártir. La mayoría de estos arroyos permanecen intermitentes en la parte media y baja de su cauce durante condiciones extremas de secas (Tamayo y West, 1964). La desembocadura de la mayoría de los arroyos frecuentemente están bloqueadas del océano por barras arenosas, excepto durante eventos de inundación fluvial o de pleamar que producen condiciones mixohalinas (Ruiz-Campos et al., 2000). Los hábitat de marismas están presentes en la Bahía Todos Santos (Punta Banda), Bahía de San Quintín, Laguna Guerrero Negro, Laguna San Ignacio, La Bocana y Bahía Magdalena. Los ambientes de agua dulce en el área de estudio están representados por un complejo de oasis a través de las cuencas del Pacífico de las regiones centrales y sureñas de la península, desde el Río San Ignacio al Río Las Pocitas. Estos oasis son producidos por ojos de agua que crean pozas permanentes dentro de cada



cuenca y son conectados de manera intermitente durante eventos de inundación (Ruiz-Campos et al., 2003).

Tabla I. Coordenadas Geográficas de las localidades muestreadas para la recolección de especímenes del género *Fundulus* en la costa (*F. parvipinnis* spp.) y los oasis (*F. lima*) de la península de Baja California, México.

Cuenca / Bahía	Localidad	Coordenadas
Cantamar	Cantamar	32° 13' 44.2" N 116° 55' 21.5" W
El Descanso	El Descanso	32° 12' 09.3" N 116° 54' 47.8" W
Río Guadalupe	La Misión	32° 05' 32.0" N 116° 52' 50.0" W
Bahía Todos Santos	Estero de Punta Banda	31° 54' 05.8" N 116° 43' 48.4" W
Bahía San Quintín	San Simón	30° 24' 24.1" N 115° 54' 24.3" W
Laguna Guerrero Negro	Laguna Guerrero Negro	27° 58' 47.8" N 114° 05' 0.9" W
Laguna Ojo de Liebre	Laguna Ojo de Liebre	27° 18' N 112° 53' W
La Bocana	La Bocana	26° 46' 59.9" N 113° 40' 03.5" W
Laguna San Ignacio	Laguna San Ignacio	26° 50' 26.0" N 113° 11' 05.0" W
Bahía Magdalena	Puerto San Carlos	24° 46' 42.0" N 112° 05' 33.0" W
San Ignacio	Oasis San Ignacio	27° 17' 48.3" N 112° 52' 55.1" W
	Poza Larga	27° 16' 26.1" N 112° 54' 46.5" W
	Los Corralitos	27° 13' 01.9" N 112° 59' 54.8" W
	San Sabas	27° 11' 51.8" N 113° 00' 09.3" W
La Purísima	Ojo de Agua	26° 19' 24.2" N 111° 59' 09.7" W
	Carambuche	26° 14' 19.8" N 112° 00' 03.6" W
	El Piloncillo	26° 12' 01.9" N 112° 03' 55.8" W
San Javier	Misión de San Javier	25° 52' 07.0" N 111° 32' 49.0" W
Bebelamas	Rancho San Lucas	24° 57' 44.6" N 111° 20' 17.9" W
San Luis Gonzága	Misión de San Luis	24° 54' 34.8" N 111° 17' 21.5" W
	Rancho Las Cuedas	24° 53' 59.4" N 111° 14' 58.7" W
San Pedro	San Basilio	24° 50' 13.1" N 111° 04' 37.4" W
	Rancho Merécuaro	24° 48' 25.2" N 111° 09' 03.6" W
	San Pedro de la Presa	24° 51' N 110° 59' W
	Rancho Encinas	24° 46' 55.0" N 111° 09' 02.4" W
Las Pocitas	Rancho El Caracol	24° 32' N 111° 01' W



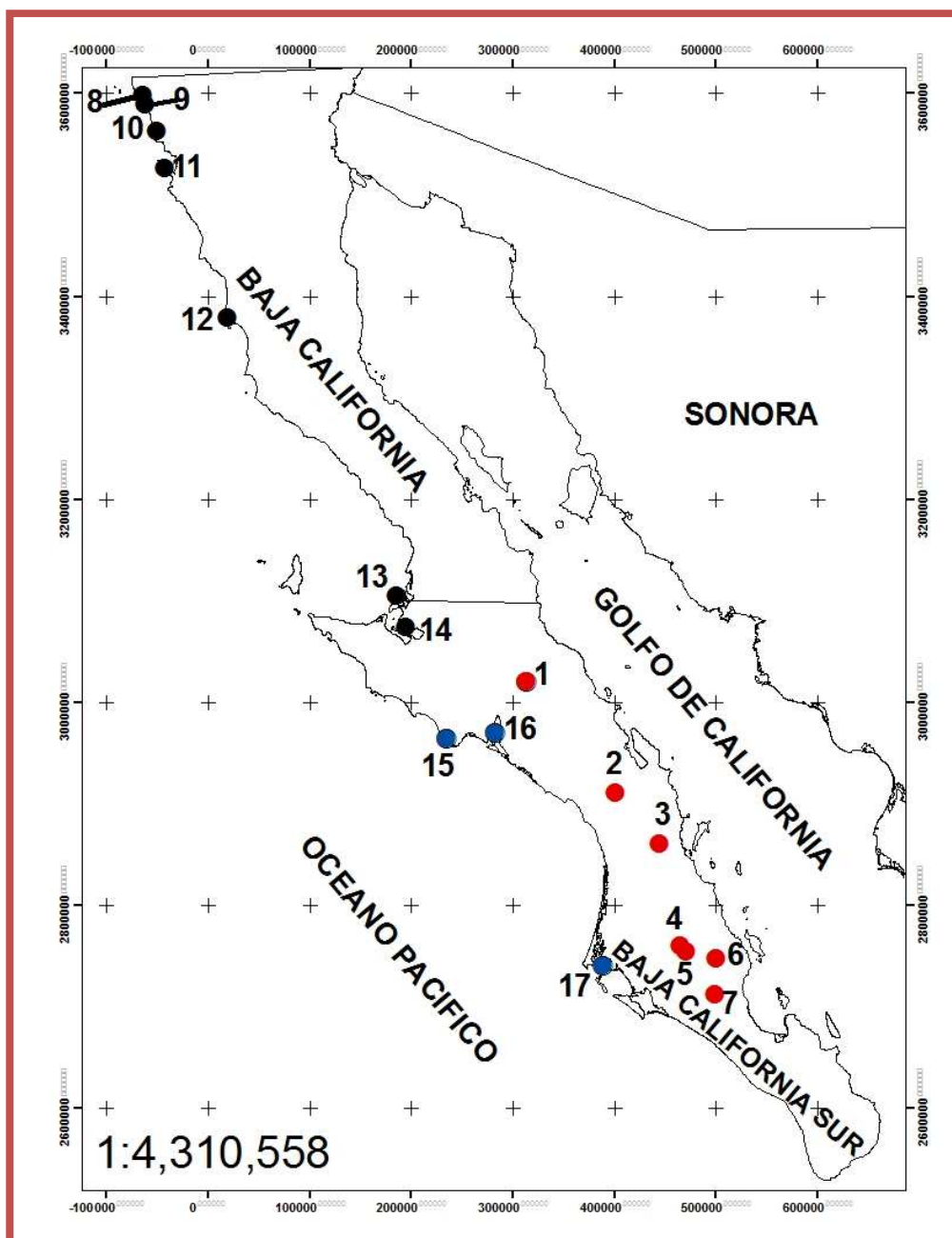


Figura 1. Localidades del material examinado de *Fundulus* de la península de Baja California, México. *Fundulus lima*: 1. San Ignacio, 2. La Purísima, 3. San Javier, 4. Bebelamas, 5. San Luis [Gonzaga], 6. San Pedro [de la Presa] y 7. Las Pocitas. *Fundulus parvipinnis parvipinnis*: 8. Cantamar, 9. El Descanso, 10. La Misión, 11. Estero de Punta Banda, 12. San Simón, 13. Laguna de Guerrero Negro y 14. Laguna Ojo de Liebre. *Fundulus parvipinnis brevis*: 15. La Bocana, 16. Laguna de San Ignacio, 17. Bahía Magdalena.



El área de estudio forma parte de la provincia de Baja California en la región Xerofítica Mexicana del reino neotropical (Rzedowski, 1978). La vegetación predominante en el área de distribución de la subespecie costera (*F. p. parvipinnis*) es de marisma, compuestas principalmente *Spartina foliosa*, *Frankenia grandifolia*, *Salicornia bigelovii*, *Distichlis spicata*, *Suaeda californica* y *Limonium californicum*; y en la vegetación de dunas costeras: *Salicornia subterminalis*, *Monanthocloe littoralis*, *Frankenia palmeri*, *Atriplex julacea* y *Lycium brevipes* (Delgadillo, 1992).

La vegetación en el área donde concurre la otra subespecie costera (*F. p. brevis*) pertenece a la región Xerofita-Mexicana, provincia Bajacaliforniana, en los sectores de Vizcaíno y Magdalense, en esta región encontramos a *Suaeda taxifolia*, *Maytenus phyllanthoides*, *Atriplex julaceae*, *Frankenia palmeri*, *Euphorbia misera*, *Lycium californicum*, *Encelia californica*, *Lotus bryanthii*, *Isocoma menziesii*, *Camissonia crassifolia*, *Encelia ventorum*, *Lycium richii*, *Abronia maritima*, *Astragalus magdalenae* y *Atriplex magdalenae*, entre otras (Peinado, et al. 2008).

Para el caso de *Fundulus lima*, la cual se encuentra distribuida desde la cuenca del Río San Ignacio hasta la cuenca del Río Las Pocitas, en Baja California Sur, estas pertenecen a la región Magdalena y a la región árida-tropical, respectivamente (Peinado, et al. 2008). En la última región mencionada predominan árboles y arbustos como *Erythea brangeei*, *Cyrtocarpa edulis*, *Pithecellobium undulatum*, *Tamarindus indicus* (introducida), *Acacia brandegeana*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Coulterella capitata* y *Sapindus*



saponaria; además del cardón *Pachycereus pringlei*, varias especies de *Mammillaria* y *Ferocactus* sp., todos éstos encontrándose en bajas elevaciones sobre laderas y a lo largo de cauces secos. Dentro de los oasis se pueden encontrar elementos del género *Typha*, *Potamogeton*, *Scirpus*, *Utricularia*, *Zannichellia*, *Lemna*, y *Azolla* (Wiggins, 1980); así como vegetación ribereña asociada, representada por palmas nativas (*Washingtonia robusta*) y exóticas (*Phoenix dactylifera*), carrizos (*Phragmites communis*), y huatamote (*Baccharis salicifolia*) (Arriaga et al., 1997).

El clima de la región (BW) es de tipo seco desértico donde la precipitación media anual es inferior a 100 mm. (Köeppen, 1948 *fide* Rzedowski, 1978). Según la clasificación climática usada por Coria (1997) para Baja California Sur, los tipos de clima correspondientes a las localidades donde se distribuye *Fundulus lima* son: BW(h') muy seco, muy cálido; y BW(h), muy seco, semicálido.

Los intervalos de las variables fisicoquímicas que han sido registrados a través del ámbito de distribución del género *Fundulus* en la península de Baja California se muestran en la tabla II y se encuentran descritas en Ruiz-Campos et al. (1998, 2003, 2006b, y 2008). En la tabla III se ofrecen los valores promedio de las variables fisicoquímicas para las localidades de las cuencas hidrológicas de los ríos San Ignacio y La Purísima (Ruiz-Campos et al., 1998).



Tabla II. Intervalos de las variables fisicoquímicas registradas en los sitios de distribución del género *Fundulus* en la Península de Baja California, México.

Variable	<i>F. parvipinnis</i> sspp.	<i>Fundulus lima</i>
Salinidad (‰)	1.9 - 88	< 0.1 - 4.3
Temperatura (°C)	16.5 - 30.5	15.19 - 29.08
Oxígeno disuelto (mg/l)	3.1 - 13.0	4.23 - 15.85
Potencial de iones hidrógeno	7.9 - 9.2	7.02 - 10.34
Sólidos disueltos totales (g/l)	2.5 - 80.6	0.048 - 4.99
Conductividad (mS/cm)	3.6 - 130	0.075 - 7.76

Tabla III. Valores promedio de variables fisicoquímicas registradas en localidades de oasis en las cuencas hidrológicas de los ríos San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, México.

Localidad	Fecha d/m/a	Hora	Temp . (C)	Oxig. (mg/l)	Cond. (mS/cm)	pH	S (‰)	TDS (g/l)
Poza Larga	24/10/02	11:07	19.13	8.75	0.604	8.80	0.3	0.388
	05/02/03	11:55	16.94	10.77	0.407	8.49	0.2	0.260
	22/09/03	18:12	26.60	*	0.390	7.98	0.2	0.246
	27/03/04	18:47	22.67	10.05	0.386	7.90	0.2	0.247
	04/07/04	14:05	27.21	11.32	4.81	9.27	2.6	3.080
	05/07/07	12:08	26.72	5.21	3.77	10.42	2.1	2.477
Los Corralitos	25/10/02	15:01	24.98	10.89	0.565	8.98	0.3	0.370
	05/02/03	13:53	16.45	12.43	0.424	9.17	0.2	0.288
	22/09/03	16:20	26.60	*	0.610	8.48	0.3	0.360
	04/07/04	12:35	26.00	12.83	5.55	10.34	3.1	3.550
	05/07/07	14:24	29.43	5.58	4.70	11.43	2.6	2.996
San Sabas	05/02/03	16:55	17.12	11.52	1.110	8.98	0.6	0.716
	28/03/04	16:12	26.10	15.85	0.543	8.67	0.3	0.349
	04/07/04	11:30	24.95	9.47	7.760	10.00	4.3	4.990
	05/07/07	15:20	33.96	5.46	6.776	11.45	3.8	4.403
Ojo de Agua	27/10/02	15:51	26.54	7.60	0.079	7.67	<0.1	0.051
	08/02/03	13:43	23.32	13.29	0.075	9.06	<0.1	0.048
	31/01/04	11:55	19.71	13.47	0.793	9.13	0.4	0.503
	01/07/04	11:22	26.53	8.79	0.960	9.11	0.5	0.620
Carambuche	08/02/03	10:43	18.53	11.15	0.163	8.61	0.1	0.104
	29/01/04	10:56	16.44	13.48	1.162	8.99	0.6	0.741
El Pílon	08/02/03	09:39	16.30	7.11	0.228	8.03	0.1	0.146
	29/01/04	10:06	16.28	13.82	1.950	8.93	1.0	1.248

* = no medido



2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 Muestreo Ictiológico

Los ejemplares ícticos del género *Fundulus* (Fig. 2 y 3) fueron recolectados entre 1977 y 2010 en 26 localidades costeras y de agua dulce a través de las cuencas de la vertiente del Pacífico de la península de Baja California (cf. Anexo I).

La recolecta de los *Fundulus* fue efectuada con el uso de trampas tipo “minnow” colocadas a lo largo de los cuerpos de agua y utilizando como cebo fragmentos de tortillas o malvaviscos. Los ejemplares recién capturados fueron colocados de manera individual en una bolsa de plástico, con sus respectivos datos de recolecta (localidad, coordenadas geográficas, fecha, etc.) y enseguida guardados en hielo seco a -40°C para su traslado al laboratorio. Una vez en el laboratorio fueron colocados en formol al 10% para su fijación permaneciendo así durante una semana, posteriormente se realizó el lavado de los organismos para eliminar el formol dejándolos en agua corriente durante un lapso de 24 a 48 horas, finalmente fueron colocados en alcohol etílico al 70% con su etiqueta respectiva conteniendo la información estándar para colecciones ictiológicas.

Los ejemplares se encuentran depositados en las colecciones ictiológicas nacionales de: la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) en Ensenada, Baja California; en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) en Monterrey, Nuevo León; y en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN (CICIMAR) en La Paz, Baja California Sur (Anexo II).





Figura 2. Ejemplares de talla similar de los tres taxa del género *Fundulus* de la península de Baja California, México. Arriba: *Fundulus lima* (Poza Larga, Río San Ignacio, B.C.S., UABC-1312); centro: *F. parvipinnis parvipinnis* (Bocana Arroyo El Descanso, B.C., UABC-0478); y abajo: *F. parvipinnis brevis* (Puerto San Carlos, B.C.S., UABC-1612). Fotografía por Gorgonio Ruiz-Campos.



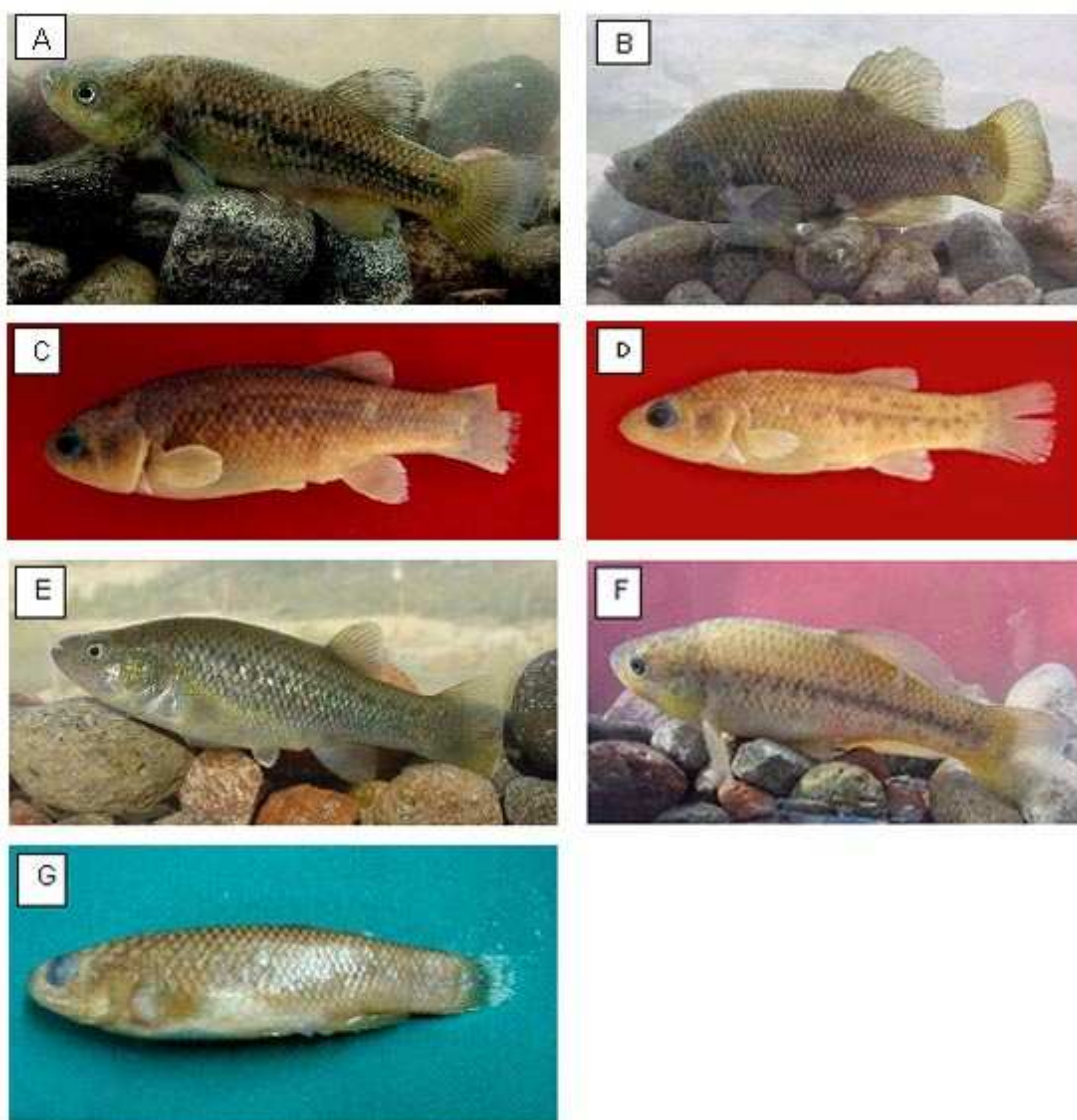


Figura 3. Especímenes de *Fundulus lima*, provenientes de diferentes cuencas hidrológicas en su ámbito de distribución. (A) San Ignacio, (B) San Luis, (C) San Javier, (D) Bebelamas, (E) La Purísima, (F) San Pedro y (G) Las Pocitas. Fotografías por Gorgonio Ruiz-Campos.



Simultáneo a la recolecta ictiológica, en cada sitio de muestreo se midieron los parámetros físico-químicos con un equipo multianalizador Hydrolab Scout 2: temperatura (°C), pH, oxígeno disuelto (mg/l), conductividad (mS/cm), salinidad (‰), sólidos disueltos totales (g/l) y porcentaje de saturación de oxígeno.

2.2.2 Análisis Morfométrico y Merístico

Cada ejemplar íctico fue medido (longitud total [LT] y patrón [LP] en mm) con un vernier (precisión 0.01 mm) y pesado con una balanza analítica (precisión 0.001 g).

Para el análisis morfométrico de los taxa y poblaciones examinadas se seleccionó, en lo posible, ejemplares adultos (ver Anexo II). Cada ejemplar fue medido con un vernier digital conectado a una computadora personal, donde las medidas registradas fueron capturadas en un formato de tabla Excel. En el análisis morfométrico 45 distancias fueron consideradas basadas en los protocolos de cuadriláteros continuos de Bookstein et al. (1985; Fig. 4 A) y el estándar de Hubbs y Lagler (1958; Fig. 4 B). Todos los especímenes examinados fueron medidos en su lado izquierdo, para las distancias que se muestran en la tabla IV.

La metodología de cuadriláteros contiguos descrita por Strauss y Bookstein (1982), consiste en ordenar sistemáticamente un grupo de distancias medidas a través de marcas anatómicas preseleccionadas ("*land marks*"), las



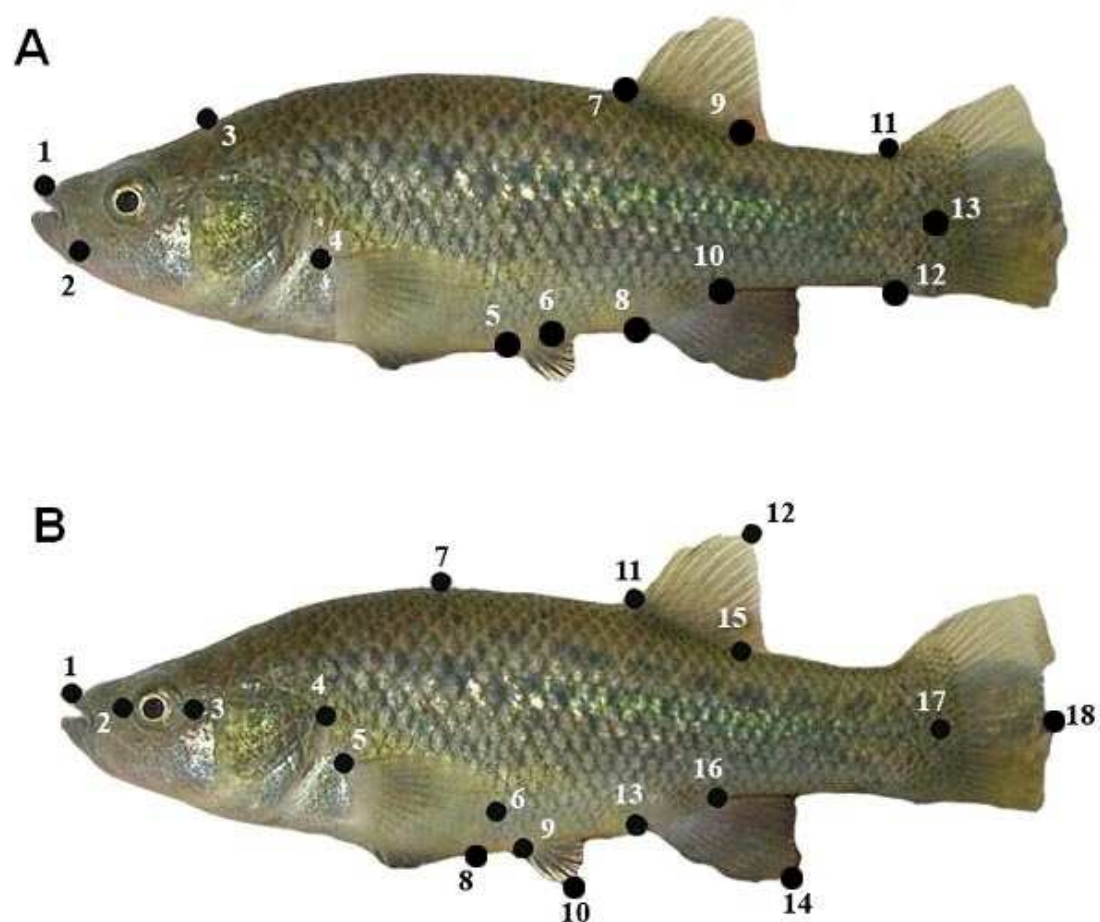


Figura 4. Marcas anatómicas "land marks" de las distancias morfométricas usadas para el análisis comparativo del género *Fundulus* de la península de Baja California, México. (A) protocolo "box truss" de Bookstein et al. (1985). (B) método estándar de Hubbs y Lagler (1958).

Tabla IV. Distancias morfométricas basadas en el protocolo de cuadriláteros continuos ("box truss") y protocolo tradicional (Hubbs y Lagler, 1958) consideradas en el análisis morfométrico del género *Fundulus* de la península de Baja California, México.

Código	Caracter Morfométrico
M1-2	punta del hocico a la punta de mandíbula superior
M1-3	punta del hocico a occipucio
M2-3	punta de la mandíbula superior a occipucio
M2-4	punta de la mandíbula superior a origen aleta pectoral
M2-7	comisura bucal a origen aleta dorsal
M2-9	comisura bucal a inserción posterior de aleta dorsal
M3-4	occipucio a origen aleta pectoral
M3-5	occipucio a origen aleta pélvica
M3-7	occipucio a origen aleta dorsal
M4-5	origen aleta pectoral a origen aleta pélvica
M4-7	origen aleta pectoral a origen aleta dorsal
M4-9	origen aleta pectoral a inserción posterior de aleta dorsal
M5-6	anchura de la aleta pélvica
M5-7	origen aleta pélvica a inserción anterior de la aleta dorsal
M5-9	origen de aleta pélvica a inserción posterior de aleta dorsal
M6-8	inserción posterior aleta pélvica a origen de la aleta anal
M7-8	origen aleta dorsal a origen aleta anal
M7-9	base aleta dorsal
M7-10	origen aleta dorsal a inserción posterior aleta anal
M8-9	origen de la aleta anal a inserción posterior de aleta dorsal
M8-10	base aleta anal
M9-10	inserción posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal
M9-11	inserción posterior aleta dorsal a inserción superior de aleta caudal
M9-12	inserción posterior aleta dorsal a inserción inferior de aleta caudal
M10-11	inserción posterior aleta anal a inserción superior de aleta caudal
M10-12	inserción posterior aleta anal a inserción inferior de aleta caudal
M11-12	altura base caudal
M11-13	inserción superior aleta caudal a punto central de la base caudal
M12-13	inserción inferior aleta caudal a punto central de la base caudal
M1-2 (2)	distancia preorbital
M1-4 (2)	longitud cefálica
M1-11 (2)	distancia predorsal
M2-3 (2)	diámetro ocular
M3-4 (2)	distancia postorbital
M5-6 (2)	longitud aleta pectoral
M7-8 (2)	altura máxima
M9-10 (2)	longitud aleta pélvica
M11-12 (2)	longitud aleta dorsal
M13-14 (2)	longitud aleta anal
M15-17 (2)	distancia postdorsal
M16-17 (2)	distancia postanal
M17-18 (2)	distancia de la aleta caudal
M1-2 (3)	amplitud de la boca a nivel de comisuras
M3-4 (3)	distancia interorbital
M5-6 (3)	anchura cefálica a nivel de occipucio



cuales son puntos identificados con base en características morfológicas locales y que dividen el cuerpo en unidades funcionales. Esta metodología aporta una mayor precisión y objetividad en la descripción, interpretación y comparación de los patrones de variación de la forma entre los individuos de las poblaciones bajo estudio (Strauss y Bookstein, 1982); además tiene las siguientes virtudes: (1) asegura una cobertura regular del cuerpo en área y orientación, mostrando así diferencias en la forma tanto en dirección vertical como horizontal; (2) el método sigue la configuración de los puntos de referencia para ser reconstruidos a partir de las distancias medidas, pero sin perder información; (3) permite que los errores medidos sean removidos estadísticamente de los datos principales para el análisis; (4) permite que las formas enteras sean promediadas para las poblaciones y las especies, más que medidas individuales; y (5) el procedimiento está basado en el principio de homología asegurando una base científica de comparación.

Los caracteres merísticos son los segmentos corporales y otras características, principalmente radios y escamas, que en la historia evolutiva, corresponden a la segmentación del cuerpo (Strauss, et al., 1990). El conteo de las características merísticas de los ejemplares fue realizado mediante el protocolo estandarizado de Hubbs y Lagler (1958). Las estructuras que se contabilizaron fueron los radios de las aletas dorsal [RAD (D)], anal [RAA (A)], caudal [RAC (C)], pectoral [RAPC (P₁)] y pélvica [RAPL (P₂)]; escamas en la línea lateral (ELL), escamas alrededor del cuerpo (EAC), escamas alrededor del pedúnculo caudal (EAP), escamas predorsales (Epredorsales) y los poros del



sistema cefálico lateral (PSCL). El criterio en el conteo de algunas estructuras se ilustra en la figura 5.

2.2.3 Análisis Estadístico

Una vez obtenidos los valores de las distancias morfométricas originales, éstos fueron sometidos a un análisis exploratorio para detectar datos aberrantes. Este análisis consistió en una correlación de la longitud patrón con cada una de las medidas, además de la aplicación de medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar, mínimos y máximos).

Los valores de las distancias morfométricas expresadas en milímetros de los individuos examinados de cada población examinada fueron estandarizados con el propósito de reducir el efecto de alometría por la diferencia de tamaño o dimorfismo sexual. Se utilizó la regresión de Elliott et al. (1995), la cual es definida como:

$$M_s = M_o \left(\frac{L_s}{L_o} \right)^b$$

Donde, M_s = distancia estandarizada, M_o = distancia del carácter original (mm), L_s = promedio general (aritmético) de la longitud patrón (mm) de todos los individuos de todas las poblaciones de cada taxón, L_o = Longitud patrón (mm) del espécimen, y “b” parámetro de la ecuación no lineal, $M = aL^b$ que es calculado para cada carácter o distancia. El parámetro “b” es obtenido a partir de la regresión del log M_o sobre el log L_o , usando cada uno de los peces en



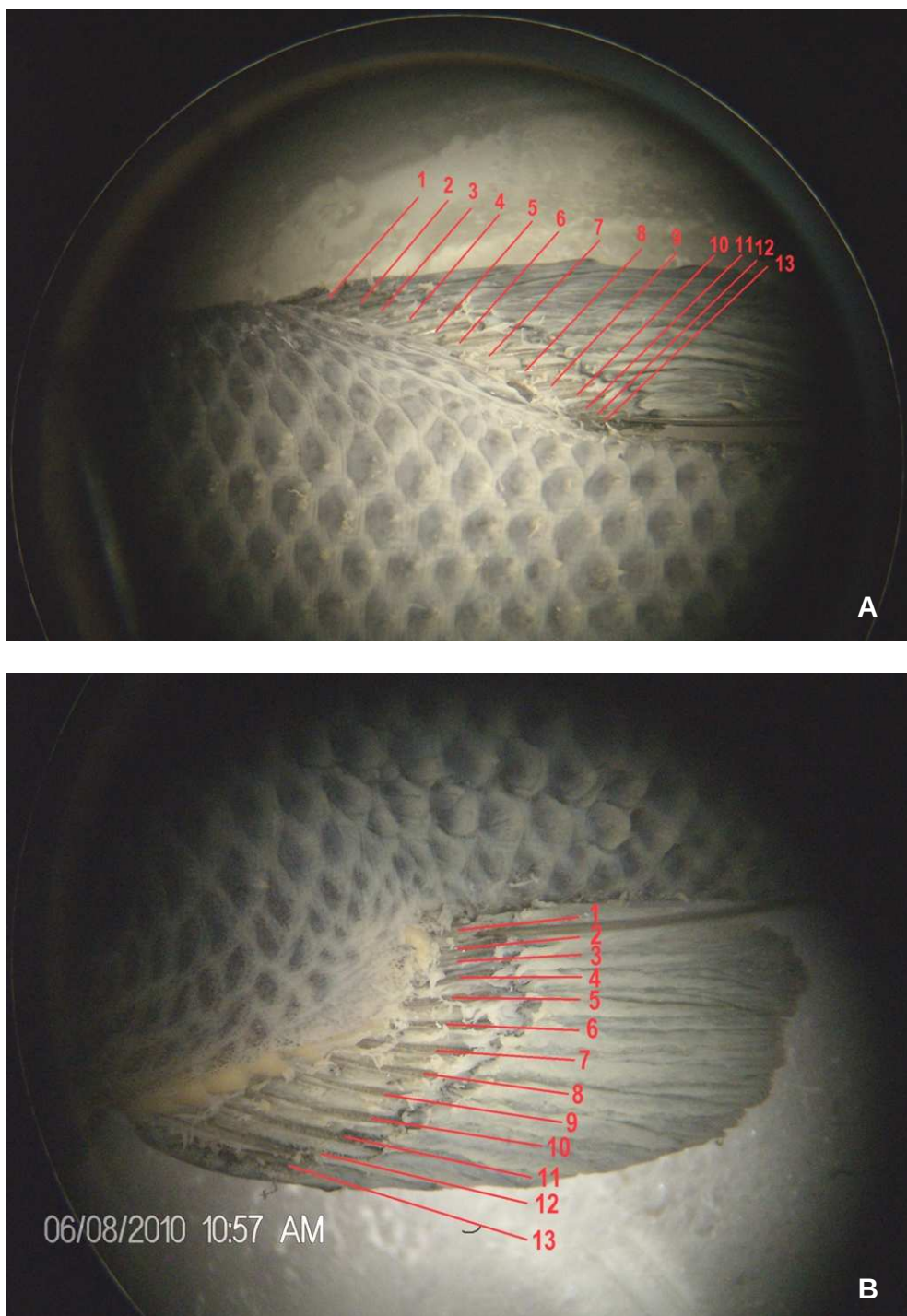
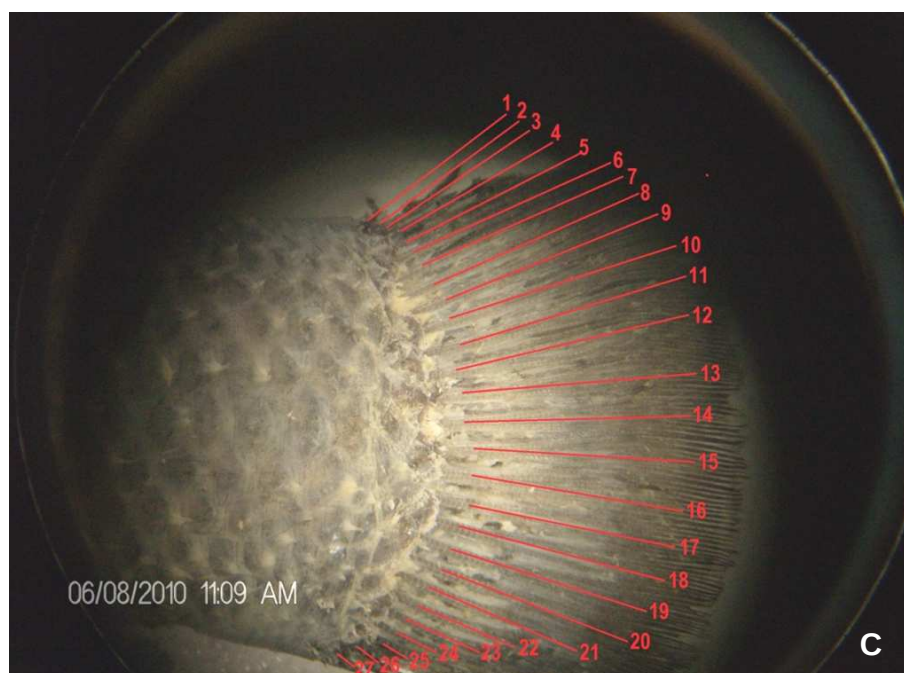


Figura 5. Conteos realizados en las aletas y escamas de los ejemplares del género *Fundulus* de la península de Baja California. A) aleta dorsal, B) aleta anal, C) aleta caudal, D) aleta pectoral, E) escamas en la línea lateral y F) poros del sistema cefálico lateral. Fotografías: C.A. Reyes-Valdez.





Cont. Figura 5. Conteos realizados en las aletas y escamas de los ejemplares del género *Fundulus* de la península de Baja California. A) aleta dorsal, B) aleta anal, C) aleta caudal, D) aleta pectoral, E) escamas en la línea lateral y F) poros del sistema cefálico lateral. Fotografías: C.A. Reyes-Valdez.





Cont. Figura 5. Conteos realizados en las aletas y escamas de los ejemplares del género *Fundulus* de la península de Baja California. A) aleta dorsal, B) aleta anal, C) aleta caudal, D) aleta pectoral, E) escamas en la línea lateral y F) poros del sistema cefálico lateral. Fotografías: C.A. Reyes-Valdez.



cada una de las poblaciones de cada taxón. Dicha transformación es recomendada en virtud de normalizar su distribución y homogeneizar sus variancias (Bookstein et al. 1985), conservando así la alometría original de los mismos (Jolicoeur, 1963).

Las distancias morfométricas estandarizadas de los diferentes grupos reconocidos “a priori” fueron comparados con un análisis de función discriminante de tipo pasos adelante (“forward stepwise”) mediante la aplicación del software Statistica 6.0 (StatSoft, 2002). Este análisis multivariado permitió determinar que combinación de variables (distancias) discriminan mejor entre grupos (a nivel de cuencas o taxa) y detectar cuales de estas distancias son las más diferentes (Elliott et al., 1995; Ruiz-Campos et al., 2003). La significancia estadística se determinó con el cálculo del estadístico Lamda de Wilks (λ), la cual es un estadístico estándar que es usado para denotar el poder discriminante del modelo y cuyos valores pueden oscilar entre 1.0 (sin poder discriminante) y 0.0 (poder discriminante perfecto; StatSoft, 2002). Los valores canónicos estandarizados fueron utilizados para evaluar la contribución de cada variable en cada función canónica. Así el valor de cada coeficiente indica el poder de separación (o discriminación) de las variables que están siendo consideradas, por tanto cuando los coeficientes son graficados en un sistema de coordenadas cartesianas, la dirección y el sentido de esos coeficientes (vectores) indican el grado de asociación entre cada variable y los grupos (Pires Da Silva, et, al., 2001). Asimismo se construyeron



dendrogramas a partir de las distancias cuadráticas de Mahalanobis (D^2) para ilustrar las separaciones y/o relaciones entre los grupos. La D^2 , es definida como el cuadrado de la distancia entre las medidas de los valores estandarizados de la función discriminante, cuanto mayor es el valor de D^2 , mayor es la distancia entre las medidas de los grupos considerados (Pires Da Silva, et, al., 2001).

Los valores merísticos obtenidos a través del conteo de estructuras somáticas fueron analizados y comparados con estadísticos descriptivos. Al igual que los datos morfométricos, se realizó un análisis estadístico multivariado en la modalidad de análisis de función discriminante con el software Statistica 6.0 (StatSoft, 2002) para determinar e identificar caracteres diagnósticos que permitan la distinción entre grupos.

Finalmente, se realizó el análisis de función discriminante con los datos combinados de la morfometría y merística obtenidos de cada uno de los ejemplares examinados. Se construyeron dendrogramas a partir de las distancias cuadráticas de Mahalanobis (D^2) para determinar la similitud entre los taxa, mediante la aplicación de promedio de grupos pares ponderados y la distancia métrica de Chevychev.



III. RESULTADOS

Los resultados se presentan por población, especie y taxa. Se define como población al grupo de individuos de una misma especie que vive en un área geográfica en particular; especie se refiere a organismos que presentan características anatómicas similares y que pueden reproducirse entre sí; y finalmente taxa alude a las unidades taxonómicas de cualquier nivel jerárquico.

3.1 Análisis Morfométrico

Los estadígrafos descriptivos (media, desviación estándar y coeficiente de variación) de los 45 caracteres morfométricos estandarizados, estimados para las poblaciones de *Fundulus lima* se presentan en la tabla V, para las subespecies de *F. parvipinnis* en la tabla VI; y para las dos especies de *Fundulus* (*F. lima* y *F. parvipinnis*) en la tabla VII.

3.1.1 Poblaciones de *Fundulus lima*

Los ejemplares de *F. lima* seleccionados para el análisis morfométrico fueron agrupados por cuenca hidrológica (Fig. 3A-G). En el análisis comparativo de los ejemplares de las siete cuencas hidrológicas, se aprecia una separación evidente de las poblaciones de las cuencas de San Javier y Bebelamas (Fig. 6). El análisis de función discriminante (AFD) el modelo tuvo una lambda total de 0.00003, e indicó que 16 de las 45 distancias fueron



Tabla V. Promedios y coeficiente de variación (CV) de caracteres morfométricos estandarizados de poblaciones de *Fundulus lima* de la península de Baja California, México. Los códigos de los caracteres lineales son descritos en la tabla IV. Cuencas: 1 (San Ignacio), 2 (La Purísima), 3 (San Javier), 4 (Bebelamas), 5 (San Luis), 6 (San Pedro) y 7 (Las Pocitas). N= número de especímenes examinados. LP=Longitud patrón no transformada.

<i>Fundulus lima</i>								
Codigo	1	2	3	4	5	6	7	CV
M1 - 2	3.58	3.01	2.21	1.89	4.16	2.98	2.64	26.60
M1 - 3	13.65	12.15	9.12	6.11	15.27	13.25	11.83	26.53
M2 - 3	11.87	10.53	8.14	5.18	13.34	11.74	10.53	26.80
M2 - 4	17.90	16.27	11.76	9.60	20.23	16.79	14.32	23.95
M2 - 7	38.45	34.01	24.02	19.24	40.24	33.58	30.25	24.08
M2 - 9	45.56	40.57	28.80	23.44	48.27	42.00	37.88	23.53
M3 - 4	12.15	10.91	7.71	5.83	13.59	11.56	10.14	26.03
M3 - 5	26.13	23.42	16.31	14.59	28.32	22.62	20.27	22.99
M3 - 7	27.47	24.51	16.58	14.70	27.97	22.92	20.68	23.11
M4 - 5	15.57	13.67	9.66	7.53	16.31	13.01	12.60	24.69
M4 - 7	22.91	19.59	13.75	10.13	23.58	20.02	18.01	26.54
M4 - 9	29.07	25.43	17.95	13.95	30.16	27.01	24.76	24.77
M5 - 6	2.42	2.26	1.61	1.45	2.97	2.45	2.40	23.70
M5 - 7	16.76	14.66	10.07	7.70	18.71	14.80	13.18	27.65
M5 - 9	19.26	16.91	11.76	9.48	20.54	17.83	16.56	24.95
M6 - 8	6.52	5.17	3.77	2.85	5.60	5.22	5.88	25.38
M7 - 8	14.73	13.16	9.14	7.21	17.07	14.05	12.03	27.00
M7 - 9	7.71	6.95	5.03	4.71	8.86	8.59	8.02	23.34
M7 - 10	15.45	14.05	9.71	8.18	18.09	15.75	14.13	25.63
M8 - 9	13.59	12.21	8.28	6.92	15.41	13.03	11.76	25.83
M8 - 10	6.25	5.78	4.30	3.85	7.74	6.79	6.44	23.44
M9 - 10	10.04	9.23	6.09	4.95	11.06	9.50	8.96	25.75
M9 - 11	11.66	10.94	7.83	6.56	12.51	11.84	11.63	21.90
M9 - 12	15.36	14.24	10.02	8.64	17.21	15.66	14.59	22.97
M10 - 11	14.86	13.61	9.70	7.89	15.94	13.81	13.68	22.67
M10 - 12	11.06	10.01	7.24	5.64	11.27	9.95	10.06	22.40
M11 - 12	8.91	8.11	5.75	4.74	10.29	8.45	7.34	24.76
M11 - 13	5.20	4.75	3.38	3.07	6.07	5.40	4.55	23.34
M12 - 13	5.17	4.73	3.38	2.81	6.17	5.38	4.18	25.82
M1 - 2 (2)	6.36	5.54	3.69	2.89	6.94	5.66	4.75	28.15
M1 - 4 (2)	19.68	17.44	12.44	10.54	21.70	18.23	15.62	23.93
M1 - 11 (2)	40.39	35.57	25.08	20.10	42.37	35.51	31.86	24.31
M2 - 3 (2)	4.69	4.62	3.68	3.30	5.02	4.29	4.15	14.14
M3 - 4 (2)	9.67	8.72	6.23	5.21	10.83	8.99	7.70	23.91
M5 - 6 (2)	10.60	9.13	6.55	5.58	11.04	9.65	7.76	23.85
M7 - 8 (2)	17.82	15.90	11.03	8.30	20.11	16.00	12.81	28.04
M9 - 10 (2)	5.26	4.42	3.12	2.73	5.79	5.72	5.09	26.76
M11 - 12 (2)	12.58	10.89	7.27	6.47	14.51	12.97	11.51	27.38
M13 - 14 (2)	11.87	10.41	7.07	5.86	14.14	15.08	12.32	31.43
M15 - 17 (2)	15.41	14.37	10.12	8.36	17.06	15.32	14.42	23.10
M16 - 17 (2)	14.59	13.45	9.86	8.02	15.98	14.09	13.14	21.99
M17 - 18 (2)	11.11	9.27	7.02	6.18	11.09	10.81	8.82	21.69
M1 - 2 (3)	6.06	5.23	3.69	3.24	7.17	5.07	4.28	27.59
M3 - 4 (3)	7.80	6.93	5.16	4.32	8.89	7.25	5.75	24.19
M5 - 6 (3)	11.83	10.16	7.51	6.10	13.47	10.50	8.62	26.01
CV	65.58	65.22	64.56	64.18	62.68	61.88	62.42	63.79
N	60	60	15	5	29	12	16	197
LP (prom.)	62.59	56.65	40.30	33.03	67.67	59.29	54.02	53.36
LP (min)	45.73	36.21	30.55	29.04	34.45	30.88	42.96	29.04
LP (max)	82.00	80.55	64.21	46.21	109.47	94.35	61.97	109.47



Tabla VI. Promedios y coeficiente de variación (CV) de caracteres morfométricos estandarizados de poblaciones de *Fundulus parvipinnis* sspp. de la península de Baja California México. Los códigos de los caracteres lineales son descritos en la tabla IV. Localidades: 8 (Cantamar), 9 (El Descanso), 10 (La Misión), 11 (Estero de Punta Banda), 12 (San Simón), 13 (Laguna Guerrero Negro), 14 (Laguna Ojo de Liebre), 15 (La Bocana), 16 (Laguna San Ignacio) y 17 (Puerto San Carlos). N= número de especímenes examinados. LP=Longitud patrón no transformada.

	<i>Fundulus parvipinnis parvipinnis</i>								<i>Fundulus parvipinnis brevis</i>			
Codigo	8	9	10	11	12	13	14	CV	15	16	17	CV
M1 - 2	2.89	2.71	2.99	2.79	2.91	3.18	2.96	5.16	2.793	2.5961	2.617	4.059
M1 - 3	13.26	13.28	13.32	13.45	13.33	13.73	13.41	1.21	11.85	11.649	11.34	2.216
M2 - 3	11.77	12.00	11.74	12.08	12.02	12.31	11.84	1.66	10.4	10.282	10.1	1.475
M2 - 4	16.56	16.58	17.56	16.60	17.10	17.11	16.54	2.37	14.82	14.444	13.89	3.264
M2 - 7	34.90	34.24	34.01	35.02	34.74	34.30	34.13	1.16	29.16	29.239	28.98	0.453
M2 - 9	44.59	44.30	44.10	44.85	44.83	44.59	43.90	0.82	36.77	36.599	36.94	0.458
M3 - 4	11.42	11.32	11.76	11.31	11.57	11.87	11.30	2.01	10.42	10.042	9.679	3.686
M3 - 5	23.58	22.44	23.43	23.05	23.89	23.16	22.89	2.06	19.99	19.62	19.64	1.058
M3 - 7	23.77	23.05	22.87	23.89	23.43	23.03	23.07	1.71	20.34	19.685	19.88	1.687
M4 - 5	14.09	13.16	13.23	13.94	13.56	13.57	13.64	2.51	11.08	11.226	11.17	0.641
M4 - 7	21.06	20.43	19.36	21.07	20.32	20.89	20.04	3.04	16.4	17.104	17.24	2.665
M4 - 9	29.43	29.09	28.00	29.45	29.03	29.51	28.22	2.12	22.7	23.559	24.08	2.968
M5 - 6	3.18	3.39	3.39	3.05	3.07	3.49	3.23	5.25	2.611	2.7228	3.184	10.697
M5 - 7	16.08	15.42	14.97	15.65	15.60	16.75	15.24	3.76	12.16	12.659	13.53	5.409
M5 - 9	20.32	20.08	19.18	20.04	19.90	20.58	19.34	2.53	15.31	15.815	16.64	4.204
M6 - 8	6.50	5.81	5.45	6.52	5.72	5.50	6.69	8.71	5.044	5.0528	4.763	3.331
M7 - 8	15.13	14.50	14.55	14.52	15.00	15.22	14.66	2.09	11.3	11.868	12.12	3.589
M7 - 9	10.26	10.38	10.50	10.41	11.03	11.12	9.94	3.99	7.701	7.7997	8.488	5.359
M7 - 10	17.41	17.18	16.84	17.13	17.74	17.75	16.74	2.32	12.75	13.714	13.78	4.309
M8 - 9	14.27	14.59	14.01	13.48	14.18	15.13	14.30	3.56	10.32	11.333	11.71	6.457
M8 - 10	7.15	7.84	7.66	7.39	7.40	8.29	7.74	4.87	5.763	5.963	6.562	6.822
M9 - 10	10.39	10.34	9.48	9.91	9.69	9.87	10.54	3.97	7.707	8.1965	7.952	3.080
M9 - 11	13.60	13.30	13.24	13.42	12.90	13.27	14.10	2.76	10.11	10.366	10.07	1.603
M9 - 12	16.96	16.82	16.81	16.76	16.41	16.84	17.30	1.57	12.96	13.285	13.31	1.478
M10 - 11	16.28	17.38	16.30	16.60	16.36	16.62	17.19	2.63	12.51	13.257	13.33	3.503
M10 - 12	12.44	13.70	12.78	12.81	12.57	12.48	13.55	3.98	9.643	10.123	10.49	4.201
M11 - 12	9.38	9.09	9.35	9.09	9.07	9.52	9.41	1.99	7.377	7.5185	7.733	2.376
M11 - 13	5.79	5.74	5.72	5.59	6.14	5.80	5.63	3.14	4.517	4.5816	4.86	3.914
M12 - 13	5.79	5.63	5.79	5.60	5.89	5.81	5.79	1.81	4.344	4.4657	4.818	5.420
M1 - 2 (2)	5.57	5.39	5.76	5.69	5.50	5.87	5.50	3.03	4.702	4.8911	4.734	2.116
M1 - 4 (2)	18.29	18.16	18.73	18.32	18.58	18.65	18.44	1.12	16.67	15.887	15.35	4.143
M1 - 11 (2)	36.31	35.53	35.55	36.44	35.98	36.22	35.51	1.12	30.97	30.821	30.18	1.364
M2 - 3 (2)	4.72	4.80	4.80	4.63	4.79	4.87	4.96	2.18	4.455	4.2635	4.295	2.363
M3 - 4 (2)	9.19	9.05	9.41	9.10	9.39	9.19	9.33	1.51	8.241	7.7486	7.58	4.374
M5 - 6 (2)	10.49	11.14	11.18	10.50	10.28	10.99	11.10	3.50	8.227	8.8562	8.833	4.131
M7 - 8 (2)	16.85	16.26	16.25	16.54	16.46	17.35	17.00	2.46	13.81	13.528	14.17	2.322
M9 - 10 (2)	6.62	6.88	7.33	6.66	6.58	7.60	7.15	5.65	5.491	5.418	5.903	4.673
M11 - 12 (2)	14.89	16.37	16.33	14.63	15.41	17.54	15.01	6.66	11.64	11.097	12.62	6.573
M13 - 14 (2)	15.23	17.00	17.29	14.54	15.81	20.10	15.62	11.22	12.82	12.565	14.16	6.484
M15 - 17 (2)	17.45	17.80	17.38	17.23	17.13	17.37	17.80	1.48	13.28	13.406	13.44	0.664
M16 - 17 (2)	16.81	17.90	16.93	16.73	16.88	16.95	17.51	2.54	12.37	13.188	13.58	4.742
M17 - 18 (2)	11.51	11.37	12.08	11.19	11.23	12.02	11.66	3.12	9.81	9.7752	10.03	1.408
M1 - 2 (3)	4.81	4.72	5.09	4.46	5.02	5.19	4.58	5.61	4.317	4.3021	4.243	0.921
M3 - 4 (3)	6.99	6.61	6.83	6.83	7.23	6.77	6.47	3.63	5.742	5.6516	5.408	3.080
M5 - 6 (3)	10.03	10.09	10.50	9.59	10.13	10.49	9.52	3.85	8.891	8.8117	7.921	6.306
CV	60.51	59.66	59.08	61.37	60.45	58.72	59.08	-	61.71	61.021	60.24	-
N	20	20	20	12	20	20	20	132	10	20	30	60
LP (prom.)	74.83	70.49	70.31	60.38	60.57	57.48	49.10	63.31	57.62	48.57	51.59	52.59
LP (min)	61.15	58.59	47.33	41.83	39.39	50.53	38.46	38.46	51.46	40.38	42.79	40.38
LP (max)	95.11	85.46	83.57	101.32	82.39	64.02	61.82	101.32	65.59	61.21	65.47	65.59



Tabla VII. Promedios y coeficiente de variación (CV) de caracteres morfométricos estandarizados de los taxa del género *Fundulus* de la península de Baja California, México. Los códigos de los caracteres lineales son descritos en la tabla IV. Taxa: 1 (*F. lima*), 2 (*F. parvipinnis parvipinnis*) y 3 (*F. parvipinnis brevis*). N= número de especímenes examinados. LP=Longitud patrón no transformada.

	<i>Fundulus lima</i>	<i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.		
Código	1	2	3	CV
M1 - 2	3.23	2.93	2.64	10.11
M1 - 3	12.72	13.40	11.53	7.54
M2 - 3	11.11	11.96	10.21	7.87
M2 - 4	16.71	16.88	14.23	9.31
M2 - 7	34.81	34.44	29.10	9.75
M2 - 9	41.76	44.43	36.80	9.45
M3 - 4	11.28	11.52	9.92	7.90
M3 - 5	23.90	23.21	19.69	10.14
M3 - 7	24.66	23.27	19.89	10.84
M4 - 5	14.05	13.58	11.18	11.91
M4 - 7	20.40	20.42	17.06	10.03
M4 - 9	26.42	28.93	23.68	9.98
M5 - 6	2.37	3.27	2.93	15.96
M5 - 7	15.26	15.67	13.01	9.79
M5 - 9	17.60	19.91	16.14	10.62
M6 - 8	5.54	6.00	4.91	10.02
M7 - 8	13.72	14.82	11.90	10.92
M7 - 9	7.45	10.53	8.13	18.60
M7 - 10	14.70	17.26	13.58	12.43
M8 - 9	12.68	14.33	11.35	11.67
M8 - 10	6.17	7.65	6.23	12.58
M9 - 10	9.39	10.04	7.99	11.45
M9 - 11	11.15	13.40	10.17	14.32
M9 - 12	14.67	16.85	13.24	12.16
M10 - 11	13.91	16.68	13.17	12.69
M10 - 12	10.19	12.91	10.22	14.04
M11 - 12	8.37	9.28	7.60	10.00
M11 - 13	4.96	5.79	4.71	10.94
M12 - 13	4.92	5.77	4.62	11.65
M1 - 2 (2)	5.73	5.61	4.78	9.62
M1 - 4 (2)	18.09	18.46	15.75	8.44
M1 - 11 (2)	36.54	35.90	30.52	9.63
M2 - 3 (2)	4.54	4.80	4.31	5.43
M3 - 4 (2)	8.98	9.24	7.75	9.23
M5 - 6 (2)	9.49	10.83	8.74	10.93
M7 - 8 (2)	16.29	16.68	13.89	9.66
M9 - 10 (2)	4.87	6.99	5.67	18.34
M11 - 12 (2)	11.73	15.81	11.95	17.42
M13 - 14 (2)	11.48	16.63	13.40	18.84
M15 - 17 (2)	14.67	17.46	13.40	13.69
M16 - 17 (2)	13.77	17.13	13.25	14.30
M17 - 18 (2)	9.91	11.60	9.91	9.34
M1 - 2 (3)	5.52	4.86	4.27	12.73
M3 - 4 (3)	7.20	6.82	5.54	13.31
M5 - 6 (3)	10.74	10.08	8.38	12.53
CV	64.35	59.68	60.69	-
N	197	132	60	389
LP (prom.)	58.28	63.49	51.59	57.54
LP (min)	29.04	38.46	40.38	29.04
LP (max)	109.47	101.32	65.59	109.47



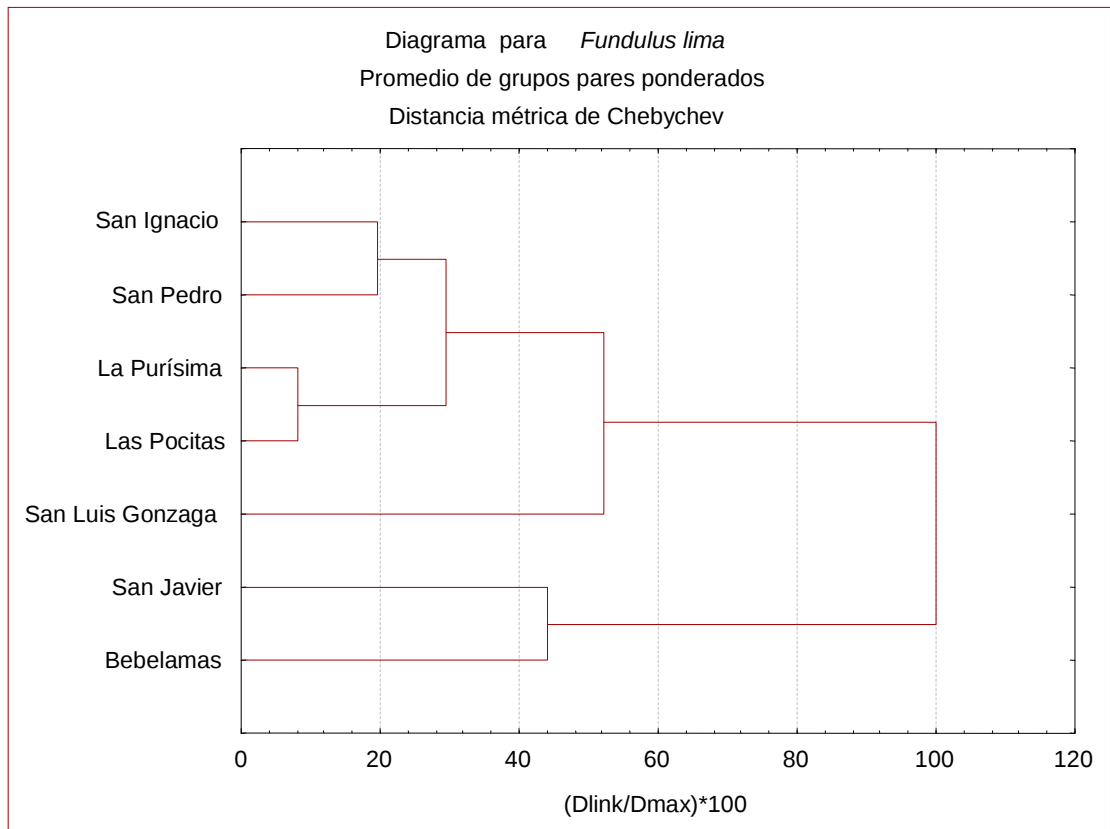


Figura 6. Dendrograma de clasificación de los individuos con base en las distancias cuadráticas de Mahalanobis para las poblaciones por cuenca de *Fundulus lima*.



estadísticamente significativas ($p < 0.01$; Tabla VIII) M3-4 (occipucio a origen aleta pectoral, $\lambda = 0.00005$), M3-7 (occipucio a origen aleta dorsal, $\lambda = 0.00004$), M4-5 (origen aleta pectoral a origen aleta pélvica, $\lambda = 0.00004$), M5-6 (anchura de la aleta pélvica, $\lambda = 0.00004$), M5-9 (origen de aleta pélvica a inserción posterior de aleta dorsal, $\lambda = 0.00004$), M6-8 (inserción posterior aleta pélvica a origen de la aleta anal, $\lambda = 0.00004$), M9-10 (inserción posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal, $\lambda = 0.00004$) M1-11 (2) [distancia predorsal, $\lambda = 0.00004$], M2-3 (2) [diámetro ocular, $\lambda = 0.00004$], M7-8 (2) [altura máxima, $\lambda = 0.00004$], M11-12 (2) [longitud aleta dorsal, $\lambda = 0.00004$], M13-14 (2) [longitud aleta anal, $\lambda = 0.00005$], M15-17 (2) [distancia postdorsal, $\lambda = 0.00004$], M17-18 (2) [distancia de la aleta caudal, $\lambda = 0.00004$], M3-4 (3) [distancia interorbital, $\lambda = 0.00004$] y M5-6 (3) [anchura cefálica a nivel de occipucio, $\lambda = 0.00004$]. El valor de tolerancia, el cual oscila entre cero cuando es completamente redundante y 1.0 cuando no lo es, varió para los diferentes caracteres examinados (Tabla VIII), registrando los valores más altos (> 0.5) para M5-6 (anchura de la aleta pélvica), M12-13 (inserción inferior aleta caudal a punto central de la base caudal), M2-3 (2) [diámetro ocular], M5-6 (2) [longitud aleta pectoral], M9-10 (2) [longitud aleta pélvica] y M17-18 (2) [distancia de la aleta caudal].

La variable canónica (vc) 1 contribuyó con el 93.2% de la variación total y vc2 contribuyó con el 96.6% (Tabla IX). En la vc1, un solo carácter lineal



Tabla VIII. Valores de Lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia adelante) de *Fundulus lima* en la península de Baja California. Núm. de pasos en el modelo = 39.

Caracter Lineal	<i>Fundulus lima</i>			
	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.
M1-2	-	-	-	-
M1-3	0.00004	1.618	0.146	0.170
M2-3	0.00004	2.462	0.027	0.165
M2-4	0.00004	1.809	0.101	0.378
M2-7	0.00004	1.795	0.104	0.187
M2-9	0.00004	2.159	0.050	0.318
M3-4	0.00005	8.526	0.000	0.389
M3-5	0.00004	2.740	0.015	0.376
M3-7	0.00004	3.569	0.002	0.215
M4-5	0.00004	3.686	0.002	0.347
M4-7	0.00004	1.644	0.139	0.213
M4-9	0.00004	1.796	0.103	0.232
M5-6	0.00004	3.033	0.008	0.694
M5-7	0.00004	1.673	0.131	0.189
M5-9	0.00004	3.630	0.002	0.220
M6-8	0.00004	6.308	0.000	0.436
M7-8	0.00004	1.406	0.216	0.201
M7-9	0.00004	0.973	0.445	0.381
M7-10	0.00004	2.631	0.019	0.365
M8-9	-	-	-	-
M8-10	0.00004	2.056	0.062	0.388
M9-10	0.00004	3.189	0.006	0.382
M9-11	-	-	-	-
M9-12	0.00004	2.459	0.027	0.428
M10-11	0.00004	2.237	0.043	0.446
M10-12	-	-	-	-
M11-12	-	-	-	-
M11-13	0.00004	1.101	0.364	0.609
M12-13	0.00004	1.983	0.071	0.582
M1-2 (2)	0.00004	2.512	0.024	0.434
M1-4 (2)	0.00004	2.588	0.020	0.217
M1-11 (2)	0.00004	4.449	0.000	0.158
M2-3 (2)	0.00004	6.191	0.000	0.652
M3-4 (2)	0.00004	2.563	0.022	0.486
M5-6 (2)	0.00004	2.922	0.010	0.568
M7-8 (2)	0.00004	4.683	0.000	0.350
M9-10 (2)	0.00004	2.641	0.018	0.603
M11-12 (2)	0.00004	5.138	0.000	0.172
M13-14 (2)	0.00005	8.342	0.000	0.266
M15-17 (2)	0.00004	3.087	0.007	0.400
M16-17 (2)	-	-	-	-
M17-18 (2)	0.00004	5.466	0.000	0.737
M1-2 (3)	0.00004	2.037	0.064	0.470
M3-4 (3)	0.00004	3.092	0.007	0.484
M5-6 (3)	0.00004	3.959	0.001	0.380
Total de agrupamiento	0.00003	F (234,911) = 18.123	< 0.0000	-



Tabla IX. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares de *Fundulus lima* de la península de Baja California. Ver abreviaturas de caracteres en tabla IV.

Codigo	Raiz 1	Raiz 2	Raiz 3	Raiz 4	Raiz 5	Raiz 6
M2-9	-0.2866	0.015994	0.147785	-0.120145	-0.560950	0.195169
M13-14 (2)	-0.0431	-0.725078	-0.478186	-0.616031	-0.370033	0.152268
M5-6 (3)	-0.1215	0.284154	-0.044332	-0.605113	0.253782	-0.057004
M15-17 (2)	-0.4085	-0.233392	0.215372	0.033210	-0.176345	0.197488
M17-18 (2)	-0.1906	-0.027439	0.073700	-0.487791	-0.212332	0.280616
M6-8	-0.1945	-0.212796	0.501926	-0.372537	0.510329	0.042394
M7-8 (2)	-0.0728	0.377306	-0.539468	0.109148	-0.494892	-0.026028
M1-3	-0.0071	0.228267	-0.409583	0.355744	-0.419734	0.321746
M9-10	-0.0832	-0.208998	0.143088	0.556893	-0.259287	0.003027
M9-10 (2)	-0.2069	-0.292160	-0.030846	-0.070888	0.280622	0.125242
M11-12 (2)	-0.4238	0.527847	0.575112	0.365598	0.747405	-0.138952
M2-7	-0.1339	0.527251	0.267868	-0.016178	0.318454	-0.116100
M2-3 (2)	-0.0377	0.143100	0.176062	0.611184	-0.100059	0.156743
M5-6	0.0181	-0.078086	-0.190167	0.244680	0.408716	0.219980
M3-5	-0.1331	0.083281	-0.516442	-0.102540	0.294670	-0.046622
M7-9	0.0367	-0.215566	-0.115217	0.234965	0.113518	-0.119909
M3-4	0.1659	-0.707807	-0.071549	-0.008848	-0.399233	-0.637401
M4-9	-0.2198	-0.336661	-0.154357	-0.025766	-0.549042	0.012004
M3-4 (3)	-0.0516	0.298241	-0.433039	-0.117155	-0.020657	0.058716
M2-3	-0.1226	-0.551615	0.031103	0.079321	0.030225	-0.922212
M2-4	-0.2420	0.277862	-0.168554	0.207011	-0.082789	-0.006731
M8-10	-0.2189	0.230874	0.128408	0.063042	0.321672	-0.380085
M7-10	0.0601	-0.096133	-0.506149	0.226730	0.225087	0.141682
M5-6 (2)	0.1696	0.156281	0.333272	-0.269251	-0.098274	0.019394
M1-2 (3)	0.1677	-0.154197	0.255539	0.009550	0.314326	0.272203
M1-11 (2)	-0.7958	-0.389820	-0.133255	-0.098609	0.489162	-0.474067
M3-7	0.2608	0.417683	0.237762	0.485006	-0.191111	0.693168
M5-7	0.4803	0.231925	-0.065312	0.111184	-0.290280	-0.155655
M4-5	-0.3552	-0.025060	0.276961	0.391952	0.408507	-0.216080
M5-9	-0.3718	-0.001025	0.543581	0.255655	0.484112	0.513201
M9-12	-0.2921	-0.124772	-0.226462	0.155823	0.284885	0.272660
M1-2 (2)	0.0828	0.265810	0.159715	0.324400	-0.295638	0.233129
M12-13	-0.1307	-0.162610	-0.279974	-0.202391	-0.017064	0.057856
M1-4 (2)	-0.1944	-0.262511	0.419535	-0.341864	0.495260	0.296424
M3-4 (2)	0.0958	0.200193	-0.434583	0.080409	-0.047350	-0.110605
M10-11	-0.1028	-0.220779	0.384134	-0.009656	-0.045993	-0.269847
M4-7	0.1990	-0.172656	-0.117957	-0.452835	-0.011453	-0.497624
M7-8	0.2711	0.368016	0.012524	-0.301763	-0.066964	-0.177250
M11-13	-0.0898	-0.011812	0.112690	0.067779	0.064144	0.391852
Eigenval	160.2048	5.992758	2.615520	1.980558	0.687452	0.432618
Prop. Acum.	0.9319	0.966750	0.981964	0.993485	0.997484	1.000000



ejerció el mayor efecto: M1-11 (2) [distancia predorsal, $Y_1=0.7958$], mientras que en la vc2 los caracteres M2-3 (punta de la mandíbula superior a occipucio, $Y_2=-0.5516$), M2-7 (comisura bucal a origen aleta dorsal, $Y_2=0.5272$), M3-4 (occipucio a origen aleta pectoral, $Y_2=-0.7078$), M11-12 (2) [longitud aleta dorsal, $Y_2=0.5278$], y M13-14 (2) [longitud aleta anal, $Y_2=-0.7250$]. Basado en la matriz de clasificación el 100% de los individuos fueron correctamente clasificados en sus respectivas poblaciones. El resultado de la categorización de los individuos en las cuencas de acuerdo a las variables canónicas 1 y 2, es notable la separación de tres grupos de poblaciones: grupo 1, formado por las cuencas hidrológicas de San Ignacio, San Luis Gonzaga y La Purísima; grupo 2 por las cuencas hidrológicas de San Javier y Bebelamas; y grupo 3 por las cuencas hidrológicas de San Pedro y Las Pocitas (Fig. 7).

3.1.2 Poblaciones de *Fundulus parvipinnis* sspp.

En el AFD aplicado para comparar las poblaciones de las dos subespecies de *F. parvipinnis*, arrojó una lambda total del modelo de 0.00008 y 12 de los 45 caracteres examinados fueron estadísticamente significativos ($p<0.01$) para discriminar sus poblaciones: M2-3 (punta de la mandíbula superior a occipucio, $\lambda=0.00009$), M2-9 (comisura bucal a inserción posterior de aleta dorsal, $\lambda=0.00010$), M4-7 (origen aleta pectoral a origen aleta dorsal, $\lambda=0.00009$), M5-6 (anchura de la aleta pélvica, $\lambda=0.00009$), M6-8 (inserción posterior aleta pélvica a origen de la aleta anal, $\lambda=0.00009$), M9-10 (inserción



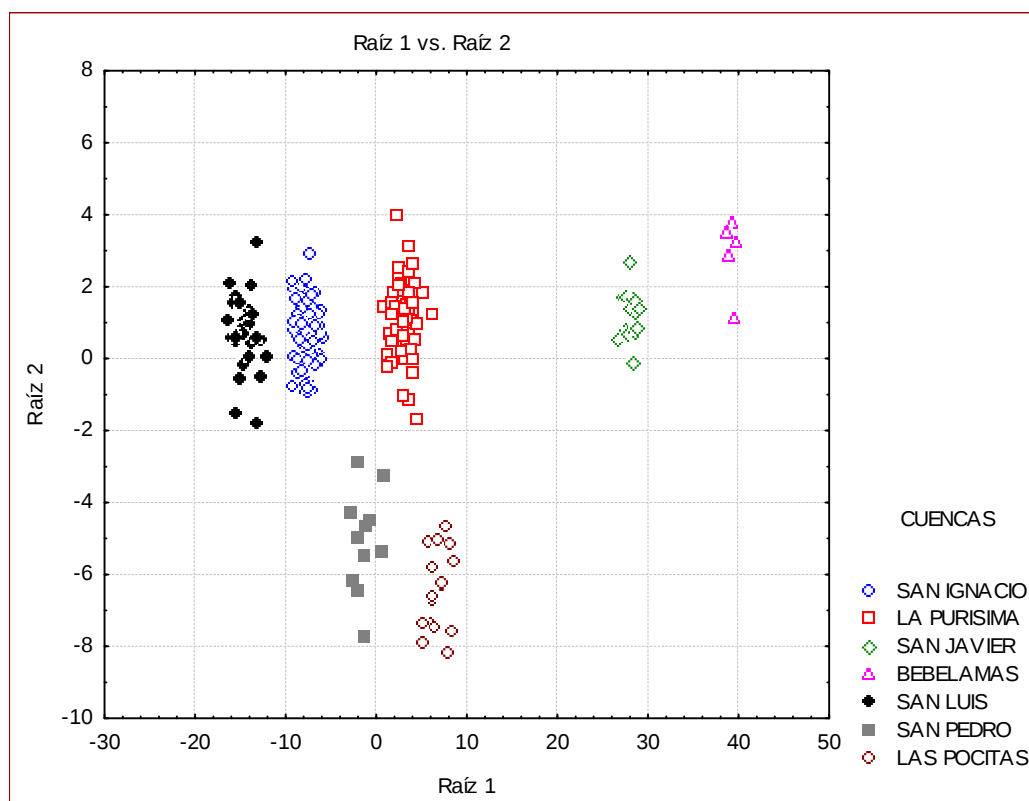


Figura 7. Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 para las poblaciones de *Fundulus lima* en las cuencas hidrológicas del Pacífico en Baja California Sur, México.



posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal, $\lambda=0.00011$), M10-12 (inserción posterior aleta anal a inserción inferior de aleta caudal, $\lambda=0.00009$), M11-12 (altura base caudal, $\lambda=0.00009$), M11-12 (2) (longitud aleta dorsal, $\lambda=0.00009$), M15-17 (2) (distancia postdorsal, $\lambda=0.00010$), M3-4 (3) (distancia interorbital, $\lambda=0.00011$), y M5-6 (3) (anchura cefálica a nivel de occipucio, $\lambda=0.00010$; Tabla X). El valor de tolerancia de los caracteres osciló entre 0.089 [M1-11 (2), distancia predorsal] y 0.664 (M5-6, anchura de la aleta pélvica) (Tabla X). La vc1 explicó el 90% de la variación total y la vc2 el 93.4% (Tabla XI) y ambas estuvieron mayormente asociadas con tres caracteres lineales: para la vc1 M2-9 (comisura bucal a inserción posterior de aleta dorsal, $Y_1=-0.7813$), M4-7 (origen aleta pectoral a origen aleta dorsal, $Y_1=0.7008$), y M15-17 (2) [distancia postdorsal, $Y_1=-0.6071$]; y para la vc2 M5-7 (origen aleta pélvica a inserción anterior de la aleta dorsal, $Y_2=0.7017$), M1-11 (2) [distancia predorsal, $Y_2=-0.6044$], y M5-6 (3) [anchura cefálica a nivel de occipucio, $Y_2=-0.7813$].

El resultado de las distancias cuadráticas de Mahalanobis (D^2) muestra la separación de dos grupos de poblaciones, mismos que son congruentes con la separación de las dos subespecies: grupo 1, formado por las poblaciones de *F. p. parvipinnis*, mientras que el grupo 2 por las poblaciones de *F. p. brevis* (Fig. 8).



Tabla X. Valores de Lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante con el método de pasos hacia delante de *Fundulus parvipinnis* sspp. en la Península de Baja California. Núm. de pasos en el modelo = 36.

Caracter Lineal	<i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.			
	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.000084	1.424	0.183	0.597
M1-3	-	-	-	-
M2-3	0.000094	3.382	0.001	0.523
M2-4	0.000085	1.468	0.165	0.477
M2-7	0.000086	1.734	0.086	0.103
M2-9	0.000101	4.901	0.000	0.268
M3-4	-	-	-	-
M3-5	-	-	-	-
M3-7	0.000085	1.594	0.122	0.113
M4-5	0.000083	1.089	0.374	0.286
M4-7	0.000094	3.466	0.001	0.123
M4-9	0.000084	1.440	0.176	0.252
M5-6	0.000090	2.709	0.006	0.663
M5-7	0.000090	2.515	0.010	0.216
M5-9	0.000087	1.917	0.054	0.267
M6-8	0.000092	3.015	0.002	0.413
M7-8	0.000084	1.395	0.195	0.357
M7-9	-	-	-	-
M7-10	0.000085	1.506	0.151	0.508
M8-9	0.000085	1.639	0.109	0.264
M8-10	0.000085	1.594	0.122	0.395
M9-10	0.000116	8.120	0.000	0.484
M9-11	-	-	-	-
M9-12	-	-	-	-
M10-11	0.000084	1.431	0.180	0.196
M10-12	0.000097	4.058	0.000	0.230
M11-12	0.000097	4.102	0.000	0.355
M11-13	0.000085	1.645	0.108	0.529
M12-13	0.000083	1.222	0.286	0.575
M1-2 (2)	0.000087	2.025	0.040	0.590
M1-4 (2)	0.000086	1.717	0.090	0.327
M1-11 (2)	0.000087	1.940	0.050	0.089
M2-3 (2)	-	-	-	-
M3-4 (2)	-	-	-	-
M5-6 (2)	0.000085	1.664	0.103	0.541
M7-8 (2)	0.000085	1.518	0.146	0.292
M9-10 (2)	0.000085	1.529	0.143	0.355
M11-12 (2)	0.000093	3.140	0.002	0.102
M13-14 (2)	-	-	-	-
M15-17 (2)	0.000103	5.431	0.000	0.548
M16-17 (2)	0.000082	0.963	0.473	0.247
M17-18 (2)	0.000089	2.499	0.011	0.511
M1-2 (3)	0.000085	1.633	0.111	0.611
M3-4 (3)	0.000114	7.573	0.000	0.587
M5-6 (3)	0.000107	6.266	0.000	0.413
Total de agrupamiento	0.00008	F (324,1308) = 7.8773	< 0.0000	-



Tabla XI. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares de *Fundulus parvipinnis* sspp. de la península de Baja California. Ver abreviaturas de caracteres somáticos en tabla IV.

Codigo	Raiz 1	Raiz 2	Raiz 3	Raiz 4	Raiz 5	Raiz 6	Raiz 7	Raiz 8	Raiz 9
2-9 (1)	-0.7813	-0.1617	0.3186	0.0913	-0.2118	-0.4690	0.3821	-0.2248	-0.0869
15-17 (2)	-0.6071	-0.2904	0.1090	0.0835	0.0549	0.0806	0.1488	0.0226	0.2430
5-6 (3)	0.1092	-0.7813	-0.3082	-0.1286	0.4137	-0.3546	-0.2204	0.0850	0.3509
9-10 (1)	0.0757	0.1777	0.7357	0.0481	0.6743	0.2828	-0.3286	0.1915	0.2791
5-7 (1)	0.2217	0.7017	-0.1613	-0.5579	-0.1995	-0.0550	0.0254	0.2423	-0.0874
3-4 (3)	-0.2721	0.3832	-0.1666	0.6454	-0.2205	0.4086	-0.1700	-0.1181	0.0039
1-4 (2)	0.2589	-0.2392	-0.0133	0.3872	0.0642	0.1253	0.4037	0.4100	0.0474
16-17 (2)	-0.3012	0.0828	-0.0058	-0.3478	0.0622	-0.2807	-0.2679	-0.0069	0.0823
9-10 (2)	0.1327	-0.4987	0.0544	-0.0699	-0.1708	0.1080	0.0489	0.0383	-0.4090
2-3 (1)	-0.1389	0.3077	-0.3544	-0.0906	0.3473	-0.1759	0.4856	0.1045	-0.1336
6-8 (1)	-0.1065	-0.2842	0.6473	0.2084	0.0250	0.1560	0.0292	0.0194	-0.1757
4-7 (1)	0.7008	0.4474	-0.6523	-0.2431	0.9241	0.3269	-0.0651	-0.4687	-0.0104
1-2 (2)	0.0218	0.1409	0.0659	-0.3902	-0.0794	0.0849	-0.0131	-0.6154	-0.1550
11-12 (1)	-0.1342	-0.4901	0.1573	-0.3912	-0.3487	0.6333	-0.0506	-0.4946	0.2635
10-12 (1)	-0.2490	0.3870	0.3363	0.5467	-0.8505	-0.4688	-0.0529	-0.2855	0.0644
5-6 (1)	0.2106	0.1504	0.1823	-0.2014	-0.2630	-0.3286	-0.1554	-0.1971	0.3214
11-13 (1)	-0.1774	0.2385	-0.2835	-0.0108	-0.0407	-0.2820	0.0834	0.2935	-0.0463
11-12 (2)	0.1641	-0.0520	0.0857	0.0719	1.4716	0.3738	0.6842	0.0660	1.2624
17-18 (2)	-0.2299	-0.4112	0.0402	-0.1717	-0.3380	0.1488	-0.0377	-0.0562	0.2218
1-2 (1)	-0.1716	0.1106	-0.1079	-0.1670	-0.0886	0.3059	0.0344	0.3950	-0.1179
7-10 (1)	-0.0421	0.1868	-0.3229	0.2043	0.0624	-0.0215	-0.2079	-0.0788	-0.4189
7-8 (1)	0.0895	0.2543	0.0900	0.2279	-0.3893	0.3323	-0.2047	0.0642	-0.0325
1-2 (3)	0.2588	-0.0164	-0.1837	0.0259	-0.1023	-0.2049	-0.2946	0.2061	0.0049
7-8 (2)	-0.1795	-0.2954	0.2460	-0.2135	-0.2525	-0.1635	0.4714	0.1219	-0.2593
2-7 (1)	-0.5300	0.0731	0.3501	0.3480	-0.7974	-0.4335	-0.4610	0.4264	0.1943
8-10 (1)	-0.1686	0.0058	0.0544	-0.4917	-0.0911	-0.2495	0.1698	0.1224	-0.2515
4-9 (1)	-0.3190	0.3695	-0.0228	-0.3018	-0.3289	-0.0334	-0.1522	0.0596	-0.2609
5-6 (2)	0.0872	0.1706	0.2549	-0.2090	0.0321	-0.3178	-0.2001	-0.0624	-0.3438
8-9 (1)	0.1797	-0.1160	-0.0582	0.0396	-0.2475	-0.2379	-0.6708	0.6399	-0.2949
5-9 (1)	-0.3110	0.0126	-0.1724	0.4337	0.3418	0.2498	0.2537	-0.2485	0.5476
1-11 (2)	-0.4374	-0.6044	0.0026	-0.5650	0.9203	0.4692	-0.2347	-0.4855	-0.1720
3-7 (1)	0.0691	0.3131	-0.5017	0.3335	-0.4482	-0.2855	0.9446	0.2125	0.4757
2-4 (1)	-0.1116	-0.1069	-0.3374	-0.0682	-0.0401	0.0645	-0.3692	-0.2431	-0.2978
10-11 (1)	-0.2982	-0.0999	-0.4076	0.1637	0.4320	-0.1026	0.2863	0.0839	-0.6310
12-13 (1)	-0.1078	0.0600	0.0295	0.1975	-0.3473	0.0940	-0.1880	0.1864	0.1336
4-5 (1)	-0.2231	-0.1213	0.1921	0.0248	0.1085	0.3919	-0.2418	0.3938	0.3300
Eigenval	80.3674	2.1593	1.8014	1.4335	0.9290	0.6628	0.5433	0.2284	0.2094
Prop Acum.	0.9098	0.9343	0.9546	0.9709	0.9814	0.9889	0.9950	0.9976	1.0000



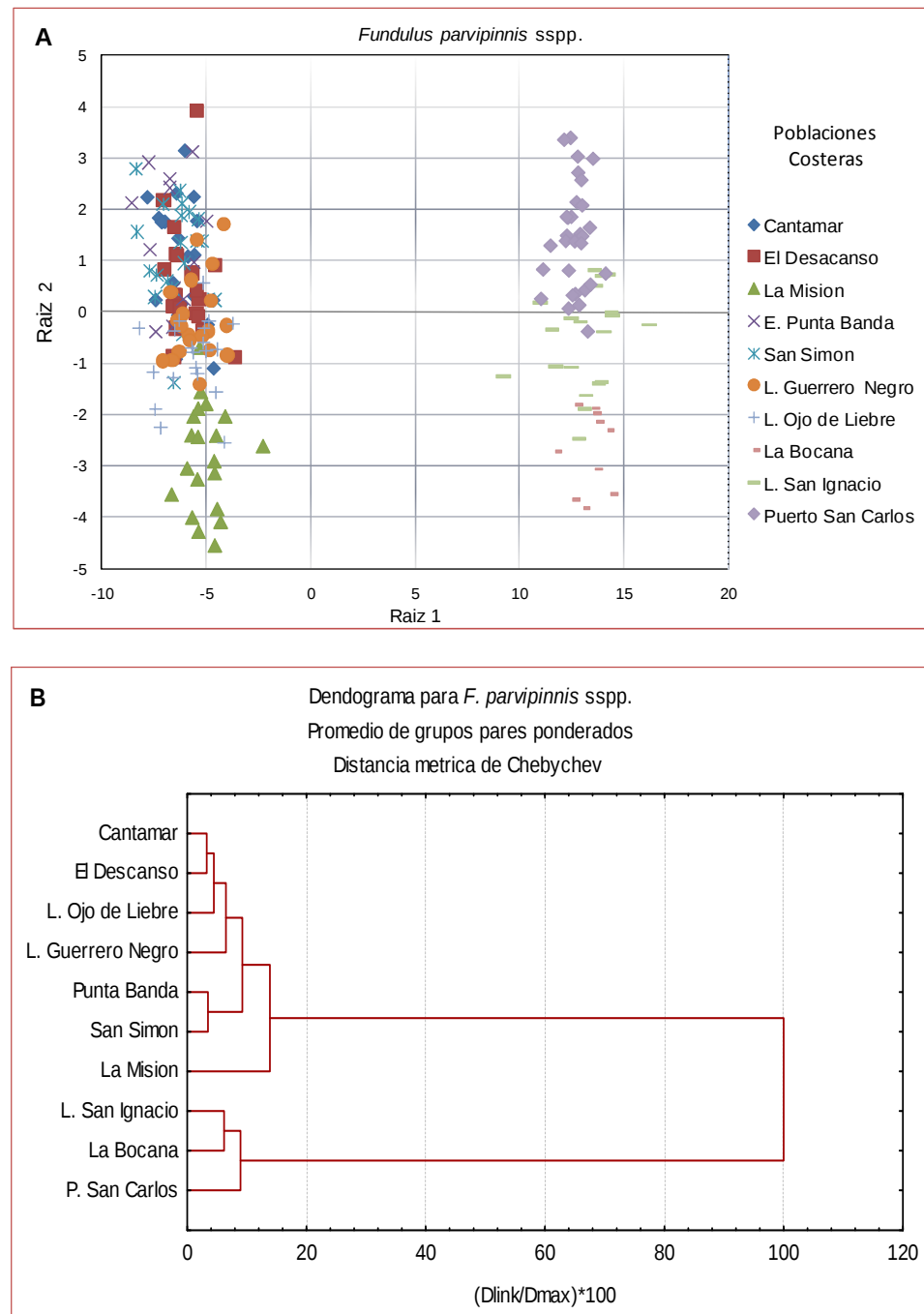


Figura 8. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 para las poblaciones costeras de *Fundulus* (*F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis*) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



3.1.3 Poblaciones del género *Fundulus* (*F. lima* y *F. parvipinnis* sspp).

En el AFD aplicado a todas las poblaciones del género *Fundulus* (costeras y dulceacuícolas), el modelo mostró una lambda global de 0.00000 y 26 de los 45 caracteres considerados fueron estadísticamente significativos ($p < 0.01$; Tabla XII): M5-6 (anchura de la aleta pélvica, $\lambda = 0.00000$), M9-10 (inserción posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal, $\lambda = 0.00000$), M1-2 (2) [distancia preorbital, $\lambda = 0.00000$], M2-3 (2) [diámetro ocular, $\lambda = 0.00000$], M17-18 (2) [distancia de la aleta caudal, $\lambda = 0.00000$], y M3-4 (3) [distancia interorbital, $\lambda = 0.00000$].

El valor de tolerancia de los caracteres variaron de 0.098 [M11-12 (2) longitud aleta dorsal] a 0.782 [M2-3 (2), diámetro ocular] (Tabla XII).

La vc1 explicó el 83.7% de la variación total y con la vc2 se explicó el 94.5% (Tabla XIII), estando la vc1 principalmente correlacionada con dos caracteres lineales: M2-9 (comisura bucal a inserción posterior de aleta dorsal, $Y_1 = 0.6204$) y M1-11 (2) [distancia predorsal, $Y_1 = 0.6124$]; mientras que la vc2 con el carácter M11-12 (2) [longitud aleta dorsal, $Y_2 = 0.6008$]. La clasificación predictiva de los individuos en cada cuenca o localidad fue variable. Para *F. lima*, la clasificación correcta fue 100% para cada una de sus cuencas; sin embargo, para *F. p. parvipinnis*, la clasificación correcta fue 80% en Cantamar, 90% en El Descanso, 100% en La Misión, 75% en Estero de Punta Banda, 80% San Simón, 95% en Laguna Guerrero Negro y 90% en la de Ojo de Liebre.



Tabla XII. Valores de Lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia de las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) para las poblaciones del género *Fundulus* de la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 44.

Caracter Lineal	Genero <i>Fundulus</i>			
	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.00000	1.915	0.018	0.664
M1-3	-	-	-	-
M2-3	0.00000	3.478	0.000	0.464
M2-4	0.00000	1.882	0.021	0.453
M2-7	0.00000	1.236	0.238	0.145
M2-9	0.00000	3.342	0.000	0.327
M3-4	0.00000	5.495	0.000	0.456
M3-5	0.00000	1.585	0.071	0.405
M3-7	0.00000	1.694	0.046	0.183
M4-5	0.00000	2.514	0.001	0.336
M4-7	0.00000	1.668	0.051	0.181
M4-9	0.00000	1.261	0.221	0.258
M5-6	0.00000	5.111	0.000	0.762
M5-7	0.00000	2.512	0.001	0.232
M5-9	0.00000	2.089	0.009	0.282
M6-8	0.00000	4.820	0.000	0.472
M7-8	0.00000	1.590	0.069	0.316
M7-9	0.00000	2.547	0.001	0.374
M7-10	0.00000	1.797	0.030	0.461
M8-9	0.00000	1.839	0.025	0.255
M8-10	0.00000	2.188	0.005	0.453
M9-10	0.00000	5.948	0.000	0.507
M9-11	0.00000	1.190	0.274	0.448
M9-12	0.00000	2.193	0.005	0.451
M10-11	0.00000	1.660	0.053	0.247
M10-12	0.00000	1.655	0.054	0.363
M11-12	0.00000	3.236	0.000	0.362
M11-13	0.00000	1.996	0.013	0.618
M12-13	0.00000	1.219	0.251	0.619
M1-2 (2)	0.00000	2.751	0.000	0.569
M1-4 (2)	0.00000	2.339	0.003	0.263
M1-11 (2)	0.00000	2.417	0.002	0.156
M2-3 (2)	0.00000	4.174	0.000	0.783
M3-4 (2)	0.00000	1.005	0.451	0.565
M5-6 (2)	0.00000	2.519	0.001	0.580
M7-8 (2)	0.00000	5.226	0.000	0.380
M9-10 (2)	0.00000	2.545	0.001	0.489
M11-12 (2)	0.00000	5.252	0.000	0.099
M13-14 (2)	0.00000	4.500	0.000	0.152
M15-17 (2)	0.00000	4.278	0.000	0.372
M16-17 (2)	0.00000	1.763	0.035	0.313
M17-18 (2)	0.00000	6.409	0.000	0.620
M1-2 (3)	0.00000	1.566	0.076	0.554
M3-4 (3)	0.00000	6.346	0.000	0.614
M5-6 (3)	0.00000	5.388	0.000	0.472
Total de agrupamiento	0.00000	F (704,5030) = 9.7769	< 0.0000	-



Tabla XIII. Coeficientes estandarizados de las primeras variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de ejemplares del género *Fundulus*, por localidad en la península de Baja California.

Codigo	Raiz 1	Raiz 2	Raiz 3	Raiz 4	Raiz 5	Raiz 6	Raiz 7	Raiz 8
2-9 (1)	0.6204	-0.23934	0.12206	-0.259349	-0.034750	-0.021433	-0.117127	0.25481
1-11 (2)	0.6124	0.29747	-0.12447	0.401543	0.476988	0.013215	0.097008	-0.38464
15-17 (2)	0.4440	-0.40919	0.08957	0.022435	-0.026927	-0.300942	0.091077	-0.21804
3-4 (3)	0.0536	0.34338	0.09288	0.235985	-0.425804	-0.370036	-0.208719	0.36558
17-18 (2)	0.1996	-0.15497	-0.29613	-0.418079	0.249580	-0.345557	-0.159980	0.44590
5-6 (1)	-0.1063	-0.26130	-0.20124	-0.192103	-0.241424	0.242095	0.089257	-0.17153
5-6 (3)	-0.0300	0.15437	-0.23428	-0.112826	0.210188	-0.608617	0.296059	-0.39592
9-10 (1)	0.0780	0.08739	0.45596	0.450912	0.189359	0.215480	0.366851	0.26456
2-3 (1)	0.1160	-0.06619	-0.09594	0.450290	0.080364	0.397444	-0.145326	0.14229
7-8 (2)	0.0481	0.11099	-0.21364	-0.602305	-0.411810	0.212942	0.193476	0.41772
13-14 (2)	-0.1896	0.04525	-1.05329	0.581239	0.315152	0.115941	-0.217600	0.35535
7-9 (1)	0.1436	-0.44529	-0.11740	0.161428	-0.255161	-0.141010	-0.172849	-0.05723
6-8 (1)	0.2083	-0.34303	0.21853	-0.085547	0.418116	-0.184085	0.168724	0.17594
11-12 (2)	0.2730	0.60087	1.08627	-0.198884	0.328922	0.278181	-0.015404	-1.29315
2-3 (2)	0.0461	-0.07272	0.29321	-0.281190	-0.129176	0.302058	0.139850	-0.35151
3-4 (1)	-0.1086	-0.27465	-0.33049	0.519327	0.178617	0.219620	-0.018831	0.01959
16-17 (2)	0.3730	-0.06564	0.21619	-0.374833	-0.205999	-0.018492	-0.113553	0.04037
5-7 (1)	-0.4398	0.30726	-0.12290	0.052021	-0.082716	0.482775	-0.410334	0.09895
11-12 (1)	0.0478	-0.13940	-0.01936	-0.522943	-0.021118	0.001256	0.502400	0.23263
2-4 (1)	0.1811	0.37665	-0.05987	-0.167361	-0.308121	0.048247	0.173119	-0.11454
4-5 (1)	0.2520	0.10239	-0.00375	0.277923	0.042339	0.176914	0.136141	-0.07228
7-10 (1)	-0.0344	-0.11315	-0.26224	0.223303	-0.480478	0.005828	-0.136355	0.07553
9-10 (2)	0.0578	-0.28380	-0.24325	0.052094	0.229133	-0.193888	0.174620	0.05134
11-13 (1)	0.1701	-0.05534	-0.05707	0.127446	-0.204143	-0.091946	-0.320410	0.15104
1-2 (1)	-0.0187	0.13850	-0.17692	-0.047019	0.088187	0.153562	0.002941	0.09975
3-7 (1)	-0.1372	0.35145	0.12552	-0.325499	-0.244900	0.216928	-0.548965	-0.19621
1-2 (2)	0.0149	0.09147	-0.04305	-0.258875	0.033665	0.355969	-0.123319	0.15283
1-4 (2)	0.0082	-0.11038	0.04656	0.051937	0.123370	-0.497552	0.182534	-0.27327
5-9 (1)	0.3243	-0.11849	0.23546	0.150657	0.116630	-0.136011	-0.301883	-0.33606
8-10 (1)	0.1766	0.08187	-0.04291	-0.090129	0.047054	0.234109	0.301912	-0.01086
5-6 (2)	-0.1162	-0.08211	0.19694	-0.260943	0.176305	-0.029090	0.019659	0.11438
9-12 (1)	0.1487	0.03094	-0.03296	0.356806	-0.001633	0.031880	0.141895	0.11520
8-9 (1)	-0.1053	0.10268	0.16044	0.077305	0.088747	-0.012056	0.068029	-0.06877
Eigenval	102.4799	13.17971	1.41211	1.360629	0.959990	0.779804	0.561152	0.34991
Prop. Acum.	0.8374	0.94507	0.95661	0.967728	0.975572	0.981944	0.986529	0.98939



Cabe señalar que los individuos clasificados incorrectamente permanecieron dentro de las localidades de distribución del taxón. Finalmente, para *F. p. brevis*, la clasificación acertada fue 90 % en la Bocana, 100% en Laguna San Ignacio y del 96.6 % para los individuos del Puerto San Carlos; al igual que el taxón anterior, todos los ejemplares erróneamente clasificados de *F. p. brevis* quedaron incluidos en el ámbito distribucional de la subespecie en cuestión.

La ubicación de los individuos de acuerdo a las distancias cuadráticas de Mahalanobis, (Fig. 9) considerando las variables canónicas 1 y 2, denota al menos cuatro grupos de poblaciones: el primero grupo formado por las poblaciones dulceacuícolas de San Javier y Bebelamas; el segundo por un complejo de poblaciones tanto dulceacuícolas como costeras, donde se distingue la asociación entre la población más austral de *F. lima* (Las Pocitas) y aquella de la subespecie costera sureña *F. p. brevis*; el tercer grupo representado por las poblaciones más norteñas de *F. lima* (San Ignacio, La Purísima y San Luis Gonzaga) y el cuarto grupo formado por todas las localidades de *F. p. parvipinnis*, quedando los ejemplares San Pedro en una posición intermedia entre los tres últimos grupos.



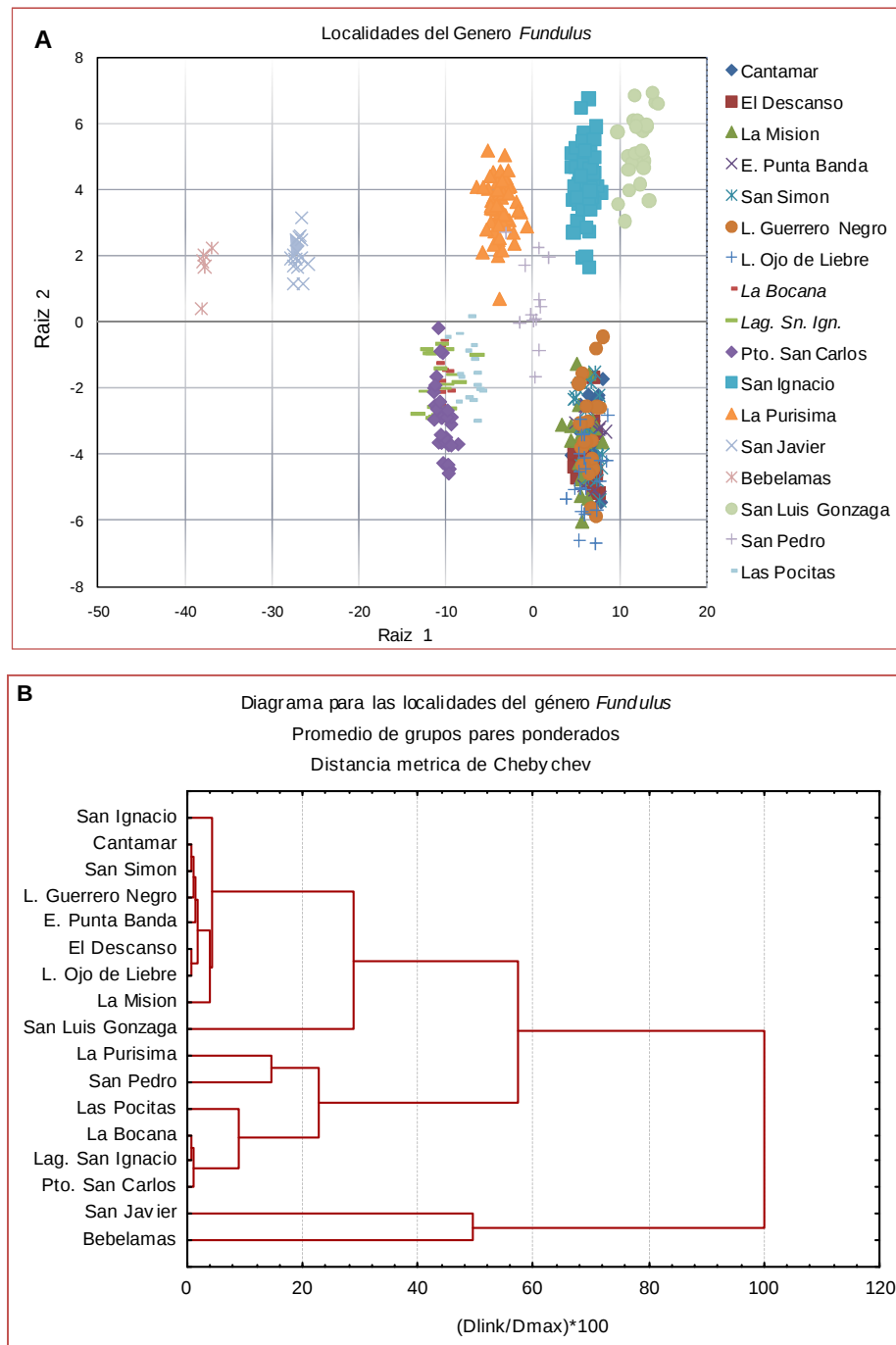


Figura 9. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 para las poblaciones del género *Fundulus* (*F. lima*, *F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis*) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



3.1.4 Género *Fundulus* (por taxón)

En el AFD aplicado a los diferentes taxa del género *Fundulus* (λ total=0.04910), 19 de los 45 caracteres examinados resultaron ser estadísticamente significativos ($p < 0.01$; Tabla XIV). Los caracteres más importantes fueron: M5-6 (anchura de la aleta pélvica, $\lambda=0.0542$), M7-9 (base aleta dorsal, $\lambda=0.0517$), M9-10 (inserción posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal, $\lambda=0.0534$), M2-3 (2) [diámetro ocular, $\lambda=0.0514$], M11-12 (2) [longitud aleta dorsal, $\lambda=0.0517$], M15-17 (2) [distancia postdorsal, $\lambda=0.0525$], M17-18 (2) [distancia de la aleta caudal, $\lambda=0.0514$] y M3-4 (3) [distancia interorbital, $\lambda=0.0530$]. La tolerancia osciló entre 0.01366 [M2-7 (comisura de la boca al origen de la aleta dorsal)] y 0.50167 [M5-6 (anchura de la aleta pélvica)].

La vc1 contribuyó con el 87% de la variación total y con la vc2 el 100% (Tabla XV), estando principalmente asociada la primera con cuatro distancias: M2-9 (comisura bucal a inserción posterior de aleta dorsal, $Y_1=-1.405$), M5-7 (origen aleta pélvica a inserción anterior de la aleta dorsal, $Y_1=0.826$), M9-10 (inserción posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal, $Y_1=0.858$), y M15-17 (2) (distancia postdorsal, $Y_1=-0.806$); mientras que la segunda con tres distancias: M3-4 (occipucio a origen aleta pectoral, $Y_2=0.8525$), M11-12 (2) [longitud aleta dorsal, $Y_2=-0.8096$] y M3-4 (3) [distancia interorbital, $Y_2=-0.7747$].



Tabla XIV. Valores de Lambda de Wilks, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante con el método de pasos hacia delante de los taxa del género *Fundulus* en la península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 36.

Caracter Lineal	Genero <i>Fundulus</i>			
	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.0499	2.749	0.065	0.252
M1-3	0.0500	3.391	0.035	0.147
M2-3	-	-	-	-
M2-4	0.0495	1.395	0.249	0.072
M2-7	0.0503	4.126	0.017	0.014
M2-9	0.0504	4.692	0.010	0.014
M3-4	0.0511	7.021	0.001	0.094
M3-5	-	-	-	-
M3-7	-	-	-	-
M4-5	0.0505	5.098	0.007	0.143
M4-7	-	-	-	-
M4-9	0.0496	1.974	0.140	0.033
M5-6	0.0542	18.346	0.000	0.502
M5-7	0.0508	6.171	0.002	0.052
M5-9	0.0496	1.881	0.154	0.054
M6-8	0.0507	5.606	0.004	0.357
M7-8	0.0506	5.530	0.004	0.069
M7-9	0.0517	9.468	0.000	0.217
M7-10	0.0494	1.107	0.332	0.118
M8-9	0.0507	5.722	0.004	0.089
M8-10	-	-	-	-
M9-10	0.0534	15.334	0.000	0.116
M9-11	0.0503	4.467	0.012	0.213
M9-12	0.0508	5.990	0.003	0.126
M10-11	-	-	-	-
M10-12	0.0504	4.710	0.010	0.293
M11-12	0.0508	6.104	0.002	0.096
M11-13	-	-	-	-
M12-13	-	-	-	-
M1-2 (2)	0.0498	2.351	0.097	0.139
M1-4 (2)	0.0497	2.040	0.132	0.034
M1-11 (2)	0.0495	1.305	0.273	0.014
M2-3 (2)	0.0514	8.169	0.000	0.419
M3-4 (2)	-	-	-	-
M5-6 (2)	0.0495	1.274	0.281	0.251
M7-8 (2)	0.0496	1.687	0.187	0.083
M9-10 (2)	0.0499	2.842	0.060	0.278
M11-12 (2)	0.0517	9.230	0.000	0.073
M13-14 (2)	0.0509	6.361	0.002	0.123
M15-17 (2)	0.0525	12.025	0.000	0.108
M16-17 (2)	0.0504	4.613	0.011	0.153
M17-18 (2)	0.0514	8.126	0.000	0.243
M1-2 (3)	0.0498	2.340	0.098	0.192
M3-4 (3)	0.0530	14.126	0.000	0.126
M5-6 (3)	0.0501	3.536	0.030	0.096
Total de agrupamiento	0.04910	F (72,702) = 34.252	< 0.0000	-



Tabla XV. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares del género *Fundulus* por taxón de la península de Baja California.

Codigo	Raiz 1	Raiz 2
7-9 (1)	-0.48648	-0.212133
3-4 (3)	0.54374	-0.774707
15-17 (2)	-0.80657	-0.149069
5-6 (1)	-0.34160	0.393041
8-9 (1)	0.56641	-0.359347
17-18 (2)	-0.39843	0.273337
1-2 (3)	0.07738	0.339968
16-17 (2)	-0.37065	-0.288006
13-14 (2)	0.40399	0.502268
1-11 (2)	0.61259	-0.590256
2-9 (1)	-1.40565	-0.335995
3-4 (1)	0.10566	0.852524
11-12 (2)	0.60264	-0.809656
9-12 (1)	0.51755	-0.202838
11-12 (1)	-0.62287	0.072614
9-10 (2)	-0.25238	0.033762
9-10 (1)	0.85826	-0.257133
1-2 (2)	0.11392	0.390919
2-3 (2)	-0.34067	-0.071743
6-8 (1)	-0.31091	-0.027770
4-5 (1)	0.29285	-0.469325
7-8 (1)	-0.65318	0.330264
5-7 (1)	0.82571	0.290762
2-4 (1)	0.31060	-0.204497
10-12 (1)	-0.17211	0.338385
9-11 (1)	-0.06121	-0.454395
1-2 (1)	0.25177	0.092559
2-7 (1)	1.37168	-0.087116
7-8 (2)	-0.32458	0.197338
1-3 (1)	0.31277	0.275386
5-6 (3)	-0.01959	-0.611020
4-9 (1)	-0.29885	0.687182
1-4 (2)	-0.46709	0.503676
5-9 (1)	-0.37716	-0.360802
5-6 (2)	-0.17234	-0.063118
7-10 (1)	-0.20466	0.170531
Eigenval	8.20820	1.211899
Prop. Acum.	0.87135	1.000000



La clasificación predictiva de los individuos en cada taxón fue variable. Para *F. lima* la clasificación correcta fue 97%, con 5 individuos clasificados incorrectamente (1 con *F. p. parvipinnis* y 4 con *F. p. brevis*); para *F. p. parvipinnis* la clasificación correcta fue 99% con 1 ejemplar clasificado erróneamente en *F. p. brevis*; y finalmente para *F. p. brevis*, la clasificación acertada fue del 100 %.

Al considerar las raíces canónicas 1 y 2, la ubicación resultante de los individuos según las distancias cuadráticas de Mahalanobis (Fig. 10), tres grupos bien delimitados fueron conformados; el primer grupo fue integrado por el taxón *Fundulus lima*, el segundo por la subespecie costera norteña *F. p. parvipinnis*, y el tercero por la subespecie costera sureña *F. parvipinnis brevis*.

3.1.5 Poblaciones de *Fundulus lima* con los taxa *F. parvipinnis*.

Para este análisis se consideraron las siete cuencas en donde se distribuye la especie *Fundulus lima* y se consideraron como grupos externos a las dos subespecies de *Fundulus parvipinnis*. El análisis de función discriminante (AFD) dio como resultado una lambda total de 0.00004 e indicó que 24 de los 45 caracteres examinados fueron estadísticamente significativos ($p < 0.01$; Tabla XVI). En el Anexo III se presentan los estadísticos descriptivos de los 24 caracteres que resultaron ser significativos.



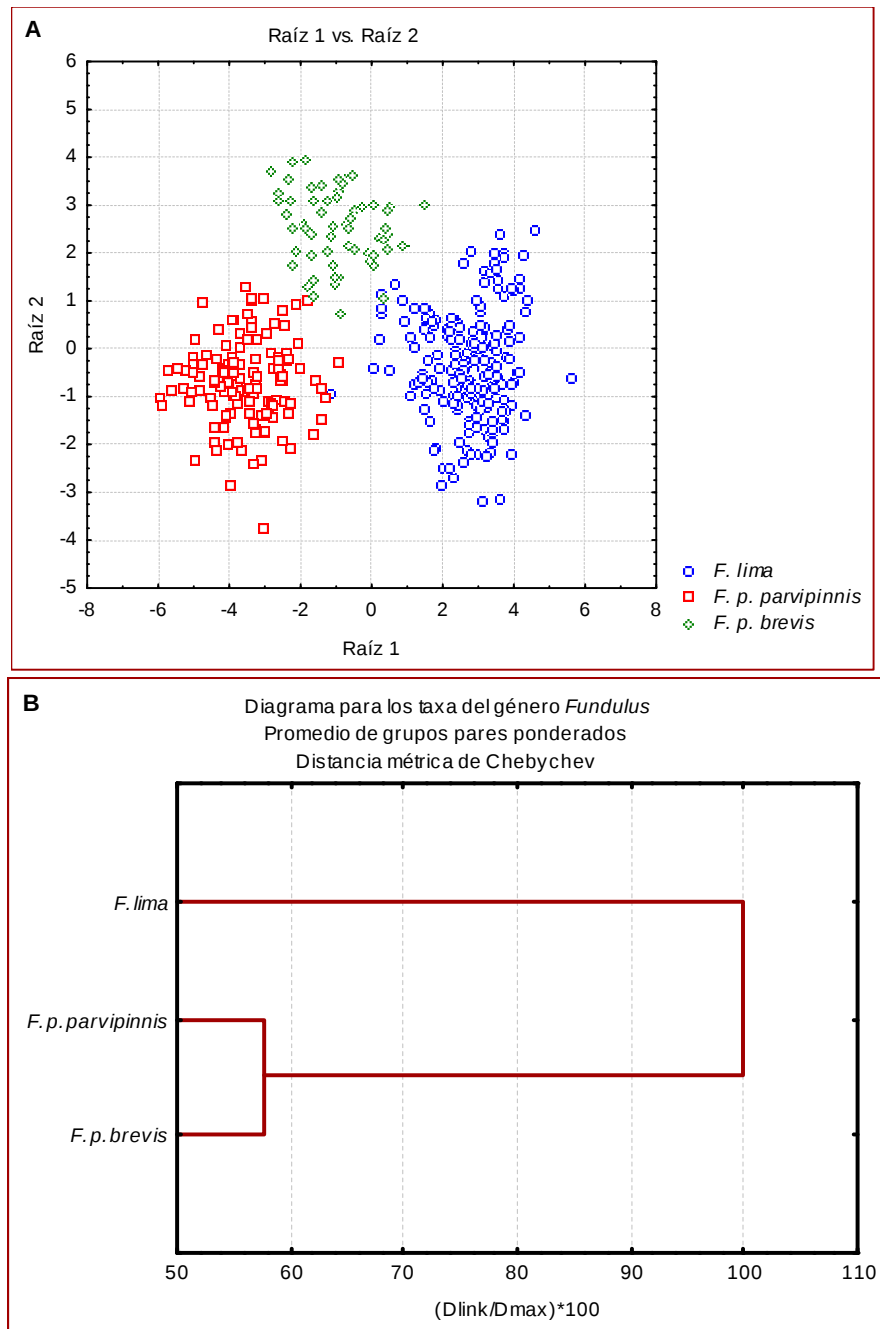


Figura 10. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 para el género *Fundulus* (*F. lima*, *F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis*) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



Tabla XVI. Valores de Lambda de Wilks, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante con el método de pasos hacia delante de las cuencas de *Fundulus lima* y los taxa *F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis* en la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 44.

AFD	<i>F. lima</i> (Cuencas) + Gpos externos			
	<i>F. lima</i> + <i>F. parvipinnis</i> sspp.			
Caracter Lineal	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.000038	2.049	0.040	0.646
M1-3	0.000038	1.332	0.226	0.235
M2-3	0.000038	1.788	0.078	0.258
M2-4	0.000039	3.025	0.003	0.397
M2-7	0.000038	1.785	0.079	0.140
M2-9	0.000042	5.734	0.000	0.313
M3-4	0.000046	10.279	0.000	0.425
M3-5	0.000038	1.509	0.153	0.393
M3-7	0.000038	2.137	0.032	0.178
M4-5	0.000040	3.983	0.000	0.329
M4-7	0.000038	2.160	0.030	0.163
M4-9	0.000038	1.858	0.066	0.219
M5-6	0.000043	6.805	0.000	0.701
M5-7	0.000040	3.343	0.001	0.204
M5-9	0.000039	2.861	0.004	0.250
M6-8	0.000042	6.620	0.000	0.452
M7-8	0.000039	2.242	0.024	0.302
M7-9	0.000040	3.677	0.000	0.348
M7-10	0.000038	1.651	0.109	0.447
M8-9	0.000038	1.645	0.111	0.237
M8-10	0.000038	2.120	0.033	0.434
M9-10	0.000041	4.930	0.000	0.479
M9-11	0.000038	1.347	0.219	0.428
M9-12	0.000040	3.859	0.000	0.441
M10-11	0.000038	1.326	0.229	0.243
M10-12	0.000038	1.370	0.209	0.374
M11-12	0.000039	2.327	0.019	0.387
M11-13	0.000038	2.085	0.037	0.618
M12-13	-	-	-	-
M1-2 (2)	0.000039	3.301	0.001	0.557
M1-4 (2)	0.000039	3.109	0.002	0.240
M1-11 (2)	0.000039	2.883	0.004	0.143
M2-3 (2)	0.000043	6.906	0.000	0.756
M3-4 (2)	0.000038	1.273	0.257	0.533
M5-6 (2)	0.000038	2.027	0.043	0.576
M7-8 (2)	0.000044	8.919	0.000	0.368
M9-10 (2)	0.000039	3.236	0.001	0.444
M11-12 (2)	0.000043	7.590	0.000	0.095
M13-14 (2)	0.000040	3.891	0.000	0.145
M15-17 (2)	0.000043	7.717	0.000	0.368
M16-17 (2)	0.000039	3.201	0.002	0.297
M17-18 (2)	0.000046	10.762	0.000	0.588
M1-2 (3)	0.000038	2.183	0.028	0.524
M3-4 (3)	0.000042	6.378	0.000	0.592
M5-6 (3)	0.000040	3.907	0.000	0.440
Total de agrupamiento	0.00004	F (352,2673) = 20.173	< 0.0000	-



El valor de tolerancia, el cual oscila entre cero cuando es completamente redundante y 1.0 cuando no lo es, varió de 0.095 [M11-12 (2) (longitud aleta dorsal)] a 0.755 [M2-3 (2) (diámetro ocular)].

Las variables canónicas (vc1 y vc2) explicaron el 87.7% y 97.5%, respectivamente, de la variación total (Tabla XVII). En la vc1, el carácter lineal M2-9 (comisura bucal a inserción posterior de aleta dorsal, $Y_1=0.6222$) ejerció el efecto mayor, y en la vc2 los principales caracteres fueron M7-9 (base aleta dorsal, $Y_2=-0.6557$) y M11-12 (2) [longitud aleta dorsal, $Y_2=0.7857$]. Basado en la matriz de clasificación, el 100% de los individuos fueron correctamente clasificados en sus respectivas poblaciones (Fig. 11A). En el dendrograma resultante de las distancias cuadráticas de Mahalanobis (Fig. 11B), que indican la discriminación entre poblaciones comparadas, se aprecia nuevamente la separación de cuatro grupos de poblaciones: el primer grupo integrado por las cuencas hidrológicas de San Javier y Bebelamas; el segundo por la asociación de la cuenca más austral de *F. lima* (Las Pocitas) con la subespecie costera sureña *F. p. brevis*; el tercer grupo formado por las cuencas norteñas de *F. lima* (San Ignacio, La Purísima y San Luis Gonzaga); y el cuarto grupo por *F. p. parvipinnis*; quedando ubicados los ejemplares de la cuenca de San Pedro en una posición intermedia entre los tres últimos grupos.



Tabla XVII. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares del pez dulceacuícola (*Fundulus lima*) y las dos subespecies costeras (*F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis*) de la península de Baja California.

Codigo	Raiz 1	Raiz 2	Raiz 3	Raiz 4	Raiz 5	Raiz 6	Raiz 7	Raiz 8
2-9 (1)	0.62227	-0.18983	0.278543	-0.012915	-0.06873	-0.055171	0.56155	0.072003
1-11 (2)	0.44016	0.48986	-0.250930	0.488038	-0.24013	-0.149218	-0.22151	-0.151109
15-17 (2)	0.48596	-0.47497	-0.072740	-0.209310	-0.11943	0.098912	0.25269	-0.047509
3-4 (3)	0.06968	0.29524	-0.055650	-0.227510	0.13858	0.507982	0.18197	0.097094
17-18 (2)	0.21492	-0.20850	0.585138	0.373626	0.12874	0.311600	0.31467	-0.080102
5-6 (1)	-0.08239	-0.20567	0.249341	-0.324515	0.18823	-0.334303	-0.42687	-0.110525
2-4 (1)	0.25208	0.36140	-0.039499	-0.328033	-0.05938	-0.042275	-0.06715	-0.001571
7-9 (1)	0.17606	-0.65577	-0.155618	-0.386398	0.16455	0.215825	-0.03402	0.020732
11-12 (2)	0.16987	0.78574	-0.473580	0.517580	-1.58285	-0.049531	-1.24227	-0.697595
7-8 (2)	0.00808	0.21273	0.796916	-0.481139	-0.31222	0.067023	0.52789	0.066447
6-8 (1)	0.19269	-0.32817	-0.084422	0.490461	-0.03400	0.124380	-0.32747	0.263349
3-4 (1)	-0.17010	-0.27950	-0.153064	0.032958	0.37261	-0.459822	0.15213	0.687583
16-17 (2)	0.37826	-0.02925	0.380332	-0.020776	-0.35091	0.198486	-0.20016	0.627569
13-14 (2)	-0.12783	-0.06128	-0.066055	0.102453	1.36936	-0.222028	0.98729	0.517466
2-3 (2)	0.08280	-0.03317	-0.029746	-0.168922	-0.56241	-0.410462	-0.03701	-0.046820
9-10 (1)	0.04800	0.14462	-0.497190	-0.110052	0.12932	-0.085742	0.16108	-0.272093
5-6 (3)	0.00107	0.07710	0.151588	0.055357	0.17469	0.576522	-0.33386	0.141964
4-5 (1)	0.22312	0.12848	-0.407561	-0.051947	0.09171	0.105435	-0.55595	0.201701
9-10 (2)	0.07747	-0.31658	-0.035587	0.149314	0.21687	0.251066	-0.27013	0.047900
5-7 (1)	-0.43617	0.29503	-0.074133	-0.104808	0.26375	-0.221439	-0.43292	0.292285
9-12 (1)	0.12190	0.01673	-0.420325	-0.052947	0.28787	0.069775	-0.00744	-0.227062
5-9 (1)	0.35640	-0.18589	-0.243724	0.254887	-0.15911	-0.065079	-0.13926	-0.177103
1-4 (2)	0.11000	-0.20909	-0.038753	0.082258	0.36344	-0.004812	-0.54590	-0.653234
1-2 (2)	0.05192	0.10547	0.184566	0.022350	-0.10088	-0.379367	0.29811	-0.031810
Eigenval	94.20299	10.58841	0.745963	0.682177	0.53861	0.387420	0.20656	0.027670
Prop. Acum.	0.87729	0.97589	0.982842	0.989195	0.99421	0.997819	0.99974	1.000000



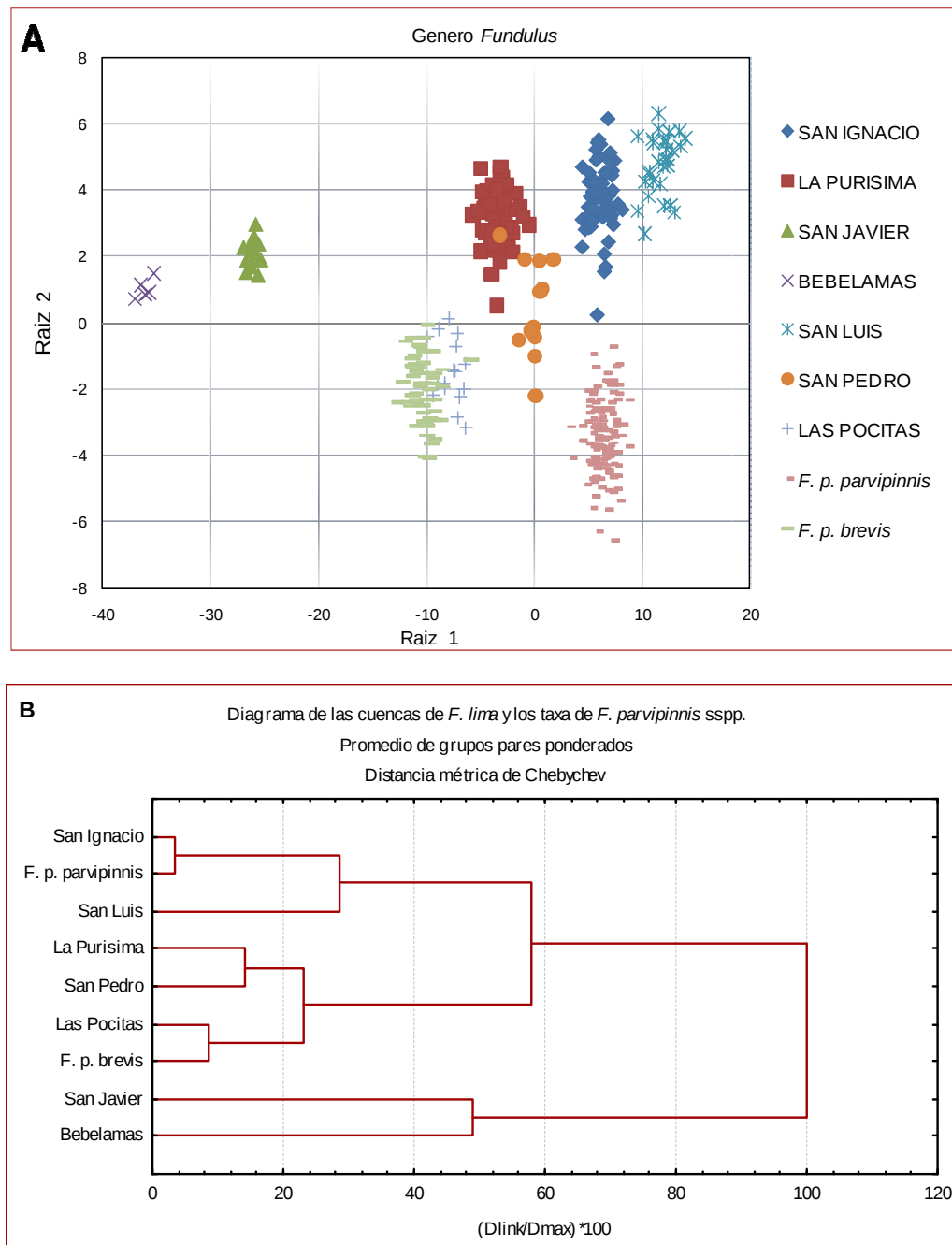


Figura 11. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 para los ejemplares de *F. lima*, y los taxa *F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis* de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



Finalmente, se observó que seis caracteres diagnósticos fueron constantes independientemente de la forma de agrupar a los ejemplares (por localidad, cuenca, taxa, con grupos externos, etc.); dichos caracteres fueron los siguientes: M5-6 (anchura de la aleta pélvica), M6-8 (inserción posterior aleta pélvica a origen de la aleta anal), M9-10 (inserción posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal), M11-12 (2) (longitud aleta dorsal), M15-17 (2) (distancia postdorsal) y M3-4 (3) (distancia interorbital) [Anexo IV].

3.2 Análisis Merístico

El análisis comparativo de cada carácter merístico entre los taxa muestra diferencias en sus modas, sin embargo existe un traslape en la dispersión de los datos (valores mínimos y máximos; Figura 12). Analizando la estadística básica (Anexo V) aplicada a los datos merísticos, se aprecian algunos caracteres cuyas modas no varían entre los diferentes taxa, tales como los radios de la aleta pélvica [$RAPL (P_2) = 6$] y los radios de la aleta anal [$RAA (A) = 11$] (Tabla XVIII). Los coeficientes de variación para cada carácter y por taxón se muestran en la tabla XIX. Las tablas de frecuencia muestran la dispersión de los datos por taxón, así como el número de radios y/o escamas predominante en cada uno de ellos (Tabla XX).



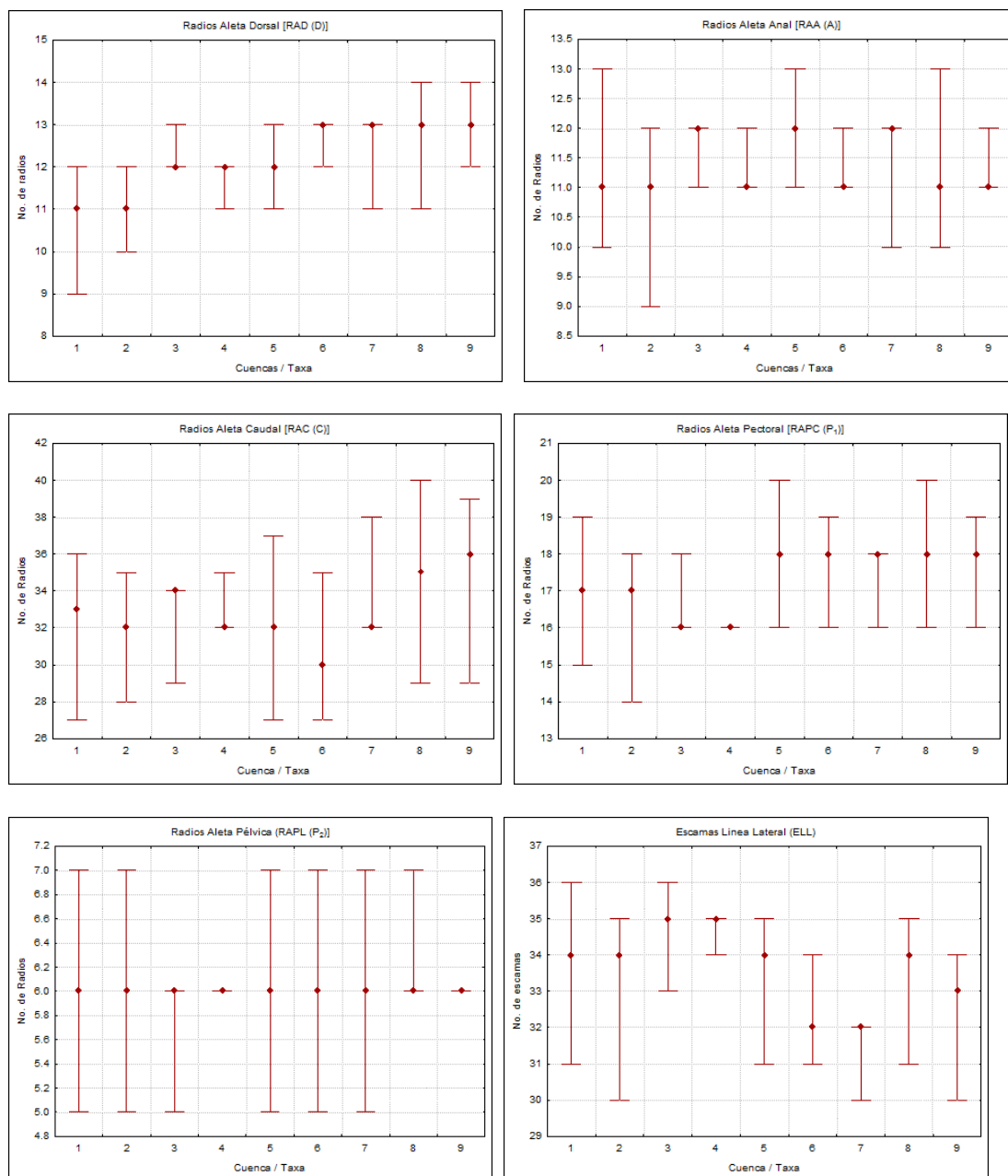
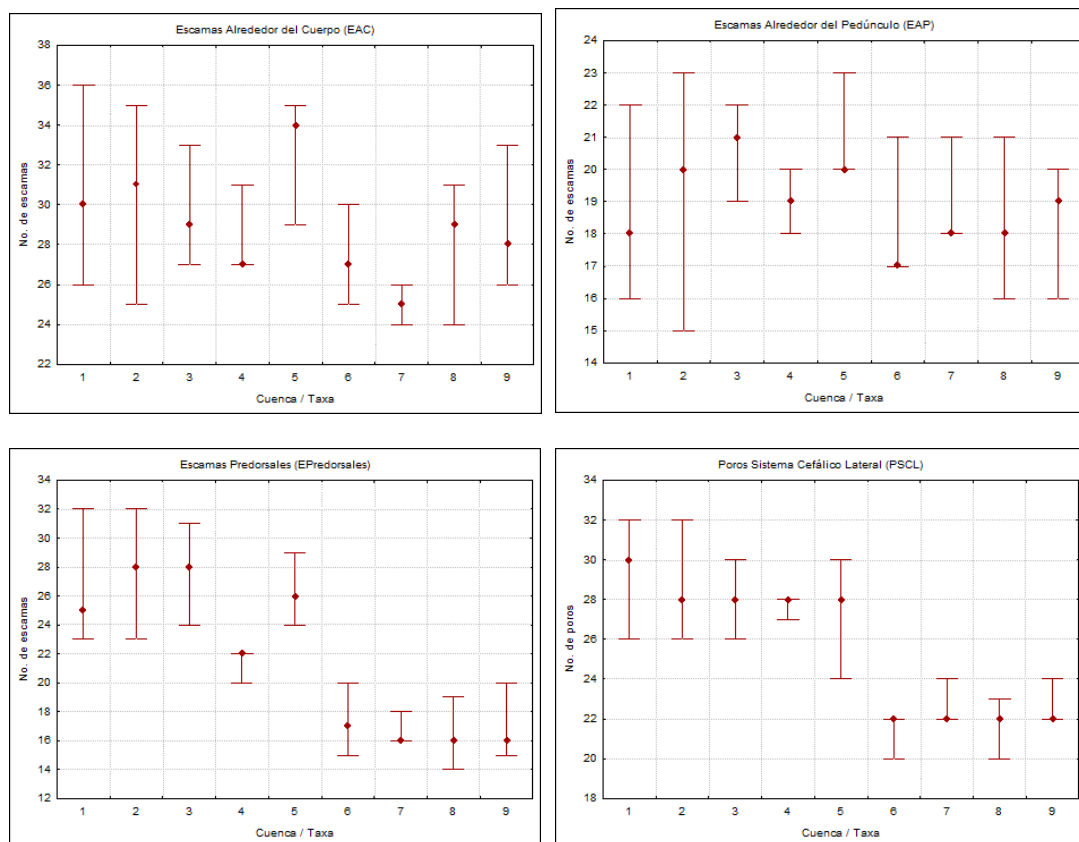


Figura 12. Gráficas con valores modales e intervalos de radios y/o escamas contados por cuenca y/o taxa en los fundúlidos de la península de Baja California. Cuencas de *Fundulus lima*, 1) San Ignacio, 2) La Purísima, 3) San Javier, 4) Bebelamas, 5) San Luis Gonzaga, 6) San Pedro, 7) Las Pocitas; 8) *F. p. parvipinnis* y 9) *F. p. brevis*.





Continuación Figura 12. Gráficas con valores modales e intervalos de radios y/o escamas contados por cuenca y/o taxa en los fundúlidos de la península de Baja California. Cuencas de *Fundulus lima*, 1) San Ignacio, 2) La Purísima, 3) San Javier, 4) Bebelamas, 5) San Luis Gonzaga, 6) San Pedro, 7) Las Pocitas; 8) *F. p. parvipinnis* y 9) *F. p. brevis*.



Tabla XVIII. Estadística descriptiva de caracteres merísticos de ejemplares de los taxa del género *Fundulus* de la península de Baja California.

	TAXA	RAD (D)	RAA (A)	RAC ©	RAPC (P ₁)	RAPL (P ₂)	ELL	EAC	EAP	Predorsales	PSCL
PROMEDIO	<i>F. lima</i>	11.4518	11.2792	32.0761	16.9289	6.0609	33.5330	30.3147	19.5228	25.4721	27.6345
	<i>F. p. parvipinnis</i>	12.7500	11.3258	34.9470	17.9015	6.0152	33.3030	27.9924	18.5985	16.1667	22.0152
	<i>F. p. brevis</i>	12.6500	11.1500	34.7167	17.7000	6.0000	32.2667	28.7167	18.3500	16.7000	22.3500
MODA	<i>F. lima</i>	11	11	32	16	6	34	30	20	26	28
	<i>F. p. parvipinnis</i>	13	11	35	18	6	34	29	18	16	22
	<i>F. p. brevis</i>	13	11	36	18	6	33	28	19	16	22
MINIMO	<i>F. lima</i>	9	9	27	14	5	30	24	15	15	20
	<i>F. p. parvipinnis</i>	11	10	29	16	6	31	24	16	14	20
	<i>F. p. brevis</i>	12	11	29	16	6	30	26	16	15	22
MAXIMO	<i>F. lima</i>	13	13	38	20	7	36	36	23	32	32
	<i>F. p. parvipinnis</i>	14	13	40	20	7	35	31	21	19	23
	<i>F. p. brevis</i>	14	12	39	19	6	34	33	20	20	24
Desviacion Estandar	<i>F. lima</i>	0.8169	0.6375	2.0075	1.0076	0.4806	1.2144	2.6539	1.4900	3.9610	2.7008
	<i>F. p. parvipinnis</i>	0.6224	0.5594	2.5332	0.7190	0.1226	1.0033	1.6508	1.0401	0.9342	0.2759
	<i>F. p. brevis</i>	0.6058	0.3601	2.4153	0.8887	0.0000	0.9181	1.7668	1.0055	1.0783	0.7324
Error Estandar	<i>F. lima</i>	0.0582	0.0454	0.1430	0.0718	0.0342	0.0865	0.1891	0.1062	0.2822	0.1924
	<i>F. p. parvipinnis</i>	0.0542	0.0487	0.2205	0.0626	0.0107	0.0873	0.1437	0.0905	0.0813	0.0240
	<i>F. p. brevis</i>	0.0782	0.0465	0.3118	0.1147	0.0000	0.1185	0.2281	0.1298	0.1392	0.0946



Tabla XIX. Moda y coeficiente de variación (CV) de caracteres merísticos de los taxa del género *Fundulus* de la península de Baja California, México. Los códigos de los caracteres lineales son definidos en el texto.

	<i>F. lima</i>	<i>F. p. parvipinnis</i>	<i>F. p. brevis</i>	CV
RAD (D)	11	13	13	9.362
RAA (A)	11	11	11	0.000
RAC ©	32	35	36	6.063
RAPC (P1)	16	18	18	6.662
RAPL (P2)	6	6	6	0.000
ELL	34	34	33	1.715
EAC	30	29	28	3.448
EAP	20	18	19	5.263
Predorsales	26	16	16	29.863
PSCL	28	22	22	14.434
CV	51.003	52.575	51.827	



Tabla XX. Tabla de frecuencia de los caracteres merísticos para los taxa del género *Fundulus* de la península de Baja California, México. Resaltado en negritas los valores más altos para el taxón en cuestión.

CARACTER MERISTICO	CATEGORIA	<i>F. lima</i>		<i>F. p. parvipinnis</i>		<i>F. p. brevis</i>	
		Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
RAD	9	1	0.5	-	-	-	-
	10	13	6.59	-	-	-	-
	11	104	52.79	4	3.03	-	-
	12	54	27.41	34	25.76	25	41.67
	13	25	12.69	85	64.39	31	51.67
	14	-	-	9	6.82	4	6.67
RAA	9	1	0.5	-	-	-	-
	10	12	6.09	4	3.03	-	-
	11	120	60.91	83	62.88	51	85.00
	12	59	29.94	43	32.58	9	15.00
	13	5	2.53	2	1.52	-	-
RAC	26 <x<=28	7	3.55	2	1.52	-	-
	28<x<=30	36	18.27	23	17.42	5	8.33
	30<x<=32	77	39.08	33	25.00	6	10.00
	32<x<=34	59	29.94	35	26.52	15	25.00
	34<x<=36	14	7.1	27	20.45	22	36.67
	36<x<=38	4	2.03	12	9.09	11	18.33
	38<x<=40	-	-	-	-	1	1.67
RAPC (P ₁)	14	1	0.51	-	-	-	-
	15	8	4.06	-	-	-	-
	16	65	32.99	2	1.52	9	15.00
	17	63	31.98	33	25.00	8	13.33
	18	52	26.40	75	56.82	35	58.33
	19	6	3.05	20	15.15	8	13.33
	20	2	1.02	2	1.52	-	-
RAPC (P ₂)	5	17	8.62	-	-	-	-
	6	151	76.64	130	98.48	60	100
	7	29	14.72	2	1.52	-	-
ELL	30	2	1.02	-	-	2	3.33
	31	10	5.08	7	5.30	10	16.67
	32	27	13.71	22	16.67	21	35.00
	33	45	22.84	36	27.27	24	40.00
	34	74	37.56	58	43.94	3	5.00
	35	33	16.75	9	6.82	-	-
	36	6	3.05	-	-	-	-
EAC	22<x<=24	2	1.02	3	2.27	-	-
	24<x<=26	20	10.15	21	15.90	4	6.67
	26<x<=28	25	12.69	51	38.63	27	45.00
	28<x<=30	53	26.90	51	38.63	19	31.66
	30<x<=32	51	25.89	6	4.55	8	13.33
	32<x<=34	39	19.80	-	-	2	3.33
	34<x<=36	7	3.55	-	-	-	-
EAP	15	1	0.51	-	-	-	-
	16	2	1.02	2	1.52	3	5.00
	17	16	8.12	14	10.61	8	13.33
	18	33	16.75	51	38.64	20	33.33
	19	35	17.77	36	27.27	23	38.33
	20	62	31.47	26	19.70	6	10.00
	21	30	15.23	3	2.27	-	-
	22	16	8.12	-	-	-	-
	23	2	1.02	-	-	-	-
E. PREDORSALES	10<x<=15	1	0.51	32	24.24	5	8.33
	15<x<=20	28	14.21	100	74.75	55	91.66
	20<x<=25	38	19.29	-	-	-	-
	25<x<=30	118	59.90	-	-	-	-
	30<x<=35	12	6.09	-	-	-	-
PSCL	18<x<=20	1	0.51	1	0.76	-	-
	20<x<=22	23	11.68	126	95.45	48	80.00
	22<x<=24	8	4.06	5	3.79	12	20.00
	24<x<=26	18	9.14	-	-	-	-
	26<x<=28	74	37.56	-	-	-	-
	28<x<=30	63	31.98	-	-	-	-
	30<x<=32	10	5.08	-	-	-	-



3.2.1 Poblaciones de *Fundulus lima*

El análisis de función discriminante (AFD) aplicado a los caracteres merísticos de los individuos que integran las poblaciones de *Fundulus lima*, permitió identificar una combinación de caracteres morfológicos para distinguir a las poblaciones de *Fundulus lima*.

El AFD indicó que los 10 caracteres examinados fueron estadísticamente significativos ($p < 0.01$) con una lamda grupal de 0.0055 y con valores de tolerancia altos (> 0.5), siendo el menor encontrado en las escamas alrededor del cuerpo (0.760, $\lambda = 0.0202$) y el mayor para los radios de la aleta caudal (0.952, $\lambda = 0.0182$; Tabla XXI). La variable canónica (vc1) aportó el 83.8% de la variación total, la vc2 el 91.4% y con la vc3 el 95.1% (Tabla XXII), donde en la vc1 tres caracteres ejercieron el mayor efecto: escamas predorsales (Epredorsales, $Y_1 = 0.7128$), poros del sistema cefálico lateral (PSCL, $Y_1 = 0.576$) y radios de la aleta dorsal [RAD (D), $Y_1 = -0.5002$]; mientras que en la vc3 de igual forma tres caracteres ejercieron el mayor efecto: radios de la aleta pectoral [RAPC (P_1), $Y_3 = -0.508$], escamas alrededor del cuerpo (EAC, $Y_3 = -0.820$) y escamas alrededor del pedúnculo (EAP, $Y_3 = -0.518$). Basado en la matriz de clasificación solamente los individuos de las cuencas de Bebelamas y Las Pocitas fueron correctamente clasificados en un 100%; en el resto, los ejemplares de San Ignacio fueron correctamente clasificados en un 73.3 % (15 individuos en La Purísima, y 1 en San Luis), La Purísima (76.6%, 12 individuos en San Ignacio y 2 en San Javier), San Javier (86.66%, 2



Tabla XXI. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables merísticas obtenidas del Análisis de Función Discriminante (método de pasos hacia delante) para cada uno de los taxa del género *Fundulus*; *F. lima* (N=10), *F. parvipinnis* sspp (N=9) y todas las localidades juntas (N=10) en la Península de Baja California.

caracter	<i>Fundulus lima</i>				<i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.				Género <i>Fundulus</i>			
	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.
RAD (D)	0.0219	12.106	0.000	0.910	0.0708	3.976	0.000	0.911	0.0035	7.905	0.000	0.935
RAA (A)	0.0181	4.656	0.000	0.864	0.0662	2.466	0.011	0.911	0.0031	3.928	0.000	0.935
RAC ©	0.0182	4.961	0.000	0.952	0.0963	12.366	0.000	0.945	0.0041	12.339	0.000	0.977
RAPC (P ₁)	0.0192	6.766	0.000	0.882	0.0740	5.041	0.000	0.960	0.0034	6.553	0.000	0.950
RAPL (P ₂)	0.0173	3.104	0.006	0.835	-	-	-	-	0.0030	2.807	0.000	0.896
ELL	0.0183	5.148	0.000	0.910	0.0891	9.994	0.000	0.919	0.0038	10.066	0.000	0.923
EAC	0.0205	9.270	0.000	0.760	0.0840	8.332	0.000	0.872	0.0040	11.563	0.000	0.816
EAP	0.0202	8.773	0.000	0.794	0.0700	3.708	0.000	0.820	0.0036	8.319	0.000	0.825
EPredorsales	0.0298	27.182	0.000	0.882	0.0767	5.917	0.000	0.932	0.0060	29.070	0.000	0.926
PSCL	0.0255	18.909	0.000	0.939	0.0713	4.144	0.000	0.950	0.0047	18.356	0.000	0.964
Total de agrupamiento	0.00559	F (88,2435) = 33.367	< 0.0000	-	0.05872	F (81,1133) = 7.7054	< 0.0000	-	0.00263	F (160,3119) = 19.601	< 0.0000	-

Tabla XXII. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos merísticos de cada uno de los taxa del género *Fundulus* de la península de Baja California.

Caracter	<i>Fundulus lima</i>			<i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.			Género <i>Fundulus</i>		
	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3
RAD (D)	-0.500	-0.152	0.058	-0.154	-0.244	-0.278	0.344	-0.224	-0.118
RAA (A)	-0.059	-0.381	0.447	-0.054	-0.092	-0.010	-0.016	-0.203	-0.247
RAC ©	-0.224	-0.106	0.168	0.623	-0.178	0.617	0.182	0.023	0.675
RAPC (P ₁)	-0.192	-0.398	-0.508	-0.049	-0.394	0.422	0.195	-0.461	0.216
RAPL (P ₂)	0.082	0.125	0.093	-	-	-	-0.110	0.166	0.087
ELL	0.054	-0.329	0.179	-0.653	-0.284	0.360	0.042	-0.478	-0.192
EAC	0.171	-0.205	-0.820	0.253	-0.610	-0.348	-0.051	-0.393	0.683
EAP	-0.114	-0.434	0.518	-0.439	0.122	0.090	0.078	-0.215	-0.573
Predorsales	0.713	-0.136	-0.098	0.325	-0.417	-0.279	-0.738	-0.148	0.036
PSCL	0.576	0.087	0.390	0.353	0.093	-0.246	-0.619	0.172	0.012
Eigenval	11.034	0.997	0.490	1.550	1.252	0.610	31.389	1.028	0.806
Prop. Acum.	0.838	0.914	0.951	0.380	0.687	0.836	0.908	0.938	0.962



ejemplares en San Luis), San Luis (82.75%, 3 ejemplares en La Purísima y 2 en San Javier), y finalmente San Pedro (91.66%, 1 ejemplar en Las Pocitas). La categorización de los individuos en las cuencas con base en las variables canónicas 1 y 2, se muestra la separación de dos grupos: un primer grupo formado por las cuencas hidrológicas de San Ignacio, La Purísima, San Javier, Bebelamas y San Luis; y un segundo grupo integrado por las cuencas hidrológicas de San Pedro y Las Pocitas (Fig. 13).

3.2.2 Poblaciones de *Fundulus parvipinnis* sspp.

El AFD aplicado para comparar las poblaciones de las dos subespecies de *F. parvipinnis*, 8 de los 10 caracteres examinados fueron estadísticamente significativos ($p < 0.01$), y diagnósticos para distinguir a las poblaciones con una lambda de Wilk global de 0.058 (Tabla XXI). El único carácter no significativo correspondió a los radios de la aleta anal [RAA (A), $p = 0.011$; $\lambda = 0.0181$]; por su parte, los radios de aleta pélvica [RAPL (P_2)] no fueron incluidos en el modelo. El valor de tolerancia en todos los caracteres fue alto, oscilando entre 0.8196 (EAP, escamas alrededor del pedúnculo) y 0.9601 [RAPC (P_1), radios en la aleta pectoral; (Tabla XXI)]. La vc1 explicó solamente el 37.9% de la variación total, pero las vc1 y vc2 combinadas explican el 68.6%; y junto con la vc3 se explica el 83.6% (Tabla XXII). Cuatro caracteres lineales estuvieron ejerciendo el mayor efecto: ELL (escamas en la línea lateral, $Y_1 = -0.653$), RAC (C) (radios



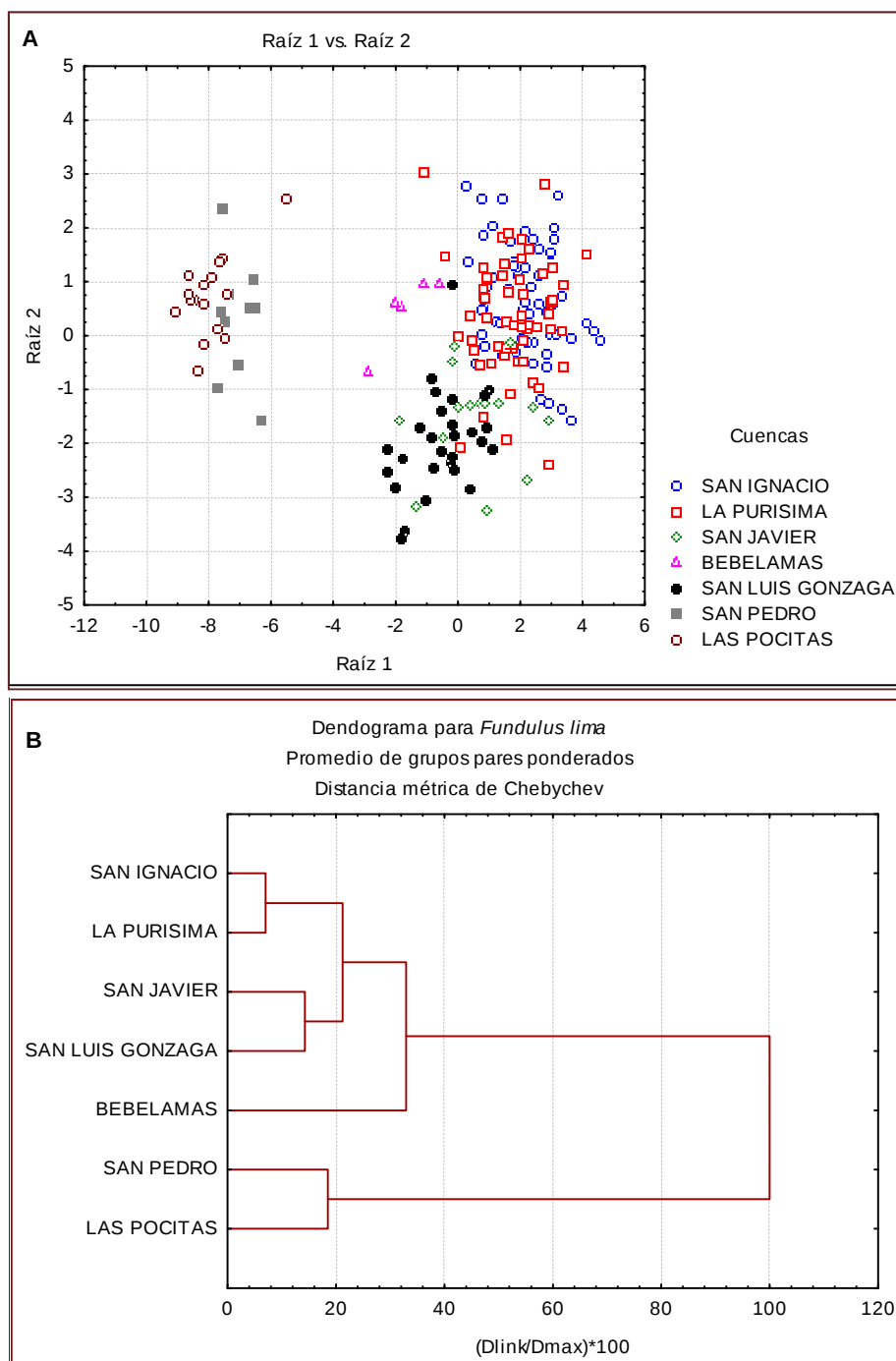


Figura 13. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 de caracteres merísticos para las poblaciones dulceacuícolas de *Fundulus lima* de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



en la aleta caudal, $Y_1=-0.623$; $Y_3=0.617$) y EAC (escamas alrededor del cuerpo, $Y_2=-0.610$).

Algunos de los individuos no fueron clasificados dentro de sus localidades de origen. Por ejemplo, para Cantamar obtuvo una clasificación correcta del 75% (2 ejemplares colocados en El Descanso, 2 más en San Simón y 1 en la Laguna Ojo de Liebre), El Descanso con 40% (4 ejemplares en Cantamar, 4 en la Misión, 1 en el Estero de Punta Banda, 1 en la Laguna Ojo de Liebre y 1 en Puerto San Carlos), La Misión con un 35% (1 en Cantamar, 4 en El Descanso, 4 en San Simón, 1 en la Laguna Guerrero Negro y otro más en la de Ojo de Liebre y 2 en Puerto San Carlos), los del Estero de Punta Banda fueron clasificados correctamente en un 25% (3 se colocaron en Cantamar, 2 en El Descanso, 1 en La Misión, 1 en la Laguna Guerrero Negro, otro en la de Ojo de Liebre y uno más en Puerto San Carlos), San Simón obtuvo un 55% (7 en La Misión y 2 en Puerto San Carlos), la Laguna de Guerrero Negro fue clasificada correctamente en un 65% (con 1 ejemplar en El Descanso, 2 en San Simón, 3 en la Laguna San Ignacio y 1 en Puerto San Carlos), la Laguna Ojo de Liebre fue clasificada correctamente en un 80% (con 1 ejemplar en El Descanso, 2 en la Laguna Guerrero Negro y 1 ejemplar en Puerto San Carlos), La Bocana fue clasificada acertadamente en un 90% (un solo ejemplar fue colocado en el Estero de Punta Banda), Laguna Guerrero Negro con 50% (5 ejemplares en Laguna Guerrero Negro, 1 en la Laguna Ojo de Liebre, 1 más en La Bocana y 3 en Puerto San Carlos), finalmente los



ejemplares de Puerto San Carlos fueron clasificados correctamente en un 70% (1 ejemplar colocado en La Misión, 2 en San Simón, 1 en Laguna Guerrero Negro, 2 en la de Ojo de Liebre, 1 en la Bocana y finalmente 2 en la Laguna de Guerrero Negro). Según esta ubicación de los individuos basada en las distancias cuadráticas de Mahalanobis (Fig. 14) al considerar las raíces canónicas 1 y 2 no se distinguen grupos, sin embargo si se ve una tendencia a la separación por distribución norteña o sureña.

3.2.3 Poblaciones del género *Fundulus* (*F. lima* y *F. parvipinnis* sspp.)

En el AFD realizado para determinar que variables merísticas son las mejores para diferenciar a todas las poblaciones del género *Fundulus* (costeras y dulceacuícolas), 10 caracteres examinados resultaron ser estadísticamente significativos ($p < 0.01$; $\lambda = 0.0026$). Todos los valores de tolerancia de los caracteres fueron altos, siendo el menor de 0.8158 [EAC (escamas alrededor del cuerpo; Tabla XXI)].

La cv1 contribuyó con el 90.8%, con la vc2 el 93.8 y finalmente con la vc3 el 96.2% de la variación total (Tabla XXII), estando principalmente correlacionado con cinco caracteres merísticos: Epredorsales (Escamas predorsales $Y_1 = -0.73819$), PSCL (Poros en el Sistema Cefálico Lateral $Y_1 = -0.6190$), RAC (C) [radios de la aleta caudal, $Y_3 = 0.675$], EAC (escamas alrededor del cuerpo, $Y_3 = 0.683$) y EAP (escamas alrededor del pedúnculo, $Y_3 = -0.573$).



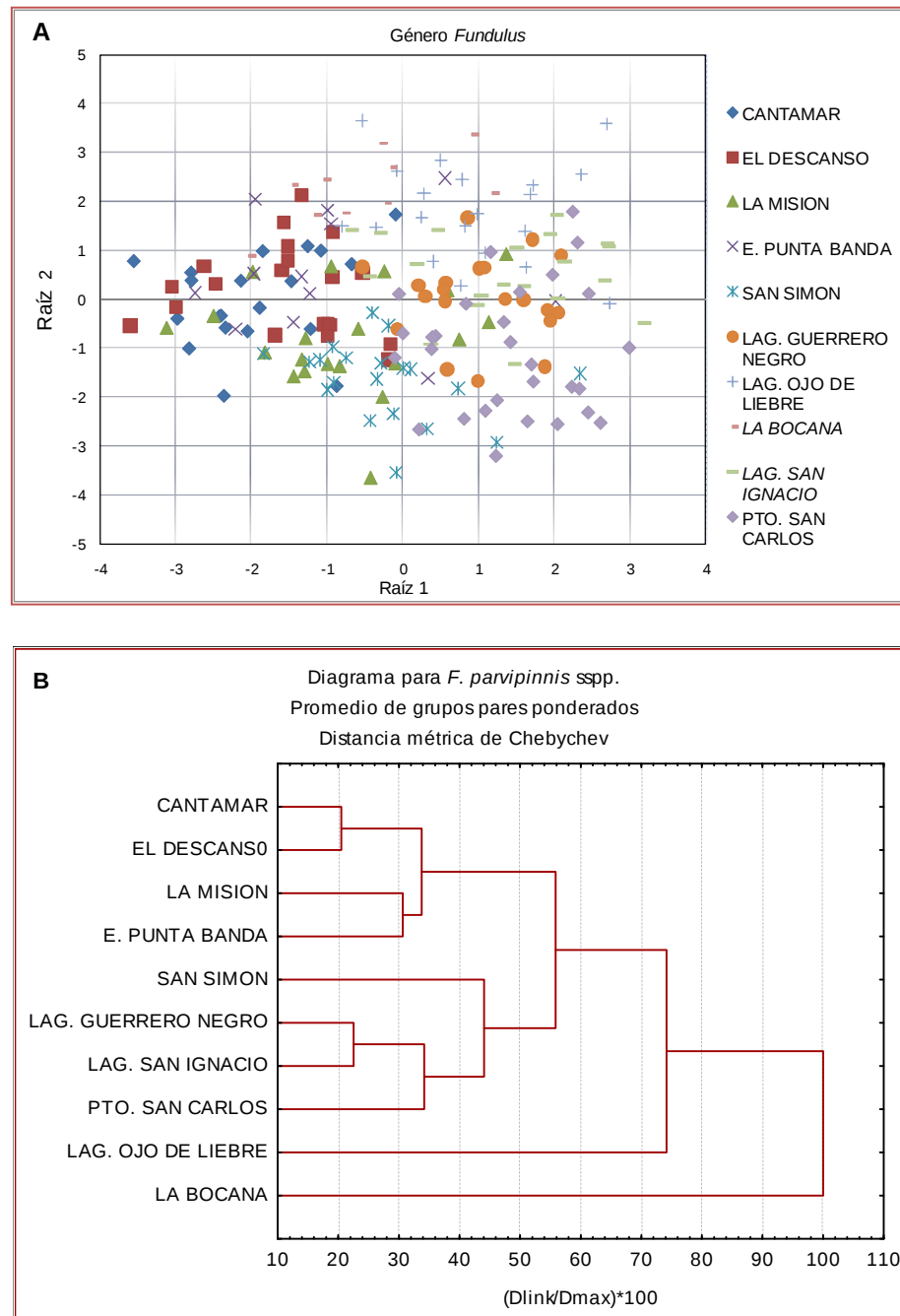


Figura 14. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 de caracteres merísticos para las poblaciones costeras de *Fundulus* (*F. p. parvipinnis* and *F. p. brevis*) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



La ubicación de los individuos según las distancias cuadráticas de Mahalanobis (Fig. 15) al considerar las raíces canónicas 1 y 2, se observan dos grupos de poblaciones conformados, el primero integrado por las poblaciones dulceacuícolas de San Ignacio, La Purísima, San Javier, Bebelamas y San Luis; el segundo por un complejo de poblaciones tanto dulceacuícolas (San Pedro y Las Pocitas) como costeras donde se distingue una asociación de una de las poblaciones más australes de *F. lima* con la subespecie costera sureña *F. p. brevis*.

3.2.4 Género *Fundulus* (por taxón)

En el AFD aplicado por taxa del género *Fundulus* (*Fundulus lima*, *Fundulus parvipinnis parvipinnis* y *F. parvipinnis brevis*), 6 de los 10 caracteres examinados resultaron ser estadísticamente significativos ($p < 0.01$) con un λ de Wilk global de 0.184: RAC (C) [Radios en la aleta caudal, $\lambda = 0.2005$], ELL (Escamas en la línea lateral, $\lambda = 0.2196$), EAC (escamas alrededor del cuerpo, $\lambda = 0.2057$), EAP (Escamas alrededor del pedúnculo, $\lambda = 0.1927$), Epredorsales (Escamas predorsales, $\lambda = 0.2277$) y PSCL (Poros en el sistema cefálico lateral, $\lambda = 0.1954$). (Tabla XXIII). La tolerancia osciló entre 0.3829 [Epredorsal (escamas predorsales)] a 0.9756 [RAC (C) (radios en la aleta caudal)]. El vc1 contribuyó con el 95.74% de la variación total y con la vc2 el 100% (Tabla XXIV) siendo los caracteres merísticos más influyentes: Epredorsales ($Y_1 = -0.792$), ELL ($Y_2 = 0.993$) y EAC ($Y_2 = -0.601$).



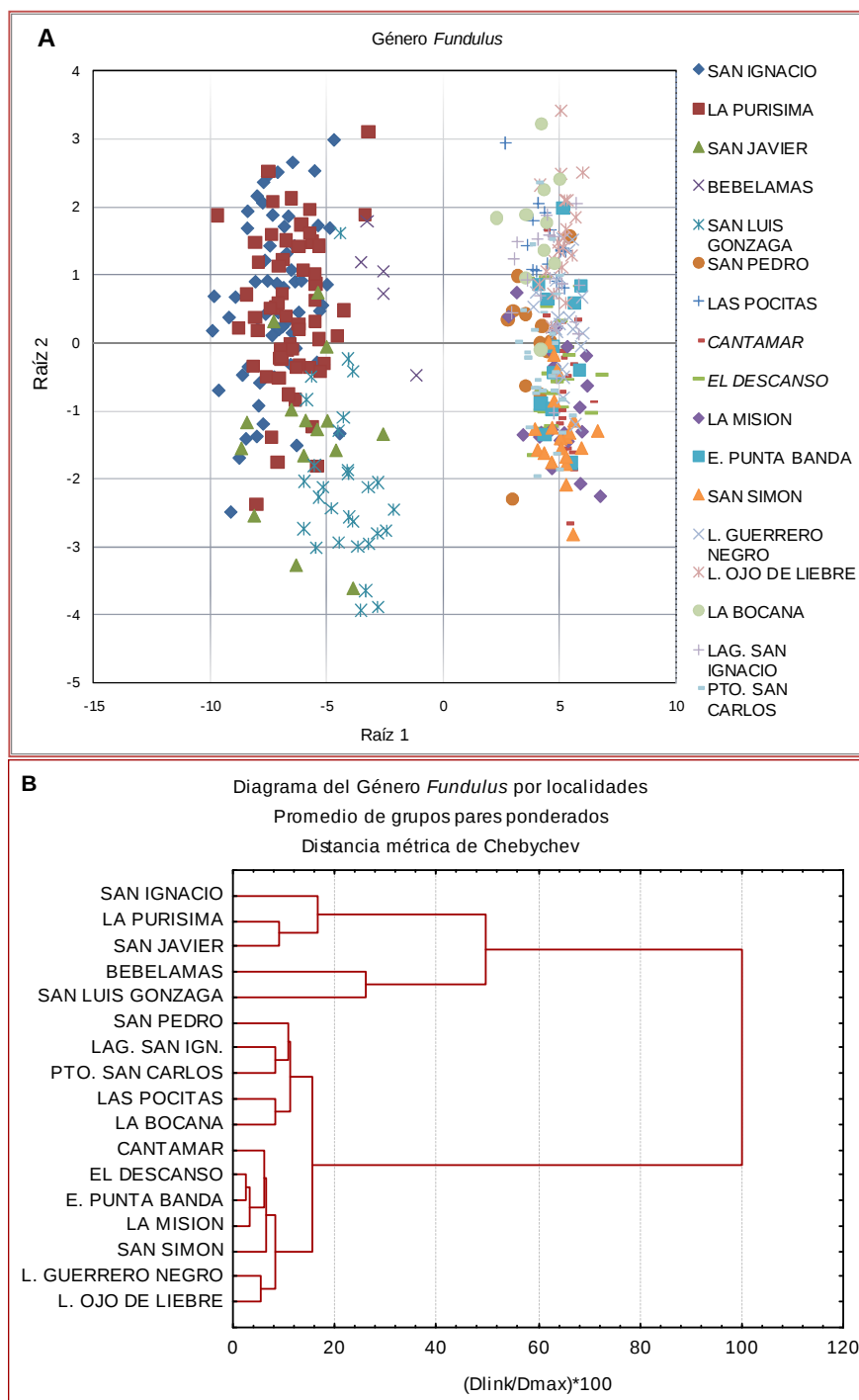


Figura 15. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 de caracteres merísticos para las poblaciones del género *Fundulus* (*F. lima*, *F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis*) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



Tabla XXIII. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables merísticas obtenidas del Análisis de Función Discriminante (método de pasos hacia delante) (A) entre lo taxa del género *Fundulus* y (B) poblaciones de *F. lima* por cuencas vs *F. parvipinnis* sspp. como taxa externos en la Península de Baja California.

	(A) ENTRE TAXA DEL					(B) ENTRE CUENCAS Y TAXA			
	Género <i>Fundulus</i>					<i>F. lima</i> vs <i>F. parvipinnis</i> sspp.			
Caracter	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.	
RAD (D)	0.1863	1.735	0.178	0.673	0.0092	9.596	0.000	0.896	
RAA (A)	0.1888	4.360	0.013	0.832	0.0085	5.384	0.000	0.923	
RAC (C)	0.2005	16.342	0.000	0.976	0.0088	7.069	0.000	0.965	
RAPC (P ₁)	-	-	-	-	0.0086	6.043	0.000	0.936	
RAPL (P ₂)	-	-	-	-	0.0083	4.411	0.000	0.918	
ELL	0.2196	35.897	0.000	0.738	0.0097	12.687	0.000	0.876	
EAC	0.2057	21.631	0.000	0.599	0.0099	13.811	0.000	0.789	
EAP	0.1927	8.314	0.000	0.780	0.0097	12.613	0.000	0.817	
Predorsales	0.2277	44.263	0.000	0.383	0.0170	57.028	0.000	0.886	
PSCL	0.1954	11.127	0.000	0.434	0.0136	36.499	0.000	0.969	
Total de Agrupamiento	0.18460	F (16,758) = 62.888	< 0.0000	-	0.00762	F (80,2361) = 34.172	< 0.0000	-	

Tabla XXIV. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos merísticos. (A) entre taxa del género *Fundulus* y (B) poblaciones de *Fundulus lima* por cuencas vs *F. parvipinnis* sspp. como taxa externos de la península de Baja California.

	(A) TAXA		(B) ENTRE CUENCAS Y TAXA		
	Género <i>Fundulus</i>		<i>F. lima</i> vs <i>F. parvipinnis</i> sspp.		
Caracter	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3
RAD (D)	0.059	-0.277	-0.35658	-0.150035	-0.192022
RAA (A)	-0.146	0.271	0.00315	-0.483397	-0.029277
RAC (C)	0.321	0.040	-0.19557	-0.017295	0.349207
RAPC (P ₁)	-	-	-0.19813	-0.339839	0.158521
RAPL (P ₂)	-	-	0.11377	-0.036202	0.102667
ELL	0.315	0.993	-0.05652	-0.127314	0.501502
EAC	0.392	-0.601	0.05929	0.285857	0.841231
EAP	-0.254	0.152	-0.09130	-0.688491	-0.378136
Predorsales	-0.792	-0.094	0.76045	-0.196831	-0.185189
PSCL	-0.403	-0.053	0.62984	0.107398	-0.002514
Eigenval	3.660	0.163	31.09810	0.623618	0.392075
Prop. Acum.	0.957	1.000	0.94913	0.968163	0.980130



La clasificación predictiva de los individuos fue variable en cada taxón. En *F. lima* la clasificación correcta fue 87.8% con 24 individuos clasificados incorrectamente (17 con *F. p. parvipinnis* y 7 con *F. p. brevis*); para *F. p. parvipinnis*, la clasificación correcta fue 90.1% con 13 ejemplares erróneamente ubicados en *F. p. brevis*; y finalmente para *F. p. brevis*, la clasificación acertada fue 53.33%, con 28 ejemplares clasificados de modo erróneo en *F. p. parvipinnis*. La ubicación resultante de los individuos al considerar las raíces canónicas 1 y 2, según las distancias cuadráticas de Mahalanobis (Fig. 16) demuestra la presencia de dos grupos bien delimitados; el primero integrado por el taxón *Fundulus lima*, y el segundo por las subespecies *F. p. parvipinnis*, y *F. p. brevis*.

3.2.5 Poblaciones de *Fundulus lima* con *F. parvipinnis* sspp.

Para este análisis se consideraron las siete cuencas de distribución de *Fundulus lima* y las dos subespecies de *Fundulus parvipinnis* como taxa externos con la finalidad de determinar cuáles son las variables merísticas que mejor discriminan a las poblaciones y la influencia de *F. parvipinnis* sspp. en este análisis. El análisis de función discriminante (AFD) determinó 10 caracteres al ser estadísticamente significativos ($p < 0.01$; $\lambda = 0.00762$), mismas que son presentados en la tabla XXIII.



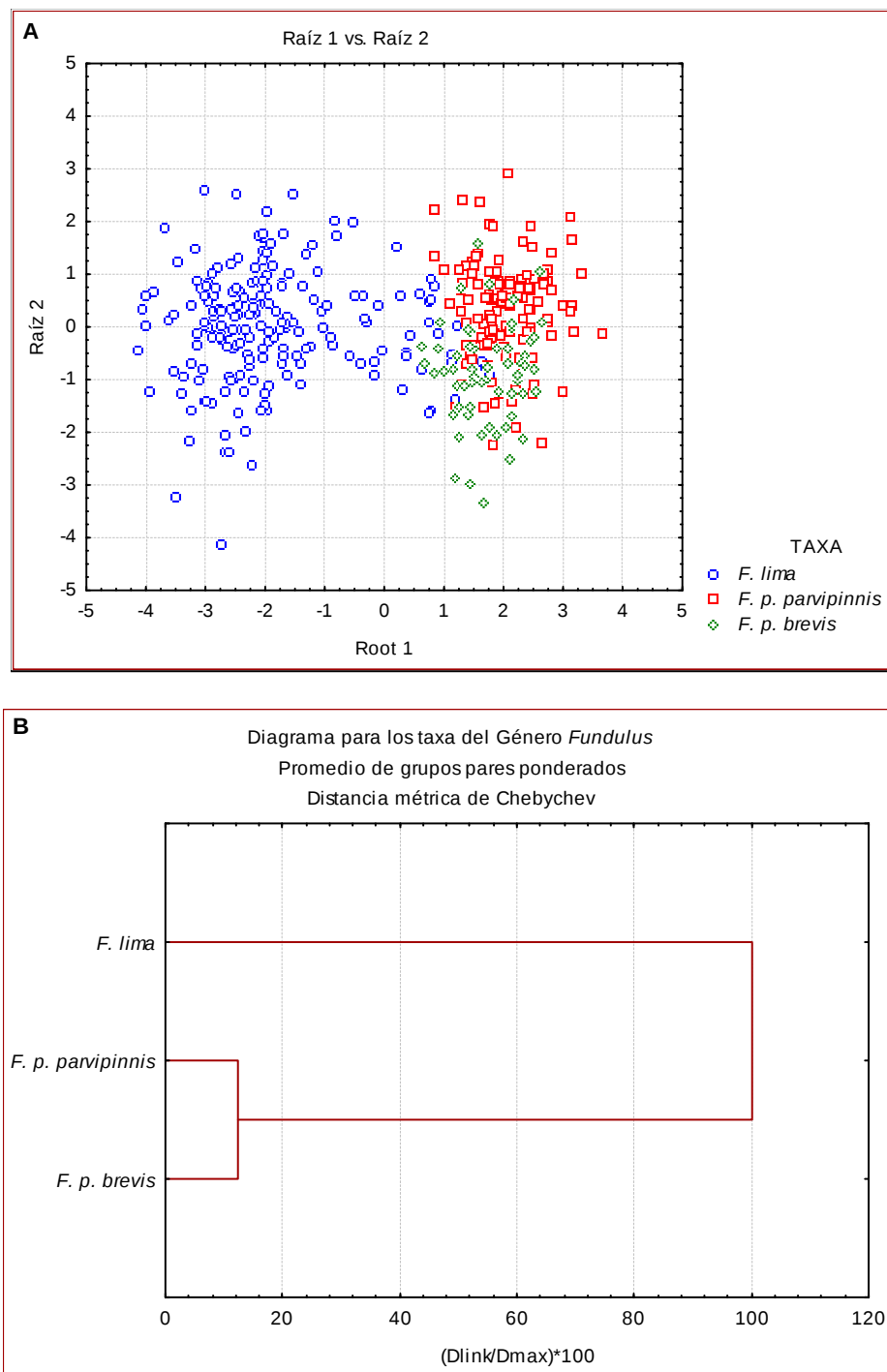


Figura 16. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 de caracteres merísticos de los taxa del género *Fundulus* (*F. lima*, *F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis*) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



El valor de tolerancia de las poblaciones de *F. lima* con *F. parvipinnis* sspp. fué alto en todos los caracteres seleccionados en el análisis, correspondiendo el valor más bajo (0.788) a las escamas alrededor del cuerpo (EAC) y el más alto 0.968 a los poros en el sistema cefálico lateral (PSCL).

La variable canónica (vc 1) contribuyó con el 94.91%, con la vc2 el 96.81% y con la vc3 el 98.01% de la variación total (Tabla XXIV). En la vc1, solo dos caracteres ejercieron el efecto mayor: escamas predorsales (Epredorsales, $Y_1=0.7645$) y poros en el sistema cefálico lateral (PSCL, $Y_1=0.6298$); mientras que para la vc2 solo un carácter ejerció el mayor efecto: escamas alrededor del pedúnculo (EAP, $Y_2=-0.6884$); y en la vc3 los caracteres que ejercieron el mayor efecto fueron: escamas en la línea lateral (ELL, $Y_3=0.5015$) y escamas alrededor del pedúnculo (EAP, $Y_3=0.8412$). El dendrograma resultante de las distancias cuadráticas de Mahalanobis (Fig. 17), las cuales indican la discriminación entre poblaciones comparadas, muestra la separación de dos grupos de poblaciones: Grupo 1, integrado por las cuencas hidrológicas de San Ignacio, La Purísima, San Javier, Bebelamas y San Luis; y grupo 2 formado por las poblaciones más sureñas de *F. lima* (cuencas de los ríos Las Pocitas y San Pedro) y las subespecies *F. parvipinnis parvipinnis* y *F. p. brevis*.



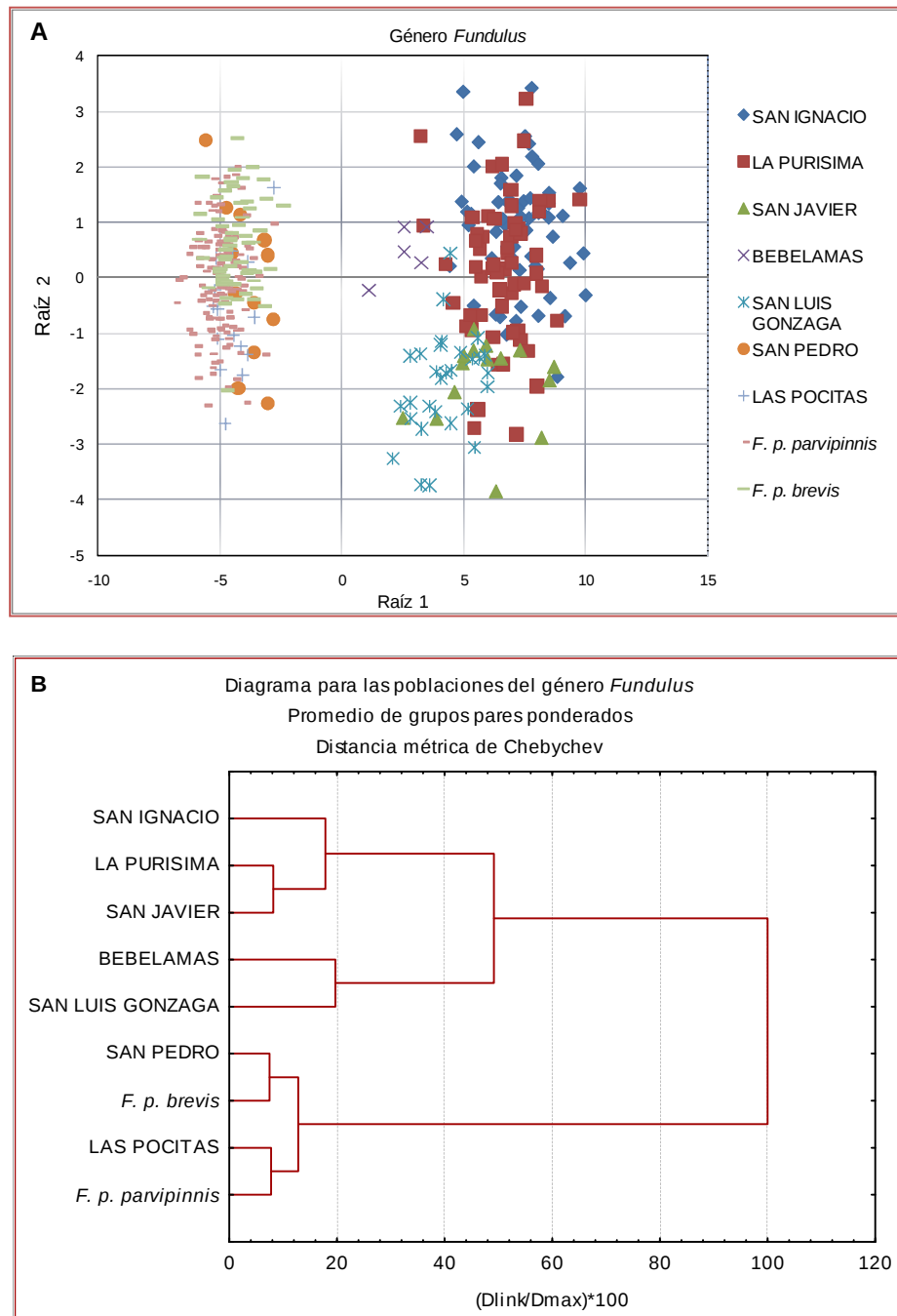


Figura 17. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 de caracteres merísticos a nivel de cuencas hidrológicas de *F. lima* con la inclusión de *F. parvipinnis parvipinnis* y *F. p. brevis* como taxa externos; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



3.3 Análisis Morfométrico y Merístico Combinado

Este análisis combinado se realizó para determinar que variables discriminan mejor a los taxa del género *Fundulus* y poder distinguir los clados que existen en *F. lima*, corroborando los resultados obtenidos anteriormente cuando se hicieron los análisis por separado.

3.3.1 Poblaciones de *Fundulus lima*

El análisis de función discriminante (AFD) arrojó que 21 de los 55 caracteres examinados fueron estadísticamente significativos ($p < 0.01$, $\lambda = 0.0000$; Tabla XXV) a continuación se enlistan los más relevantes: M2-3 (2) [diámetro ocular, $\lambda = 0.00000$], M17-18 (2) [distancia de la aleta caudal, $\lambda = 0.00000$], RAC (C) [radios de la aleta caudal, $\lambda = 0.00000$], EPredorsales (escamas predorsales, $\lambda = 0.00001$) y PSCL (poros del sistema cefálico lateral, $\lambda = 0.00000$). El valor de tolerancia osciló entre 0.721 [escamas en la línea lateral (ELL)] y 0.1482 [comisura de la boca al occipucio (M2-3)].

La variable canónica (vc1) aportó el 83.7% de la variación total (Tabla XXVI). En la vc1, el carácter lineal que ejerció el mayor efecto fué: M1-11 (2) [distancia predorsal $Y_1 = -0.7722$]; combinadas la vc1 y vc 2 explicaron el 96.8%, ejerciendo mayor efecto los caracteres merísticos de las escamas predorsales (EPredorsales, $Y_2 = 0.775$) y los poros del sistema cefálico lateral (PSCL, $Y_2 = 0.646$). Basado en la matriz de clasificación, el 100% de los individuos fueron correctamente clasificados en sus respectivas poblaciones.



Tabla XXV. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia adelante) para poblaciones de *Fundulus lima* en la Península de Baja California. Núm. de pasos en el modelo = 48.

Caracter	<i>Fundulus lima</i>			
	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.00000	1.618	0.146	0.544
M1-3	0.00000	1.319	0.252	0.158
M2-3	0.00000	3.146	0.006	0.148
M2-4	0.00000	2.604	0.020	0.343
M2-7	0.00000	1.232	0.293	0.179
M2-9	0.00000	1.548	0.167	0.312
M3-4	0.00000	7.710	0.000	0.374
M3-5	0.00000	3.275	0.005	0.351
M3-7	0.00000	2.797	0.013	0.210
M4-5	0.00000	2.914	0.010	0.330
M4-7	-	-	-	-
M4-9	0.00000	1.985	0.072	0.259
M5-6	0.00000	1.756	0.112	0.653
M5-7	0.00000	1.448	0.201	0.179
M5-9	0.00000	3.394	0.004	0.209
M6-8	0.00000	5.823	0.000	0.404
M7-8	0.00000	0.852	0.532	0.186
M7-9	0.00000	2.145	0.052	0.342
M7-10	0.00000	1.836	0.096	0.339
M8-9	-	-	-	-
M8-10	0.00000	1.385	0.225	0.365
M9-10	0.00000	2.878	0.011	0.341
M9-11	-	-	-	-
M9-12	0.00000	1.440	0.203	0.390
M10-11	0.00000	3.608	0.002	0.304
M10-12	0.00000	1.561	0.163	0.349
M11-12	-	-	-	-
M11-13	-	-	-	-
M12-13	0.00000	1.894	0.086	0.552
M1-2 (2)	0.00000	1.098	0.366	0.427
M1-4 (2)	0.00000	1.289	0.266	0.195
M1-11 (2)	0.00000	4.531	0.000	0.151
M2-3 (2)	0.00000	5.462	0.000	0.602
M3-4 (2)	0.00000	1.825	0.098	0.457
M5-6 (2)	0.00000	2.206	0.046	0.487
M7-8 (2)	0.00000	2.721	0.016	0.327
M9-10 (2)	0.00000	2.393	0.031	0.507
M11-12 (2)	0.00000	3.110	0.007	0.167
M13-14 (2)	0.00000	3.668	0.002	0.248
M15-17 (2)	0.00000	3.767	0.002	0.368
M16-17 (2)	-	-	-	-
M17-18 (2)	0.00000	6.221	0.000	0.662
M1-2 (3)	0.00000	1.513	0.178	0.423
M3-4 (3)	0.00000	3.541	0.003	0.439
M5-6 (3)	0.00000	4.727	0.000	0.369
RAD (D)	0.00000	6.735	0.000	0.571
RAA (A)	0.00000	4.277	0.001	0.682
RAC ©	0.00000	5.181	0.000	0.703
RAPC (P ₁)	0.00000	3.242	0.005	0.657
RAPL (P ₂)	0.00000	1.505	0.181	0.655
ELL	0.00000	1.923	0.081	0.722
EAC	-	-	-	-
EAP	0.00000	3.147	0.006	0.692
Epredorsales	0.00001	20.358	0.000	0.630
PSCL	0.00000	12.093	0.000	0.577
Total de agrupamiento	0.00000	F (288,861) = 21.997	< 0.0000	-



Tabla XXVI. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos y merísticos del género *Fundulus* de la península de Baja California. (A) Poblaciones de *F. lima*, (B) entre poblaciones de *F. parvipinnis*, y (C) todos los taxa combinados.

Caracter	(A) <i>Fundulus lima</i>			(B) <i>Fundulus parvipinnis</i> spp.			(C) Género <i>Fundulus</i>		
	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3
M1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M1-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M2-3	-0.195	-0.122	0.081	0.150	-0.030	0.070	0.124	0.041	-0.218
M2-4	-0.499	0.413	-0.057	-	-	-	0.056	0.410	-0.146
M2-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M2-9	-	-	-	1.185	0.097	0.089	0.735	-0.064	0.349
M3-4	0.087	-0.485	0.188	-	-	-	-0.016	-0.231	-0.255
M3-5	-0.224	-0.105	-0.383	-	-	-	-	-	-
M3-7	-0.064	0.370	0.343	-	-	-	-0.246	0.227	0.161
M4-5	-0.434	0.151	0.293	-	-	-	0.167	0.181	-0.131
M4-7	-	-	-	-0.207	0.123	0.219	-	-	-
M4-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M5-6	-	-	-	-0.091	-0.086	0.204	-0.088	-0.165	0.115
M5-7	-	-	-	-0.080	0.224	0.674	-0.285	0.082	-0.129
M5-9	-0.236	0.061	0.491	-	-	-	-	-	-
M6-8	-0.229	-0.125	0.127	0.259	-0.481	-0.229	0.247	-0.096	0.369
M7-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M7-9	-	-	-	-	-	-	0.175	0.007	0.337
M7-10	-	-	-	-	-	-	-0.065	-0.157	-0.198
M8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M8-10	-	-	-	0.006	-0.433	0.349	0.197	0.044	-0.050
M9-10	0.091	0.197	0.280	-0.150	-0.375	-0.132	0.053	0.157	0.080
M9-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M9-12	-	-	-	-	-	-	0.115	0.060	-0.279
M10-11	-0.145	-0.140	0.295	-	-	-	-	-	-
M10-12	-	-	-	0.572	0.164	0.079	0.169	-0.120	0.284
M11-12	-	-	-	0.188	0.095	-0.071	0.078	-0.128	0.136
M11-13	-	-	-	-	-	-	0.178	-0.048	-0.066
M12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M1-2 (2)	-	-	-	-0.012	-0.286	0.146	0.028	-0.004	0.060
M1-4 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M1-11 (2)	-0.772	-0.193	-0.117	-	-	-	0.560	0.186	-0.556
M2-3 (2)	-0.096	0.233	0.222	-	-	-	0.016	0.091	0.363
M3-4 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M5-6 (2)	0.073	-0.102	0.051	-	-	-	-0.063	-0.166	0.264
M7-8 (2)	0.220	0.180	-0.559	0.059	-0.521	-0.152	0.095	0.043	0.094
M9-10 (2)	-0.379	-0.154	0.117	-	-	-	0.077	-0.167	0.054
M11-12 (2)	-0.363	0.236	0.234	-0.353	-0.097	-0.165	0.280	0.441	0.234
M13-14 (2)	-0.171	-0.442	-0.275	-	-	-	-0.218	0.083	-0.697
M15-17 (2)	-0.396	-0.264	0.082	0.751	0.109	-0.181	0.595	-0.143	0.367
M16-17 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M17-18 (2)	-0.187	-0.147	-0.086	0.152	-0.087	-0.234	0.190	-0.130	0.035
M1-2 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M3-4 (3)	-0.132	0.131	-0.397	0.268	0.615	-0.034	-	-	-
M5-6 (3)	0.120	0.014	-0.416	-0.201	-0.064	-0.428	-0.068	0.092	-0.313
RAD (D)	-0.087	-0.373	-0.329	-	-	-	0.073	-0.320	-0.251
RAA (A)	-0.158	-0.030	-0.252	-	-	-	0.004	0.035	-0.095
RAC (C)	-0.087	-0.270	0.044	0.113	-0.319	0.597	0.153	-0.177	0.166
RAPC (P ₁)	0.099	-0.174	-0.253	0.125	0.188	0.177	0.058	-0.116	-0.272
RAPL (P ₂)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ELL	-	-	-	0.203	0.544	-0.203	-0.001	-0.070	0.165
EAC	-	-	-	-0.111	0.561	0.371	-0.013	-0.008	0.001
EAP	0.136	-0.001	-0.363	0.157	0.075	-0.228	0.021	-0.026	-0.141
Predorsales	0.116	0.755	0.039	-0.061	0.130	0.259	-0.128	0.653	0.118
PSCL	-0.041	0.646	0.013	-	-	-	-0.141	0.637	0.224
Eigenval	122.342	17.610	2.910	61.691	2.658	1.946	96.142	46.402	2.470
Prop Acum.	0.837	0.958	0.978	0.876	0.913	0.941	0.629	0.933	0.949



El resultado de la categorización de los individuos en las cuencas de las variables canónicas 1 y 2 muestran la separación de tres grupos de poblaciones: Grupo 1, formado por las cuencas hidrológicas de San Ignacio, La Purísima y San Luis; grupo 2 formado por las cuencas de los ríos de San Pedro y Las Pocitas; y un tercer grupo integrado por las cuencas hidrológicas de Bebelamas y San Javier (Fig. 18).

3.3.2 Poblaciones de *Fundulus parvipinnis* sspp.

En el AFD aplicado para comparar las poblaciones de las dos subespecies de *F. parvipinnis*, 18 de los 55 caracteres examinados fueron estadísticamente significativos ($p < 0.01$; $\lambda = 0.00001$) para la discriminación entre grupos: M2-9 (comisura de la boca al final de la aleta dorsal, $\lambda = 0.00001$), M4-7 (del origen de la aleta pectoral al origen de la aleta dorsal, $\lambda = 0.00001$), M9-10 (inserción posterior de la aleta dorsal a la inserción posterior de la aleta anal, $\lambda = 0.00002$), M11-12 (ancho de la región caudal, $\lambda = 0.00001$), M15-17(2) [distancia postdorsal, $\lambda = 0.00002$], M3-4 (3) [distancia interorbital, $\lambda = 0.00002$], M5-6 (3) [anchura cefálica a nivel de occipucio, $\lambda = 0.00002$], RAC (C) [radios de la aleta caudal, $\lambda = 0.00001$], ELL (escamas en la línea lateral, $\lambda = 0.00001$) y EAP (escamas alrededor del pedúnculo, $\lambda = 0.00001$; Tabla XXVII). El valor de tolerancia de los caracteres variaron de 0.086 (M1-11 (2), distancia predorsal) a 0.801 (PSCL, poros del sistema cefálico lateral) (Tabla XXVII). La $vc1$ explicó el 87.5% de la variación total (Tabla XXVI), mientras que estuvo mayormente



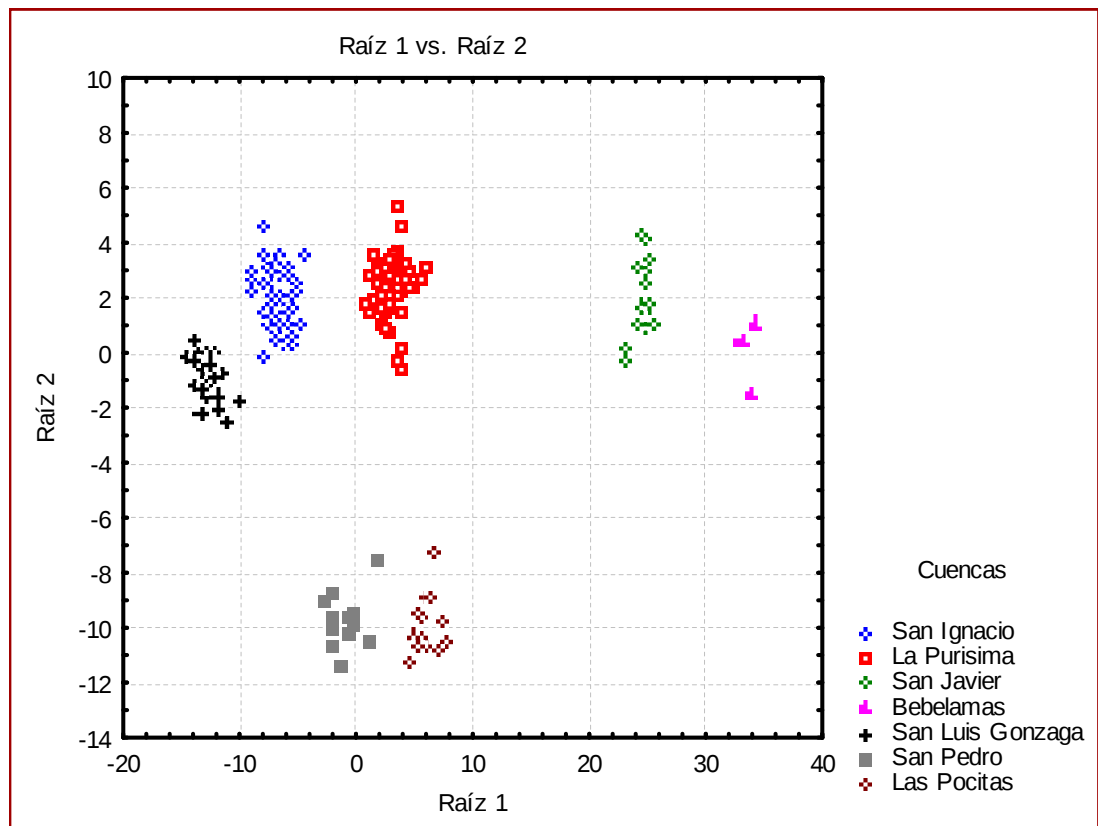


Figura 18. Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 para las poblaciones de *Fundulus lima* de la península de Baja California, México.



Tabla XXVII. Valores de Lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) de poblaciones de *Fundulus parvipinnis* sspp. en la Península de Baja California. Núm. de pasos en el modelo = 42.

Caracter	<i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.			
	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.00001	1.534	0.142	0.601
M1-3	-	-	-	-
M2-3	0.00001	3.296	0.001	0.504
M2-4	0.00001	1.167	0.321	0.447
M2-7	0.00001	1.250	0.270	0.098
M2-9	0.00001	5.058	0.000	0.263
M3-4	-	-	-	-
M3-5	-	-	-	-
M3-7	0.00001	1.268	0.259	0.102
M4-5	-	-	-	-
M4-7	0.00001	3.704	0.000	0.126
M4-9	0.00001	1.324	0.230	0.246
M5-6	0.00001	2.729	0.006	0.660
M5-7	0.00001	2.043	0.039	0.218
M5-9	0.00001	1.627	0.113	0.258
M6-8	0.00001	3.221	0.001	0.380
M7-8	0.00001	1.877	0.060	0.336
M7-9	-	-	-	-
M7-10	0.00001	1.358	0.213	0.512
M8-9	0.00001	1.412	0.188	0.260
M8-10	0.00001	2.179	0.027	0.357
M9-10	0.00002	6.724	0.000	0.459
M9-11	-	-	-	-
M9-12	-	-	-	-
M10-11	0.00001	1.282	0.252	0.197
M10-12	0.00001	3.164	0.002	0.240
M11-12	0.00001	4.309	0.000	0.335
M11-13	0.00001	1.538	0.140	0.531
M12-13	-	-	-	-
M1-2 (2)	0.00001	2.277	0.021	0.602
M1-4 (2)	0.00001	1.403	0.192	0.298
M1-11 (2)	0.00001	1.639	0.110	0.086
M2-3 (2)	-	-	-	-
M3-4 (2)	-	-	-	-
M5-6 (2)	-	-	-	-
M7-8 (2)	0.00001	2.946	0.003	0.272
M9-10 (2)	0.00001	1.666	0.103	0.328
M11-12 (2)	0.00001	2.428	0.014	0.114
M13-14 (2)	-	-	-	-
M15-17 (2)	0.00002	6.087	0.000	0.498
M16-17 (2)	0.00001	1.190	0.306	0.226
M17-18 (2)	0.00001	2.521	0.010	0.489
M1-2 (3)	0.00001	1.325	0.229	0.591
M3-4 (3)	0.00002	8.076	0.000	0.555
M5-6 (3)	0.00002	6.122	0.000	0.417
RAD (D)	0.00001	1.940	0.051	0.746
RAA (A)	0.00001	1.457	0.170	0.748
RAC ©	0.00002	9.770	0.000	0.757
RAPC (P ₁)	0.00001	2.985	0.003	0.756
RAPL (P ₂)	-	-	-	-
ELL	0.00001	5.026	0.000	0.689
EAC	0.00001	5.559	0.000	0.629
EAP	0.00001	2.577	0.009	0.591
Epredorsales	0.00001	3.020	0.003	0.692
PSCL	0.00001	1.410	0.189	0.802
Total de agrupamiento	0.00001	F (378,1265) = 8.8844	< 0.0000	-



asociada con tres caracteres lineales: M2-9 (comisura bucal a inserción posterior de aleta dorsal, $Y_1=1.185$), M10-12 (inserción posterior aleta anal a inserción inferior de aleta caudal, $Y_1=0.572$) y M15-17 (2) (distancia postdorsal, $Y_1=-0.7507$); con la $vc2$ se explicó el 91.3% asociada a cuatro caracteres: M7-8 (2) [altura máxima, $Y_2=-0.521$], M3-4 (3) [distancia interorbital, $Y_2=0.615$], ELL (escamas en la línea lateral, $Y_2=0.544$) y EAC (escamas alrededor del cuerpo, $Y_2=0.561$); y con la $vc3$ se explicó el 94.1% asociada a dos caracteres: M5-7 (origen aleta pélvica a inserción anterior de la aleta dorsal, $Y_3=0.674$) y RAC (C) [radios de la aleta caudal, $Y_3=0.597$].

El resultado de las distancias cuadráticas de Mahalanobis (D^2) muestra la separación de dos grupos de poblaciones que son coincidentes con la separación de las dos subespecies: grupo 1 formado por *F. p. parvipinnis* y grupo 2 integrado por las poblaciones de *F. p. brevis* (Fig. 19).

3.3.3 Poblaciones del género *Fundulus* (*F. lima* y *F. parvipinnis* sspp.)

En el AFD aplicado a todas las poblaciones del género *Fundulus* (costeras y dulceacuícolas), 34 de los 55 caracteres examinados resultaron ser estadísticamente significativos ($p<0.01$, $\lambda=0.00000$; Tabla XXVIII), algunos se mencionan a continuación: M5-6 (anchura de la aleta pélvica, $\lambda=0.00000$), M2-3 (2) [diámetro ocular, $\lambda=0.00000$], M17-18 (2) [distancia de la aleta caudal, $\lambda=0.00000$], M3-4 (3) [distancia interorbital, $\lambda=0.00000$], RAD (D) [radios en la aleta dorsal, $\lambda=0.00000$], RAA (A) [radios de la aleta anal, $\lambda=0.00000$], RAC (C)



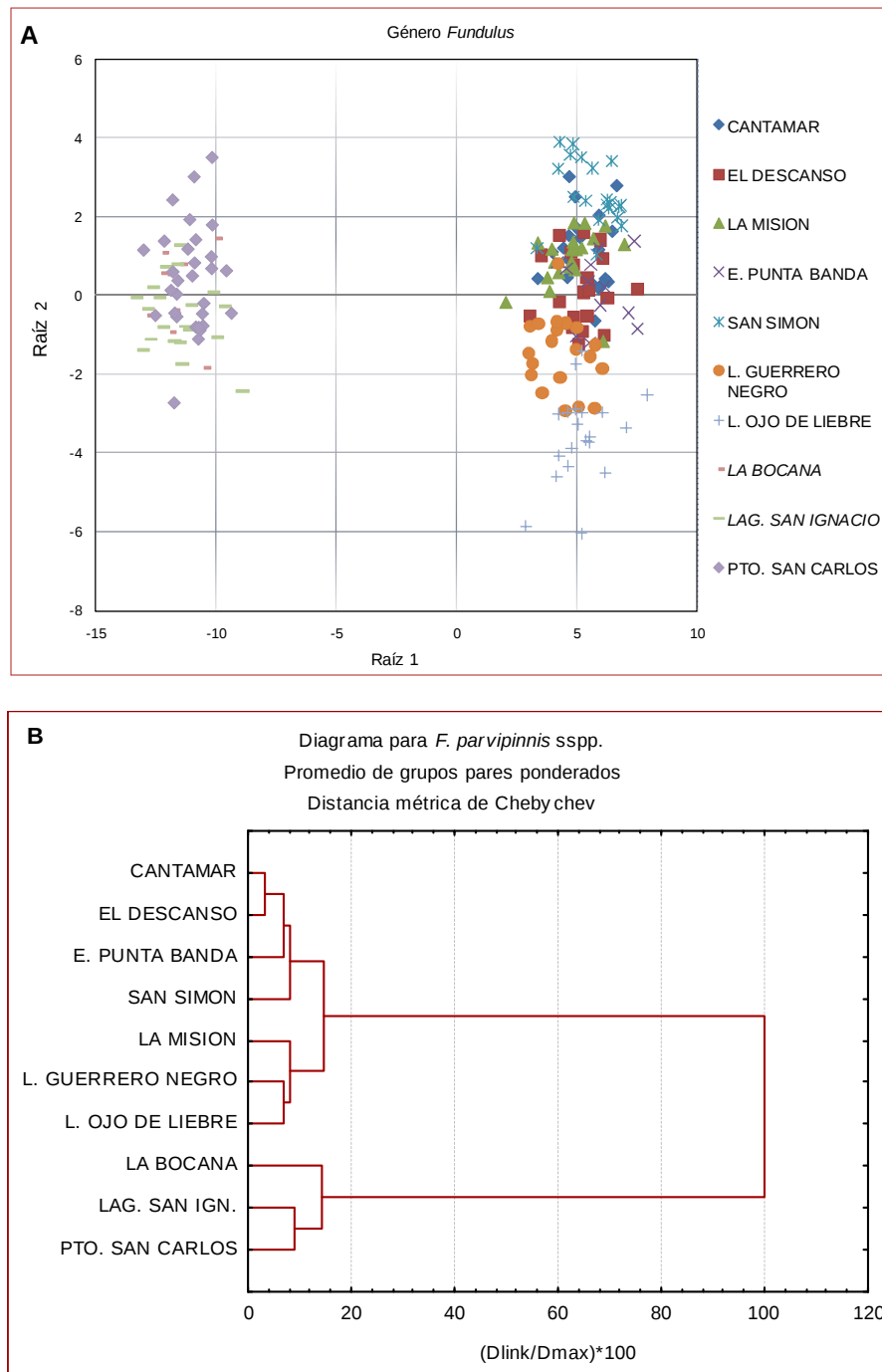


Figura 19. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 de los individuos de las poblaciones costeras de *Fundulus* (*F. parvipinnis parvipinnis* y *F. p. brevis*) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



Tabla XXVIII. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia adelante) de las poblaciones del género *Fundulus* en la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 51.

Caracter	Género <i>Fundulus</i>			
	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.00000	1.882	0.021	0.662
M1-3	-	-	-	-
M2-3	0.00000	3.317	0.000	0.466
M2-4	0.00000	2.341	0.003	0.454
M2-7	-	-	-	-
M2-9	0.00000	3.360	0.000	0.340
M3-4	0.00000	3.487	0.000	0.454
M3-5	0.00000	1.588	0.070	0.397
M3-7	0.00000	1.896	0.020	0.193
M4-5	0.00000	2.400	0.002	0.322
M4-7	0.00000	1.443	0.120	0.188
M4-9	0.00000	1.219	0.251	0.250
M5-6	0.00000	3.941	0.000	0.751
M5-7	0.00000	2.136	0.007	0.229
M5-9	0.00000	1.952	0.016	0.278
M6-8	0.00000	4.628	0.000	0.461
M7-8	0.00000	1.190	0.274	0.307
M7-9	0.00000	1.793	0.031	0.355
M7-10	0.00000	1.703	0.045	0.440
M8-9	0.00000	1.457	0.114	0.260
M8-10	0.00000	2.450	0.002	0.433
M9-10	0.00000	5.379	0.000	0.492
M9-11	-	-	-	-
M9-12	0.00000	2.973	0.000	0.489
M10-11	0.00000	1.531	0.087	0.271
M10-12	0.00000	1.704	0.045	0.350
M11-12	0.00000	3.293	0.000	0.352
M11-13	0.00000	2.221	0.005	0.617
M12-13	0.00000	1.159	0.300	0.606
M1-2 (2)	0.00000	2.303	0.003	0.562
M1-4 (2)	0.00000	1.413	0.133	0.316
M1-11 (2)	0.00000	3.126	0.000	0.173
M2-3 (2)	0.00000	4.292	0.000	0.747
M3-4 (2)	-	-	-	-
M5-6 (2)	0.00000	2.228	0.005	0.565
M7-8 (2)	0.00000	4.548	0.000	0.365
M9-10 (2)	0.00000	2.345	0.003	0.454
M11-12 (2)	0.00000	2.952	0.000	0.096
M13-14 (2)	0.00000	3.714	0.000	0.150
M15-17 (2)	0.00000	4.722	0.000	0.400
M16-17 (2)	0.00000	1.568	0.076	0.314
M17-18 (2)	0.00000	6.817	0.000	0.606
M1-2 (3)	0.00000	1.641	0.057	0.547
M3-4 (3)	0.00000	5.900	0.000	0.599
M5-6 (3)	0.00000	4.509	0.000	0.472
RAD (D)	0.00000	4.914	0.000	0.774
RAA (A)	0.00000	3.190	0.000	0.825
RAC ©	0.00000	10.616	0.000	0.832
RAPC (P ₁)	0.00000	5.452	0.000	0.787
RAPL (P ₂)	0.00000	1.853	0.024	0.769
ELL	0.00000	6.614	0.000	0.808
EAC	0.00000	6.230	0.000	0.673
EAP	0.00000	4.727	0.000	0.734
Epredorsales	0.00000	17.971	0.000	0.787
PSCL	0.00000	15.697	0.000	0.734
Total de agrupamiento	0.00000	F (816,5002) = 11.816	< 0.0000	-



[radios de la aleta caudal, $\lambda=0.00000$], RAPC (P_1) [radios de la aleta pectoral, $\lambda=0.00000$], ELL (escamas en la línea lateral, $\lambda=0.00000$), EAC (escamas alrededor del cuerpo, $\lambda=0.00000$), EAP (escamas alrededor del pedúnculo, $\lambda=0.00000$), Epredorsales (escamas predorsales, $\lambda=0.00000$) y PSCL (poros del sistema cefálico lateral, $\lambda=0.00000$). El valor de tolerancia de los caracteres varió de 0.096 [M11-12 (2) longitud aleta dorsal] a 0.831 [RAC (C) radios de la aleta caudal].

La cv1 contribuyó con el 62.9% de la variación total (Tabla XXVI), estando principalmente correlacionado con tres caracteres: M2-9 (comisura de la boca al final de la aleta dorsal $Y_1=0.7354$), M1-11 (2) (distancia predorsal $Y_1=0.5602$) y M15-17 (2) (distancia postdorsal $Y_1=5947$); con la vc2 contribuyó con el 93.3% asociado principalmente con: Epredorsales (escamas predorsales, $Y_2=0.653$) y PSCL (poros del sistema cefálico lateral, $Y_2=0.637$); finalmente con la vc3 se contribuyó el 94.9%, asociado a los caracteres: M1-11 (2) [distancia predorsal, $Y_3=-0.556$] y M13-14 (2) [longitud aleta anal, $Y_3=-0.697$].

La clasificación predictiva de los individuos en cada cuenca o localidad fue para *F. lima* correcta en todos sus ejemplares (100%) al igual que para *F. parvipinnis brevis*. En cambio para *F. p. parvipinnis* en la mayoría de sus poblaciones fue al 100% acertada, no siendo así para Cantamar (80%, dos ejemplares colocados en la localidad de El Descanso, uno en La Misión y uno más en San Simón) y el Estero de Punta Banda (75%, un ejemplar en El



Descanso, uno en la Laguna Guerrero Negro y uno más en la de Ojo de Liebre) cabe resaltar que aquellos organismos clasificados incorrectamente permanecieron dentro de las localidades del taxón.

Basado en las distancias cuadráticas de Mahalanobis, la ubicación de los individuos según al considerar las raíces canónicas 1 y 2, se observan al menos tres grupos de poblaciones: el primer grupo integrado por las poblaciones dulceacuícolas de San Javier y Bebelamas; el segundo por las poblaciones dulceacuícolas de San Ignacio, La Purísima y San Luis Gonzaga; y la tercera asociación de todas las poblaciones costeras adscritas a *F. parvipinnis*. Cabe señalar que la población dulceacuícola de San Pedro se ubicó de modo intermedio entre las dos subespecies de *F. parvipinnis* (Fig. 20).

3.3.4 Género *Fundulus* (por taxón)

En el AFD aplicado entre taxa del género *Fundulus* (*Fundulus lima*, *Fundulus parvipinnis parvipinnis* y *F. p. brevis*), 20 de los 55 caracteres examinados resultaron ser estadísticamente significativos ($p < 0.01$; $\lambda = 0.0298$): M5-6 (anchura de la aleta pélvica, $\lambda = 0.03146$), M9-10 (inserción posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal, $\lambda = 0.03214$), M9-12 (inserción posterior aleta dorsal a inserción inferior de aleta caudal, $\lambda = 0.03150$), M11-12 (altura base caudal, $\lambda = 0.03157$), M2-3 (2) [diámetro ocular, $\lambda = 0.03201$], M13-14 (2)



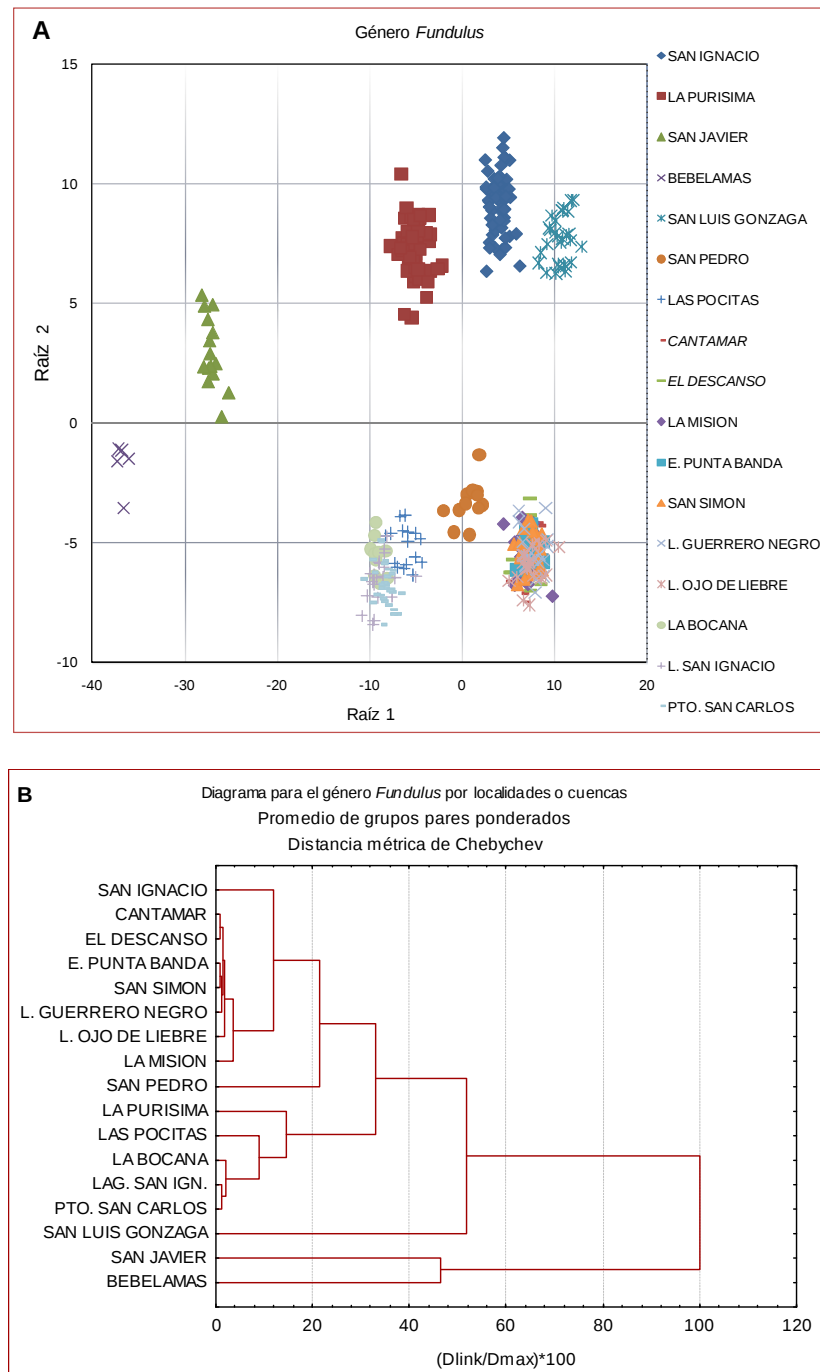


Figura 20. (A) Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 para las poblaciones del género *Fundulus* (*F. lima*, *F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis*) de la península de Baja California, México; (B) Dendrograma resultado del análisis de agrupamiento.



[longitud aleta anal, $\lambda=0.03217$], M15-17 (2) [distancia postdorsal, $\lambda=0.03174$], M3-4 (3) [distancia interorbital, $\lambda=0.03197$], RAC (C) [radios de la aleta caudal, $\lambda=0.03121$], ELL (escamas en la línea lateral, $\lambda=0.03328$), EAC (escamas alrededor del cuerpo, $\lambda=0.03272$), Epredorsales (escamas predorsales, $\lambda=0.03219$) y PSCL (poros en el sistema cefálico lateral, $\lambda=0.03197$; Tabla XXIX). La tolerancia osciló entre 0.01416 comisura bucal a inserción posterior de aleta dorsal (M2-9) a 0.8741 radios en la aleta caudal [RAC (C)].

La raíz canónica 1 contribuyó con el 85.8% y con la vc2 el 100% de la variación total (Tabla XXX), esta variación estuvo correlacionada con once caracteres: M5-7 (origen aleta pélvica a inserción anterior de la aleta dorsal, $Y_1=-0.705$, $Y_2=0.596$), M5-9 (origen de aleta pélvica a inserción posterior de aleta dorsal, $Y_1=0.667$), M7-8 (origen aleta dorsal a origen aleta anal, $Y_1=0.512$), M9-10 (inserción posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal, $Y_1=-0.726$), M9-12 (inserción posterior aleta dorsal a inserción inferior de aleta caudal, $Y_1=-0.699$), M11-12 (altura base caudal, $Y_1=0.742$), M1-2 (2) [distancia preorbital, $Y_2=0.509$], M13-14 (2) [longitud aleta anal, $Y_1=-0.567$], M15-17 (2) [distancia postdorsal, $Y_1=-0.648$, $Y_2=-0.570$] y M3-4 (3) [distancia interorbital, $Y_1=-0.605$].

La clasificación predictiva de los individuos en cada taxón fue variable. Para *F. lima* la clasificación fue 98.9%, con 2 individuos clasificados incorrectamente (1 con *F. p. parvipinnis* y 1 con *F. p. brevis*); para la subespecie *F. p. parvipinnis* la clasificación correcta fue 99.2% con 1 ejemplar



Tabla XXIX. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia adelante) de los taxa del género *Fundulus* de la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 44.

Caracter	Género <i>Fundulus</i>			
	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.03061	4.497	0.012	0.272
M1-3	0.03049	3.823	0.023	0.134
M2-3	-	-	-	-
M2-4	0.03011	1.672	0.189	0.072
M2-7	0.03023	2.354	0.097	0.017
M2-9	0.03033	2.906	0.056	0.014
M3-4	0.03006	1.381	0.253	0.098
M3-5	0.03006	1.333	0.265	0.074
M3-7	-	-	-	-
M4-5	0.03121	7.945	0.000	0.104
M4-7	0.02988	0.297	0.744	0.031
M4-9	0.03001	1.040	0.355	0.026
M5-6	0.03146	9.413	0.000	0.498
M5-7	0.03083	5.798	0.003	0.053
M5-9	0.03038	3.189	0.042	0.054
M6-8	0.03057	4.261	0.015	0.349
M7-8	0.03018	2.059	0.129	0.073
M7-9	0.03090	6.186	0.002	0.229
M7-10	-	-	-	-
M8-9	0.03046	3.628	0.028	0.079
M8-10	0.03005	1.285	0.278	0.290
M9-10	0.03214	13.329	0.000	0.120
M9-11	0.03068	4.910	0.008	0.189
M9-12	0.03150	9.613	0.000	0.120
M10-11	0.03013	1.778	0.171	0.097
M10-12	0.03046	3.676	0.026	0.233
M11-12	0.03157	10.066	0.000	0.094
M11-13	-	-	-	-
M12-13	-	-	-	-
M1-2 (2)	0.03066	4.779	0.009	0.143
M1-4 (2)	-	-	-	-
M1-11 (2)	-	-	-	-
M2-3 (2)	0.03201	12.562	0.000	0.391
M3-4 (2)	-	-	-	-
M5-6 (2)	0.03047	3.685	0.026	0.239
M7-8 (2)	0.03081	5.642	0.004	0.079
M9-10 (2)	0.03018	2.050	0.130	0.267
M11-12 (2)	-	-	-	-
M13-14 (2)	0.03217	13.512	0.000	0.190
M15-17 (2)	0.03174	11.044	0.000	0.110
M16-17 (2)	0.03009	1.505	0.223	0.122
M17-18 (2)	0.03076	5.359	0.005	0.247
M1-2 (3)	-	-	-	-
M3-4 (3)	0.03197	12.333	0.000	0.140
M5-6 (3)	-	-	-	-
RAD (D)	0.03017	1.994	0.138	0.535
RAA (A)	0.03049	3.843	0.022	0.727
RAC ©	0.03121	7.942	0.000	0.874
RAPC (P ₁)	0.03007	1.436	0.239	0.704
RAPL (P ₂)	0.03023	2.356	0.096	0.768
ELL	0.03328	19.897	0.000	0.645
EAC	0.03272	16.669	0.000	0.421
EAP	0.03035	3.050	0.049	0.640
Epredorsales	0.03219	13.627	0.000	0.331
PSCL	0.03197	12.349	0.000	0.324
Total de agrupamiento	0.02982	F (88,686) = 37.344	< 0.0000	-



Tabla XXX. Coeficientes estandarizados de las variables canónicas (raíces) resultantes del análisis de función discriminante para los datos morfométricos de los ejemplares del género *Fundulus* de la península de Baja California. (A) Comparación de los tres taxa (*F. lima*, *F. parvipinnis parvipinnis* y *F. p. brevis*) (B) Comparación de poblaciones de *F. lima*, usando las dos subespecies costeras (*F. parvipinnis parvipinnis* y *F. p. brevis*) como taxa externos.

Caracter	(A) Género <i>Fundulus</i>		(B) <i>F. lima</i> vs <i>F. parvipinnis</i> sspp.		
	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3
M1-2	-0.352	0.128	-0.023	0.150	0.111
M1-3	-0.333	0.186	-	-	-
M2-3	-	-	0.159	-0.073	0.374
M2-4	-	-	0.211	0.407	0.145
M2-7	-	-	-	-	-
M2-9	-	-	0.630	-0.058	-0.265
M3-4	-	-	-0.097	-0.284	0.249
M3-5	-	-	-	-	-
M3-7	-	-	-	-	-
M4-5	-0.303	-0.201	0.222	0.200	0.205
M4-7	-	-	-	-	-
M4-9	-	-	-	-	-
M5-6	0.300	0.308	-0.109	-0.096	-0.052
M5-7	-0.705	0.596	-0.562	0.108	0.334
M5-9	0.667	-0.386	0.351	-0.043	-0.310
M6-8	0.222	-0.133	0.212	-0.064	-0.311
M7-8	0.512	0.026	-	-	-
M7-9	0.357	-0.470	-	-	-
M7-10	-	-	-	-	-
M8-9	-0.444	-0.231	-	-	-
M8-10	-	-	0.154	0.021	0.241
M9-10	-0.726	-0.023	-0.008	0.165	0.269
M9-11	0.186	-0.398	-	-	-
M9-12	-0.699	-0.079	0.144	0.026	0.224
M10-11	-	-	-	-	-
M10-12	0.366	0.169	-	-	-
M11-12	0.742	0.215	0.179	-0.209	-0.136
M11-13	-	-	-	-	-
M12-13	-	-	-	-	-
M1-2 (2)	0.007	0.509	0.023	-0.040	-0.123
M1-4 (2)	-	-	-	-	-
M1-11 (2)	-	-	0.505	0.229	0.146
M2-3 (2)	0.388	-0.101	0.063	0.083	-0.301
M3-4 (2)	-	-	-	-	-
M5-6 (2)	0.365	-0.064	-0.120	-0.089	-0.227
M7-8 (2)	-	-	0.083	0.062	-0.024
M9-10 (2)	-	-	0.086	-0.183	-0.158
M11-12 (2)	-	-	0.418	0.211	-0.121
M13-14 (2)	-0.567	0.027	-0.295	0.167	0.343
M15-17 (2)	0.648	-0.570	0.437	-0.204	-0.231
M16-17 (2)	-	-	0.391	0.023	-0.151
M17-18 (2)	0.379	0.133	0.249	-0.164	-0.266
M1-2 (3)	-	-	-0.140	-0.061	0.052
M3-4 (3)	-0.605	-0.474	0.074	0.148	0.176
M5-6 (3)	-	-	0.055	0.029	0.039
RAD (D)	-	-	0.074	-0.372	0.086
RAA (A)	0.045	-0.188	0.040	0.020	0.066
RAC ©	0.214	0.021	0.138	-0.188	-0.082
RAPC (P ₁)	-	-	0.078	-0.120	0.371
RAPL (P ₂)	-	-	-0.060	0.096	-0.095
ELL	0.377	-0.308	0.026	-0.100	-0.234
EAC	0.241	0.519	-0.015	-0.028	-0.247
EAP	-0.124	-0.160	0.038	-0.039	0.374
Predorsales	-0.463	-0.274	-0.108	0.713	0.019
PSCL	-0.349	-0.394	-0.102	0.642	-0.303
Eigenval	9.734	1.608	100.868	45.091	1.913
Prop Acum.	0.858	1.000	0.666	0.964	0.976



clasificado en *F. p. brevis*; y finalmente para *F. p. brevis*, la clasificación acertada fue 100 %.

En la ubicación resultante de los individuos según las distancias cuadráticas de Mahalanobis, al considerar las raíces canónicas 1 y 2, se aprecia tres grupos bien delimitados; el primer grupo integrado por el taxón *Fundulus lima*, el segundo por la subespecie costera norteña (*F. parvipinnis parvipinnis*), y el tercero por la subespecie costera sureña (*F. p. brevis*).

3.3.5 Poblaciones de *Fundulus lima* con los taxa de *F. parvipinnis* sspp.

El análisis de función discriminante (AFD) indicó que 31 de los 55 caracteres examinados fueron estadísticamente significativos ($p < 0.01$, $\lambda = 0.00000$; Tabla XXXI): M5-6 (anchura de la aleta pélvica, $\lambda = 0.000004$), M9-10 (inserción posterior aleta dorsal a inserción posterior aleta anal, $\lambda = 0.000004$), M2-3 (2) [diámetro ocular, $\lambda = 0.000004$], M17-18 (2) [distancia de la aleta caudal, $\lambda = 0.000004$], M3-4 (3) [distancia interorbital, $\lambda = 0.000004$], RAD (D) [radios aleta dorsal, $\lambda = 0.000004$], RAA (A) [radios aleta anal, $\lambda = 0.000003$], RAC (C) [radios aleta caudal, $\lambda = 0.000004$], RAPC (P_1) [radios aleta pectoral, $\lambda = 0.000004$], ELL (escamas línea lateral, $\lambda = 0.000004$), EAC (escamas alrededor del cuerpo, $\lambda = 0.000004$), EAP (escamas alrededor del pedúnculo, $\lambda = 0.000004$), EPredorsales (escamas predorsales, $\lambda = 0.000006$) y PSCL (poros del sistema cefálico lateral, $\lambda = 0.000006$).



Tabla XXXI. Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia de las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) para las poblaciones de *Fundulus lima* y los taxa externos *F. parvipinnis parvipinnis* y *F. p. brevis* de la Península de Baja California. Número de pasos en el modelo = 50.

Caracter	<i>F. lima + F. parvipinnis</i> sspp.			
	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.000003	2.228	0.025	0.638
M1-3	-	-	-	-
M2-3	0.000004	4.202	0.000	0.457
M2-4	0.000003	2.977	0.003	0.390
M2-7	0.000003	1.029	0.414	0.140
M2-9	0.000004	5.176	0.000	0.313
M3-4	0.000004	6.954	0.000	0.428
M3-5	0.000003	1.479	0.164	0.392
M3-7	0.000003	1.949	0.052	0.178
M4-5	0.000003	4.118	0.000	0.316
M4-7	0.000003	1.809	0.074	0.162
M4-9	0.000003	1.573	0.132	0.215
M5-6	0.000004	4.219	0.000	0.699
M5-7	0.000003	3.448	0.001	0.218
M5-9	0.000003	3.346	0.001	0.249
M6-8	0.000004	5.586	0.000	0.457
M7-8	-	-	-	-
M7-9	0.000003	1.785	0.079	0.327
M7-10	0.000003	1.336	0.224	0.442
M8-9	-	-	-	-
M8-10	0.000003	2.067	0.039	0.447
M9-10	0.000004	4.775	0.000	0.517
M9-11	0.000003	1.202	0.297	0.422
M9-12	0.000003	3.507	0.001	0.425
M10-11	0.000003	1.504	0.155	0.246
M10-12	0.000003	1.482	0.163	0.365
M11-12	0.000003	2.906	0.004	0.383
M11-13	0.000003	1.911	0.058	0.612
M12-13	-	-	-	-
M1-2 (2)	0.000003	3.057	0.002	0.555
M1-4 (2)	0.000003	1.033	0.411	0.299
M1-11 (2)	0.000003	3.761	0.000	0.146
M2-3 (2)	0.000004	7.250	0.000	0.742
M3-4 (2)	-	-	-	-
M5-6 (2)	0.000003	2.167	0.030	0.552
M7-8 (2)	0.000004	7.091	0.000	0.382
M9-10 (2)	0.000003	2.088	0.036	0.424
M11-12 (2)	0.000003	3.606	0.000	0.093
M13-14 (2)	0.000003	2.973	0.003	0.141
M15-17 (2)	0.000004	6.903	0.000	0.358
M16-17 (2)	0.000003	2.427	0.015	0.286
M17-18 (2)	0.000004	10.145	0.000	0.597
M1-2 (3)	0.000003	2.060	0.039	0.531
M3-4 (3)	0.000004	4.735	0.000	0.594
M5-6 (3)	0.000003	2.885	0.004	0.448
RAD (D)	0.000004	5.833	0.000	0.734
RAA (A)	0.000003	3.770	0.000	0.819
RAC ©	0.000004	4.982	0.000	0.837
RAPC (P ₁)	0.000004	5.975	0.000	0.744
RAPL (P ₂)	0.000003	2.314	0.020	0.799
ELL	0.000004	5.977	0.000	0.788
EAC	0.000004	5.643	0.000	0.644
EAP	0.000004	6.924	0.000	0.706
Epredorsales	0.000006	34.221	0.000	0.763
PSCL	0.000006	30.310	0.000	0.768
Total de agrupamiento	0.00000	F (400,2635) = 26.073	< 0.0000	-



El valor de tolerancia varió de 0.093 [M11-12 (2) (longitud aleta dorsal)] y 0.836 [RAC (C) (radios en la aleta caudal)]. La variable canónica (vc1) contribuyó con el 66.5% y con la vc2 el 96.4% de la variación total (Tabla XXX). En la vc1, tres caracteres ejercieron el mayor efecto: M2-9 (comisura bucal a inserción posterior de aleta dorsal, $Y_1=0.6298$), M5-7 (origen aleta pélvica a inserción anterior de la aleta dorsal, $Y_1=-0.5623$) y M1-11 (2) [distancia predorsal $Y_1=0.5053$] y en la vc2, dos caracteres fueron los que ejercieron el mayor efecto: Epredorsales (escamas predorsales, $Y_2=0.713$) y PSCL (poros del sistema cefálico lateral, $Y_2=0.642$). Basado en la distancia de Mahalanobis (D^2), se muestran tres grupos de poblaciones: Grupo 1, integrado por las cuencas hidrológicas de Bebelamas y San Javier; Grupo 2 formado por los ejemplares de San Ignacio, La Purísima y San Luis; y grupo tres formado por una asociación de de *F. lima* de Las Pocitas con la subespecie costera sureña *F. p. brevis* y *F. p. parvipinnis*. Es importante señalar que la población de “*F. lima*” de la cuenca de San Pedro permanece intermedio entre las poblaciones dulceacuícolas y costeras, estando más relacionada con estas últimas (Fig. 21).

Finalmente se observaron cuatro caracteres diagnósticos repetitivos independientemente de la forma de agrupar a los ejemplares (por localidad, cuenca, taxa, con grupos externos, etc.), siendo éstos como sigue: M15-17 (2) [distancia postdorsal], M3-4 (3) [distancia interorbital], RAC (C) (radios de la aleta caudal) y Epredorsales (escamas predorsales) (Anexo VI).



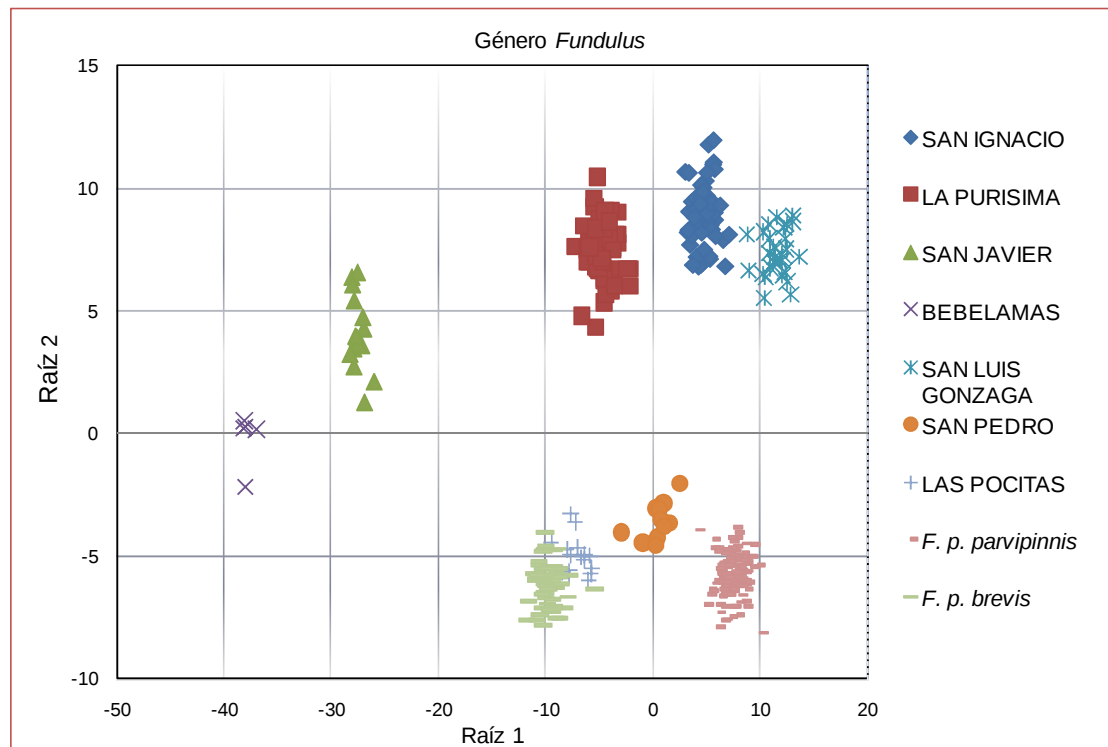


Figura 21. Análisis de función discriminante de la raíz 1 versus raíz 2 entre poblaciones de *F. lima*, y las subespecies costeras taxa *F. p. parvipinnis* y *F. p. brevis* (taxa externos) de la península de Baja California, México.



3.4 Clave de identificación taxonómica

Derivado de los resultados se presenta una clave dicotómica para la identificación de las cinco unidades evolutivas del género *Fundulus* presentes en la península de Baja California, México.

CLAVE ARTIFICIAL PARA LA IDENTIFICACION DE ESPECIES Y SUBESPECIES DE FUNDULIDAE DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

- 1a Veinte o más escamas predorsales; 26 a 32 poros del sistema cefálico lateral2
- 1b Menos de 20 escamas predorsales; 20 a 24 poros del sistema cefálico lateral.....3
- 2a Diámetro ocular contenido más de 12 veces en la longitud patrón.....***Fundulus lima***
(cuencas San Ignacio, La Purísima y San Luis)
- 2b Diámetro ocular contenido menos de 11 veces en la longitud patrón.....***Fundulus lima***
(cuencas San Javier y Bebelamas)
- 3a Anchura de la aleta pélvica contenida 20 veces en la longitud patrón; de 30 a 32 radios en la aleta caudal.....***Fundulus lima***
(cuencas San Pedro y Las Pocitas)
- 3b Anchura de la aleta pélvica contenida menos de 20 veces en la longitud patrón; de 32 a 38 radios en la aleta caudal.....4
- 4a Distancia post dorsal 5 veces o más en la longitud patrón.....***Fundulus parvipinnis parvipinnis***
- 4b Distancia post dorsal menos de 5 veces en la longitud patrón.....***Fundulus parvipinnis brevis***



3.5 Fichas descriptivas

***Fundulus lima* Vaillant, 1894 (Fundulidae)**



Etimología: *Fundulus* del latín *fundus*, significado fondo (referente al tipo de hábitat de esta especie; Parenti, 1981); *lima* debido al extraordinario desarrollo de las tenas de las escamas en espinas desarrolladas en los machos reproductivos (Berra, 2001).

Nombre común: Baja California killifish (inglés), San Ignacio killifish, sardinilla peninsular (Nelson et al., 2006).

Estatus de Conservación: Peligro de extinción (P) NOM-059-SEMARNAT-2010.

Diagnosis: Cuerpo corto y ancho; cabeza grande y plana, con el interorbital ancho (Evermann, 1908); Durante la época reproductiva los machos presentan un extraordinario desarrollo de las ctenas (Myers, 1930).

Identificación: cuencas de San Ignacio, La Purísima y San Luis 11 a 12 radios dorsales, 11 a 12 radios anales, 32 a 33 radios en la aleta caudal, 17 a 18 radios en la aleta pectoral, 6 radios en la aleta pélvica, 34 escamas en la línea lateral, 30 a 34 escamas alrededor del cuerpo, 18 a 20 escamas alrededor del pedúnculo caudal, 25 a 28 escamas predorsales, 28 a 30 poros en el sistema cefálico lateral; cuencas de San Javier y Bebelamas 12 radios dorsales, 11 a 12 radios anales, 32 a 34 radios en la aleta caudal, 16 radios en la aleta pectoral, 6 radios en la aleta pélvica, 35 escamas en la línea lateral, 27 a 33 escamas alrededor del cuerpo, 18 a 21 escamas alrededor del pedúnculo caudal, 20 a 22 escamas predorsales, 28 poros en el sistema cefálico lateral; cuencas de San Pedro y Las Pocitas 13 radios dorsales, 11 a 12 radios anales, 30 a 32 radios en la aleta caudal, 18 radios en la aleta pectoral, 6 radios en la aleta pélvica, 31 a 34 escamas en la línea lateral, 25 a 30 escamas alrededor del cuerpo, 17 a 21 escamas alrededor del pedúnculo caudal, 15 a 20 escamas predorsales, 22 poros en el sistema cefálico lateral.



***Fundulus parvipinnis* Girard, 1854 (Fundulidae)**



Fundulus parvipinnis parvipinnis



Fundulus parvipinnis brevis

Etimología: *Fundulus* del latín *fundus*, significado fondo (referente al tipo de hábitat de esta especie; Parenti, 1981); *parvipinnis* = aletas pequeñas (referente a las aletas pélvicas); *brevis* = se refiere a la distancia post dorsal abreviada.

Nombre común: Guayacón californiano o "California killifish"

Estatus de Conservación: es considerado como estable en la parte noroeste de Baja California (Ruiz-Campos, 1998; Ruiz-Campos et al., 2000).

Diagnosis: Se caracteriza por tener un cuerpo moderadamente alargado con las aletas dorsal y anal redondeadas. Dorso verde-oliváceo y vientre pardo amarillento; machos nupciales oscuros. Macho nupcial distinguido de la hembra por la aleta anal de mayor tamaño y la presencia de acrecencias en las escamas y aletas impares (Jordan y Evermann, 1896; Miller y Lea, 1972; Ruiz-Campos, 1998).

Identificación: *Fundulus parvipinnis parvipinnis*: radios dorsales de 11 a 14 (moda 13), radios anales de 10, a 13(modas 11), radios en la aleta caudal de 29 a 40 (moda 35), radios en la aleta pectoral de 16 a 20 (moda 18), radios en la aleta pélvica de 6 a 7), escamas en la línea lateral de 30 a 35(modas 34), escamas alrededor del cuerpo de 24 a 31 (moda 29), escamas alrededor del pedúnculo caudal de 16 a 21 (moda 18), escamas predorsales de 14 a 19 (moda 16), poros en el sistema cefálico lateral de 20 a 23 (moda 22); longitud cefálica 3.4 veces en la longitud patrón; distancia post dorsal 3.6 veces en la longitud patrón. *Fundulus parvipinnis brevis*: 13 (min. 12, máx. 14) radios dorsales, 11 (min. 11, máx. 12) radios anales, 36 (min. 29, máx. 39) radios en la aleta caudal, 18 (min. 16, máx. 19) radios en la aleta pectoral, 6 radios en la aleta pélvica, 33 escamas en la línea lateral (min. 30, máx. 34), 28 (min. 26, máx. 33) escamas alrededor del cuerpo, 19 (min. 16, máx. 20) escamas alrededor del pedúnculo caudal, 16 (min. 15, máx. 20) escamas predorsales, 22 (min. 22, máx. 24) poros en el sistema cefálico lateral; longitud cefálica 3.3 veces en la longitud patrón; distancia post dorsal 3.9 veces en la longitud patrón.



IV. DISCUSION

Los resultados del análisis morfométrico comparativo entre los tres taxa nominales de *Fundulus* de la península de Baja California, permitió tener un mayor panorama de la variación inter e intrapoblacional de *F. lima*, así como la identificación de caracteres diagnósticos para distinguirla de las subespecies costeras de *F. parvipinnis* (Anexo IV y VI). Dumke (1976) en su análisis de la variación geográfica de *Fundulus parvipinnis* utilizando tres caracteres merísticos y 20 proporciones corporales, encontró que existe una variación clinal en el número de vértebras, así como en las escamas de la línea lateral, siendo esto último concordante con lo encontrado en el presente estudio (Anexo VI). Asimismo Dumke (1976) afirma que existe una correlación significativa de los caracteres merísticos con variación clinal y la temperatura del agua, determinando así la variación geográfica en estos caracteres. De acuerdo a la regla ecogeográfica de Jordan, en aguas frías las dimensiones de las proporciones corporales y los valores merísticos de los peces tienden a ser mayores (Brown y Gibson, 1983), Hubbs (1926) propuso una relación al crecimiento que, en aguas frías se tiende a retarda la diferenciación, permitiendo la formación de más elementos, mientras que en las aguas cálidas se acelera la diferenciación. En los caracteres que tardan en desarrollarse la variabilidad se incrementa debido a que la temperatura tiene un gran efecto en estos más que en los caracteres con un periodo de desarrollo corto (Dumke, 1976). En el presente estudio se determinó que las proporciones corporales



asociadas al tamaño de la cabeza, diámetro ocular y las aletas dorsal y anal de *F. lima* no siguen la regla ecogeográfica de Jordan, la cual establece que el número de estructuras somáticas y proporciones corporales tienden a ser mayores en poblaciones más norteñas, de una especie, y ser menores en aquellas mas australes (Brown y Gibson, 1983). Este mismo patrón de no concordancia con la regla de Jordan fue encontrado por Dumke (1976) para *F. parvipinnis*.

En el análisis genético y morfométrico del género *Fundulus* en la península de Baja California, Camarena-Rosales et al. (2001) solamente incluyeron una población por taxón, por lo que la variación interpoblacional de *F. lima* y su relación geográfica con las subespecies costeras no pudo ser debidamente evaluada. Aunque mencionan que *F. lima* (oasis San Ignacio) estuvo más estrechamente relacionada con la subespecie costera *F. parvipinnis brevis*, nuestros análisis identificaron que la población más austral de *F. lima* (cuenca de Las Pocitas) fue morfológicamente muy similar a *F. p. brevis* (Figura 37). Bernardi et al. (2007) determinó con base en un análisis de ADN mitocondrial (D-loop) que las poblaciones continentales y costeras de *Fundulus* de la península de Baja California forman una tricotomía no resuelta que divergieron entre 200,000 y 400,000 años, por lo cual cada clado representa una unidad evolutiva distinta. Bernardi et al. (*op. cit.*) también determinaron que las dos subespecies costeras de *F. parvipinnis* están separadas genéticamente al norte y sur de Punta Eugenia, B.C.S.,



argumentando una mayor afinidad entre *F. p. brevis* de Puerto San Carlos y La Bocana con la población de *F. lima* de la cuenca del Río San Pedro. Esta última relación podría ser explicada por dos escenarios posibles: un evento de invasión relativamente reciente de *F. p. brevis* a los sistemas fluviales de los ríos San Pedro y Las Pocitas, ó bien que existe hibridación entre *F. lima* y *F. parvipinnis brevis* (Bernardi et al., 2007), ya que se ha registrado la presencia de *F. parvipinnis* en aguas continentales a 1.6 kilómetros del océano en San Juan Creek en el condado de Orange, California (Miller, 1939) y en el área de La Misión, Baja California (Miller, 1943). La fuerte tendencia que exhibe *F. parvipinnis* para entrar a los sistemas de agua dulce es de interés ecogeográfico que podría estar vinculado con el origen vicario de *F. lima* (Vaillant) del Río San Ignacio, Baja California; en este sentido, Myers (1930) sugirió que *F. lima* es una especie continental derivada de *F. parvipinnis*, coincidiendo con las tendencias eurihalinas de su antecesor costero (Miller, 1943).

Echanove (2010) evaluó parámetros genéticos poblacionales del pez endémico peninsular *F. lima*, en las cuencas del Río La Purísima y Río San Ignacio, cuantificando la variabilidad genética usando métodos moleculares de amplificación aleatoria de ADN polimórfico (RAPDs, por sus siglas en inglés) utilizando muestras obtenidas antes y después de la introducción del cíclido *Tilapia* (cf.) *zillii*, considerando que se asocia con un mayor riesgo de extinción de la especie endémica. Los resultados obtenidos demostraron los efectos de



pérdida de la variabilidad genética en las poblaciones de *Fundulus lima* por la interacción competitiva del cíclido exótico. Este autor determinó la presencia de tres fragmentos diagnósticos (OPC19-L01, OPC14-L33 y OPC14-L34) que diferenciaron a las poblaciones de *F. lima* de las cuencas del Río San Ignacio de aquellas del Río La Purísima; además propone un modelo de dinámica poblacional que sugiere considerar a las poblaciones de *Fundulus lima* en cada cuenca (San Ignacio y La Purísima) como metapoblación, con subdivisión subpoblacional dentro de cada cuenca.

Ruiz-Campos, et al. (2008) evaluaron el grado de aislamiento genético de *Fundulus lima*, y determinaron las relaciones con *F. parvipinnis* efectuando un análisis filogeográfico basado en la evaluación de una secuencia de la región control. Los oasis evaluados, incluyeron recolectas del 2002 en las cuencas de San Ignacio, La Purísima, San Luis Gonzaga y San Pedro de la Presa; adicionalmente se incluyeron organismos de *F. parvipinnis* recolectados en la zona costera entre Bahía Magdalena, BCS y hasta Carpintería, California. Los organismos procedentes de los tres primeras cuencas (San Ignacio, La Purísima y San Luis) se agruparon en clados independientes de la especie costera, concordante con lo obtenido en el presente estudio. En el oasis de San Pedro de la Presa, el único organismo recolectado fue agrupado en el clado de la subespecie costera *F. parvipinnis brevis* de Bahía Magdalena (BCS). Según el modelo de reloj molecular se presume un aislamiento entre las poblaciones de las dos cuencas (San Ignacio y La Purísima) en el ámbito de



270,000 a 405,000 años; mientras que su aislamiento con respecto a la especie costera *F. parvipinnis* se remonta a más de 650,000 años.

En el presente estudio, a nivel de las poblaciones de *F. lima*, resalta la segregación de individuos de las cuencas Bebelamas y San Javier del resto de poblaciones, en las medidas de al menos 21 caracteres somáticos (cf. Fig. 18). Lo anterior aporta sustento para distinguir una nueva forma dulceacuícola del género *Fundulus* para la península de Baja California, la cual fue originalmente reportada por Ruiz-Campos y Contreras-Balderas (1987) como una forma indescrita de *Fundulus* sp. para la localidad de San Javier. Cada una de las poblaciones dulceacuícolas norteñas (cuencas de San Ignacio, La Purísima y San Javier-Bebelamas) podría representar un evento de colonización diferente a partir del ancestro costero eurihalino, basado en el modelo biogeográfico-evolutivo de especiación alopátrica por fundadores discontinuos (Brown y Gibson, 1983; Brown y Lomolino, 1998; Camarena-Rosales et al., 2001).

La Península de Baja California y el Golfo de California adyacente involucran tres fases de desarrollo durante el Mioceno hasta tiempos recientes; la primera fase fue un régimen de subducción (29 a 12 Ma.) a lo largo de la costa del Pacífico; la segunda fase estuvo asociada con la apertura del protogolfo (13 a 3.5 Ma.) ligada a la formación de cuencas en el oeste de Norte América; y la fase final y aún presente involucra el régimen responsable de la configuración tectónica actual del Golfo de California (Ledesma-Vázquez, et al., 2009); sin embargo la divergencia de *Fundulus lima* se ubicó a mediados del



Pleistoceno, y la divergencia entre las subespecies de *F. parvipinnis* a finales del Pleistoceno, desde esa época la península de Baja California presentaba una fisiografía similar a la actual. Durante el Plioceno la península presentó una paulatina emersión sobre el nivel del mar, formándose sistemas hidrológicos que perdieron su contacto con el mar. Ya en el Pleistoceno caracterizado por las abundantes lluvias, individuos de *F. parvipinnis* penetraron por vía fluvial hacia los sistemas de oasis, donde quedaron aislados y sobrellevaron un proceso de diferenciación biológica (Camarena-Rosales, 2000; Ruiz-Campos et al., 2008). Van Devender et al., (1987) indicó que el Cuaternario se caracterizó por tener lluvias torrenciales biestacionales, de tipo monzónico en verano y precipitaciones intensas en invierno; posteriormente en el Wisconsiniano ocurrió la última glaciación completa y, en el Holoceno, disminuyó gradualmente la lluvia torrencial hasta tener las condiciones climáticas áridas actuales de esta región.

Cabe resaltar que los eventos más importantes tuvieron lugar durante el Pleistoceno, más que en el Plioceno. Asumiendo que el inicio en la diferenciación de las poblaciones ocurrió en esta época, entre 200,000 y 400,000 años, cuando el nivel del mar estaba más bajo, la península era más húmeda, con vegetación más exuberante, sistemas fluviales perennes entrelazados y numerosos lagos interiores permanentes, algunos muy grandes (Laguna Chapala, Laguna Agua Amarga) que debieron favorecer la migración de los peces costeros hacia aguas interiores. En la última glaciación, en el



Wisconsiniano, el nivel del mar descendió aproximadamente 120 m, para después de los 18,000 años elevarse hasta su nivel actual. Durante este proceso se invadieron las planicies costeras y desaparecieron los sistemas fluviales perennes y lagos interiores conforme aumentaba la aridez de la península. Es en este escenario que se debieron crear las condiciones de aislamiento de las poblaciones actuales de *Fundulus* (Téllez-Duarte, comunicación personal, 2011).

Con respecto al análisis merístico entre las poblaciones de los tres taxa de *Fundulus* de la península de Baja California, al igual que lo encontrado y mencionado por Camarena-Rosales (1999), los caracteres exhibieron traslapes en sus intervalos, por lo que en los análisis univariados los caracteres resultaron ineficientes para distinguir las subespecies de *F. parvipinnis*. A nivel de población para el caso de las poblaciones de *F. lima*, solo se logró observar la separación de dos clados (de los tres que se encontraron) mediante el análisis merístico. Los caracteres contables varían dentro y entre las especies, por lo que pueden ser usados para describir o identificar especies, sin embargo estos caracteres pueden ser influenciados por factores ambientales, especialmente por la temperatura en estadios tempranos (Strauss y Bond 1990). En el anexo VII se muestra una tabla comparativa de los valores encontrados para los principales caracteres merísticos por diferentes autores. Con base en lo anterior, se considera que la combinación de caracteres morfométricos y merísticos analizados mediante estadística multivariada es la



mejor forma de conocer y separar los clados existentes del género *Fundulus* en la península de Baja California. Cuatro de los 20 caracteres determinados como significativos para separar los taxa del género *Fundulus* de la península de Baja California, han sido también reportados como diagnósticos por otros autores (Evermann, 1908; y Miller, 1943; Camarena-Rosales, 1999); y son alusivos a: (1) inserción posterior de aleta dorsal a parte superior del origen de aleta caudal, (2) inserción posterior de aleta dorsal a la parte inferior del origen de aleta caudal, (3) diámetro ocular, (4) escamas en la línea lateral. La combinación de los caracteres merísticos y morfométricos, permiten separar a las subespecies de *F. parvipinnis*, no existiendo traslape entre las poblaciones, tal como menciona Bernardi et al. (2000). Los tres clados principales que resultaron del análisis de las distancias cuadráticas de Mahalanobis de las poblaciones del género *Fundulus* en la península de Baja California concuerdan con lo encontrado por Bernardi et al. (2007) en el análisis genético de las poblaciones. Aunque Bernardi et al. (op. cit) determinó una mayor afinidad de los ejemplares de *F. lima* de la cuenca San Pedro con *F. p. brevis*, en el presente estudio estos ejemplares se ubicaron en una posición intermedia entre las subespecies de *F. parvipinnis*. La mayor asociación entre las dos especies de *Fundulus* ocurrió entre la población más austral de *F. lima* (cuenca Las Pocitas) y la subespecie sureña *F. parvipinnis brevis*.



Con base en los resultados aquí obtenidos, mediante la exanimación de 389 ejemplares de *Fundulus* de 26 localidades de la península de Baja California, permite dar sustento al reconocimiento de la subespecie costera *F. parvipinnis brevis* como una especie genuina (*Fundulus brevis*); por su parte los ejemplares de las cuencas de Bebelamas, San Javier, San Pedro y las Pocitas hasta ahora catalogadas como "*Fundulus lima*", requieren ser formalmente descritas para su correcta nominación taxonómica.



V. CONCLUSIONES



Los principales caracteres merísticos y morfométricos para distinguir a los taxa del género *Fundulus* de la península de Baja California, son: radios de la aleta dorsal, radios de la aleta caudal, escamas en la línea lateral, escamas predorsales, poros en el sistema cefálico lateral, longitud cefálica, distancia postdorsal y la distancia interorbital.



Los principales caracteres diagnósticos para diferenciar a las poblaciones de *Fundulus lima* son: las escamas de la línea lateral, poros del sistema cefálico lateral y la distancia interorbital.



En el taxón *Fundulus lima* se reconocen tres grupos de poblaciones de acuerdo a sus características morfológicas: 1) San Ignacio, La Purísima y San Luis Gonzaga; 2) San Javier y Bebelamas; y 3) San Pedro y Las Pocitas.



La especie dulceacuícola *Fundulus lima* exhibe una variación latitudinal en el número de poros del sistema cefálico lateral (con una tendencia a disminuir de norte a sur).





Para la distribución de las subespecies de *Fundulus parvipinnis* de la península de Baja California, dos caracteres son determinados como diagnósticos y corresponden a la longitud cefálica y la distancia postdorsal.



En ambas subespecies costeras de *Fundulus parvipinnis* no existe una variación latitudinal en los caracteres merísticos examinados.



En las subespecies costeras de *Fundulus parvipinnis* exhiben una variación latitudinal en los caracteres morfométricos entre las localidades al norte y al sur de Punta Eugenia, lo cual es correspondiente a la presencia de las dos subespecies.



Con base en las características merísticas y morfométricas de *F. parvipinnis*, se distinguen dos subespecies en la península de Baja California: *F. p. parvipinnis* distribuida desde la Morro Bay, California hasta la laguna Ojo de Liebre, Mulegé, B.C.S.; y *F. p. brevis* distribuida desde La Bocana, Mulegé, B.C.S. hasta Bahía Magdalena, B.C.S.



Las poblaciones sureñas de "*F. lima*", pertenecientes a las cuencas de San Pedro y Las Pocitas, son más afines a la subespecie costera sureña *F. parvipinnis brevis*.





La separación morfométrica de los taxa del género *Fundulus* en la península de Baja California, sugiere la presencia de al menos cinco unidades evolutivas, tres continentales [1) cuencas San Ignacio, La Purísima y San Luis; 2) cuencas San Javier y Bebelamas; y 3) cuencas de San Pedro y Las Pocitas] y dos costeras (*Fundulus parvipinnis parvipinnis* y *F. p. brevis*).



LITERATURA CITADA

- Acosta-Zamorano, D. 2006. Composición trófica del pez endémico amenazado *Fundulus lima* (Vaillant, 1984), en dos cuencas hidrológicas prioritarias de Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, México. 96 pp.
- Alaníz-García J. 1995. Interacción trófica entre dos especies ícticas, *Fundulus lima* Vaillant y *Xiphophorus helleri* Heckel, en el oasis de San Ignacio, Baja California Sur, México, Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, México. 81 pp.
- Alaníz-García J., G. Ruiz-Campos, F. Abarca-González y A. Valdéz-González. 2004. Interacción trófica entre dos especies ícticas sintopicas, una nativa (*Fundulus lima*) y otra exótica (*Xiphophorus helleri*), en el oasis San Ignacio, Baja California Sur, México. Homenaje al doctor Andrés Reséndez Medina. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Arriaga, L., S. Díaz, R. Domínguez y J.L. León. 1997. Composición florística y vegetación. In Arriaga, L. y R. Rodríguez-Estrella (eds.). Los oasis de la Península de Baja California. Publicación No. 13. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz. Pp. 69-106.
- Berra, M.T. 2001. Freshwater fish distribution. Academia press. San Diego, California. Pp. 328-332.



-
- Bernardi G. y A. Powers. 1995. Phylogenetic relationships among nine species from the genus *Fundulus* (Cyprinodontiformes, Fundulidae) inferred from sequences of the cytochrome *B* gene. *Copeia* 1995(2): 469-473.
- Bernardi G. y D. Talley. 2000. Genetic evidence for limited dispersal in the coastal California killifish, *Fundulus parvipinnis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 255: 187-199.
- Bernardi G., G. Ruiz-Campos y F. Camarena-Rosales. 2007. Genetic isolation and evolutionary history of oases populations of the Baja California killifish, *Fundulus lima*. *Conservation Genetics*, 8: 547-554.
- Bookstein, F. L., B. Chernoff, R. L. Elder, J. M. Humphries, G. R. Smith y R. E. Strauss. 1985. *Morphometrics in evolutionary biology: the geometry of size and shape change, with examples from fishes*. Special Publication Academy of Natural Science Philadelphia 15.
- Briggs, J. C. 1974. *Marine Zoogeography*. McGraw-Hill Co., San Francisco, California. 475 pp.
- Brown, J. H. y A. C. Gibson. 1983. *Biogeography*. Mosby Co., San Luis, Missouri. 643 pp.
- Brown, J. H. y M. V. Lomolino. 1998. *Biogeography*. Segunda ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. 692 pp.
- Camarena-Rosales, F. 1999. *Relaciones filogeográficas entre especies y subespecies de Fundulus (Pisces: Fundulidae) de la península de Baja California, México*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Marinas,



Universidad Autónoma de Baja California, México.

- Camarena-Rosales, F. 2000. Estudio de la variabilidad genética de *Fundulus lima* y sus relaciones filogeográficas con otros fundúlidos (Pisces: Fundulidae) de la Península de Baja California, México. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L013. México D. F.
- Camarena-Rosales, F., J. De La Rosa-Vélez, G. Ruiz-Campos y F. Correa. 2001. Biometric and allozymic characterization of the three coastal and inland killifishes populations (Pisces: Fundulidae) from the Peninsula of Baja California, Mexico. *International Review of Hydrobiology* 86: 229-240.
- Castro-Aguirre, J. L. 1978. Catalogo sistemático de los peces marinos que penetran a aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca, México. Serie Científica, 19: IX + 298.
- Castro-Aguirre, J. L., H. S. Espinoza-Pérez y J. J. Schmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Ed. Limusa. México. 711 pp.
- Coria, S. 1997. Climatología. *En* Arriaga, L. y R. Rodríguez Estrella (eds.). Los oasis de la Península de Baja California. Publicación No. 13. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz. Pp. 27-34.
- Danemann, G. D. y J. De La Cruz-Agüero. 1993. Ictiofauna de Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. *Ciencias Marinas*, 19 (3): 333-341.



-
- De La Cruz-Agüero, J., M. Arellano y V. M. Cota. 1996. Lista sistemática de los peces marinos de las Lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, B.C. y B.C.S., México. *Ciencias Marinas*, 22 (1): 111-128.
- Delgadillo, José. 1992. Florística y ecología del norte de Baja California. Ed. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California, México.
- Dumke, R. H. 1976. Geographic variation in the California killifish, *Fundulus parvipinnis* Girard (family Cyprinodontidae). M.Sc. Thesis, California State Univ, Fullerton.
- Echanove, J. A. 2010. Estructura genética poblacional de *Fundulus lima* (Teleostei) en los sistemas hidrológicos de San Ignacio y La Purísima, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California.
- Elliott, N. G., K. Haskard y J. A. Koslow. 1995. Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) of the continental slope of southern Australia. *Journal of Fish Biology*, 46: 202-220.
- Evermann, B. W. 1908. Descriptions of a new species of trout (*Salmo nelsoni*) and a new cyprinodont (*Fundulus meeki*) with notes on other fishes from lower California. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 21:19-30.
- Follett, W. L. 1960. The fresh-water fishes: Their origins and affinities. *Systematic Zoology*. 9 (3-4): 212-232.



-
- García-Ramírez, M. E., S. Contreras-Balderas y Ma. De Lourdes Lozano-Vilano. 2006. *Fundulus philpisteri* sp. nv. (Teleostei: Fundulidae) from the Río San Fernando, Nuevo León, México. In: Lozano Vilano, M. L. y A. J. Contreras Balderas (eds.) Studies of North American Desert Fishes in Honor of E.P. (Phil) Pister, Conservationist. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. Pp. 13-19.
- Girard, C. F. 1854. Observations upon a collection of fishes made on the Pacific coast of the United States, by Lieut. W. P. Trowbridge, U. S. A., for the museum of the Smithsonian Institution. Monatsberichte der Akademie der Wissenschaft zu Berlin v. 7: 142-156.
- Hubbs, C. L. 1926. The structural consequences of modifications of the developmental rate in fishes, considered in reference to certain problems of evolution. American Naturalist, 50: 57-81.
- Hubbs, C. L., y K. L. Lagler. 1958. Fishes of the Great Lakes region, 2da. ed. Cranbrook Institute of Science Bulletin, 26: 1-213.
- Jolicoeur, P. 1963. The multivariate generalization of the allometry equation. *Biometrics*, 19: 497-499
- Jordan D. S. y B. W. Evermann. 1896. The fishes of North and Middle America. Bulletin of United States Natural Museum, 47 (1): 1-954.
- Ledesma-Vázquez J., M. E. Johnson, O. González-Yajimovich y E. Santamaría-Del Ángel. 2009. Gulf of California Geography, Geological Origins, Oceanography, and Sedimentation Patterns. En: J. Ledesma-
-



-
- Vázquez y M. E. Johnson (eds.) Atlas of coastal ecosystems in the western Gulf of California: tracking limestone deposits on the margin of a young sea. University of Arizona Press.
- Mayden, R. L. y R. M. Wood. 1995. Systematics, species concepts, and the evolutionary significant unit in biodiversity and conservation biology. *En*: J. L. Nielson (ed). Evolution and aquatic environment: defining unique units in population conservation. American Fisheries Society Symposium 17, Bethesda, Maryland. Pp. 58-113.
- Miller, R. R. 1939. Occurrence of the cyprinodont fish *Fundulus parvipinnis* in fresh water in San Juan Creek, southern California. *Copeia* 1939: 168.
- Miller, R. R. 1943. Further data on fresh water populations of the Pacific Killifish *Fundulus parvipinnis*. *Copeia* 1943: 51-522.
- Miller, R. R. y C. L. Hubbs. 1954. An erroneous record of the California Killifish, *Fundulus parvipinnis*, from Cabo San Lucas, Baja California. *Copeia* 1954: 234-235.
- Miller R. R. y R. N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Fishery Bulletin, 157: 1-259.
- Miller, R. R., W. L. Minckley y S. M. Norris. 2005. Freshwater fishes of Mexico. Chicago University Press, IL.
- Moyle, P. B. 2002. Inland Fishes of California. University of California Press. Berkeley, California. 502 pp.



-
- Myers, G. S. 1930. The killifish of San Ignacio and stickleback of San Ramon, Lower California. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 4 (19): 95-104.
- Nelson, J. S. 1994. *Fishes of the World*. 3ra. Ed. John Wiley & Sons. New York, New York. Pp. 271-272.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the World*. 4ta. ed. John Wiley & Sons. New York, New York. 601 pp.
- Osburn, R. C., y J. T. Nichols. 1916. Shore fishes collected by the "Albatross" expedition in Lower California with descriptions of new species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 35: 139-181.
- Parenti, L. R. 1981. A Phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei: Atherinomorpha). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 168: 341-557.
- Peinado, M., J. L. Aguirre, J. Delgadillo, y M. A. Macías. 2008. A phytosociological and phytogeographical survey of the coastal vegetation of western North America. Part I: plant communities of Baja California, Mexico. *Plant Ecol* (2008) 196:27–60. DOI 10.1007/s11258-007-9334-5.
- Pires Da Silva A., S. Imhoff, N. F. B. Giarola y C. A. Tormena. 2001. Análisis multivariado y univariado en la discriminación de sistemas de uso de suelos del centro de Santa Fe. *Edafología*, vol. 8: 21-34.
- Ruiz-Campos, G. y S. Contreras-Balderas. 1987. Ecological and Zoogeographical Check-list of the Continental Fishes of the Baja



California Peninsula. Proceedings of the Desert Fishes Council, 17: 61-69.

Ruiz-Campos G. 1998. Informe Técnico Final del Proyecto CONACyT 431100-5-1993N. Estatus Ecológico y Distributivo de los Peces Continentales del Noroeste de Baja California, México: Distrito San Dieguense. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.

Ruiz-Campos G. 2000. Threatened fishes of the world: *Fundulus lima* Vaillant, 1894 (Fundulidae). Environmental Biology of Fishes 59: 20.

Ruiz-Campos, G., J. L. Castro-Aguirre, S. Contreras-Balderas, M. L. Lozano-Vilano, A. F. González-Acosta, y S. Sánchez-González. 2002. An Annotated Checklist of the Freshwater Fishes of Baja California Sur, México. Reviews in Fish Biology and Fisheries 12: 143-155.

Ruiz-Campos, G., F. Camarena-Rosales, A. Varela-Romero, S. Sánchez-González y J. De La Rosa-Vélez. 2003. Morphometric variation of wild trout populations from northwestern Mexico (Pisces: Salmonidae). Reviews in Fish Biology and Fisheries 13: 91-110.

Ruiz-Campos, G., F. Camarena-Rosales, C. A. Reyes-Valdez, E. Torres-Balcazar y M. E. Valles-Ríos. 2006a. Length-weight Relationship, Condition Factor and Level of Parasitism of the Baja California Killifish, *Fundulus lima* (Teleostei: Fundulidae). En: Studies of North American Desert Fishes in Honor of E. P. (Phil) Pister, Conservationist (M. L.



-
- Lozano-Vilano y A. J. Contreras-Balderas, eds.). Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp. 62-71.
- Ruiz-Campos G., S. Contreras-Balderas, C. A. Reyes-Valdez, J. De La Cruz-Agüero y E. Torres-Balcazar. 2006b. Distribution and Abundance of the Endangered Killfish, *Fundulus lima* (Teleostei: Fundulidae), in Oases of Central Baja California Peninsula, México. The Southwestern Naturalist, 51(4): 502-509.
- Ruiz-Campos, G., F. Camarena-Rosales, S. Contreras-Balderas, G. Bernardi, y J. De La Cruz-Agüero. 2008. Evaluación ecológica y distribucional de peces exóticos en las regiones hidrológicas de San Ignacio y La Purísima, Baja California Sur, y su impacto en las poblaciones del pez endémico amenazado, *Fundulus lima*. Informe Final Proyecto SEMARNAT-CONACyT-2002-C01-173.
- Ruiz-Campos G. 2010. Catalogo de peces dulceacuícolas de Baja California Sur. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, D.F. 169 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 197 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificación para su inclusión, exclusión o cambio-lista de
-



especies en riesgos. Diario Oficial de la Federación, Jueves 30 de diciembre de 2010, segunda sección. 78 pp.

StatSoft, Inc. 2002. STATISTICA (data analysis software system), version 6.
www.statsoft.com.

Strauss, R. E., y F. L. Bookstein. 1982. The truss: body form reconstructions in morphometrics, *Systematic Zoology* 31: 113-135.

Strauss, R. E. y Bond, C. E. 1990. Taxonomic Methods: Morphology. *En: Methods for Fish Biology* (Schrelek, C. B. y P. B. Moyle, eds.) American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

Tamayo, J. L. y R. C. West. 1964. The hydrography of middle America. *En: (Wauchope, I.R. ed.) Handbook of middle America*. University of Texas Press, Austin. Pp. 84-121.

Vaillant, L. 1894. Sur une collection de poisons recueillie en Base-California et dans de Golfe par M. Leon Diguët. *Bulletin du la Societé Philomanque de París*. Seies 3 (6): 69-75.

Van Devender, T. R., R. S. Thompson y J. L. Betancourt. 1987. Vegetation history of the deserts of southwestern North America; The nature and timing of the Late Wisconsin-Holocene transition. *En: North America and adjacent oceans during the last deglatiation*. Ruddiman, W. F. y H. E. Jr. Wright (Eds.). The Geological Society, Pp. 323-352.

Wiggins, I. L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press, Stanford, California. 1025 pp.



ANEXO I

Fotografías de algunas localidades costeras y de agua dulce a través de las cuencas del Pacífico de la península de Baja California, México.



Poza Larga, cuenca del Río San Ignacio, Mulegé, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 27° 16' 26.1" N; 112° 54' 46.5" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.





Ojo de Agua, cuenca del Río La Purísima, Comondú, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 26° 19' 24.2" N; 111° 59' 09.7" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.



Oasis de San Javier (presa), cuenca del Río San Javier, Loreto, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 25° 52' 07.0" N; 111° 32' 49.0" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.





Oasis San Lucas (Poza Honda) cuenca del Río Bebelamas, Comondú, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 24° 57' 44.6" N; 111° 20' 17.9" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.



Rancho Las Cuedas, cuenca del Río San Luis [Gonzaga], Comondú, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 24° 53' 59.4" N; 111° 14' 58.7" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.





San Pedro de la Presa, cuenca del Río San Pedro, La Paz, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 24° 51' N; 110° 59' W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.

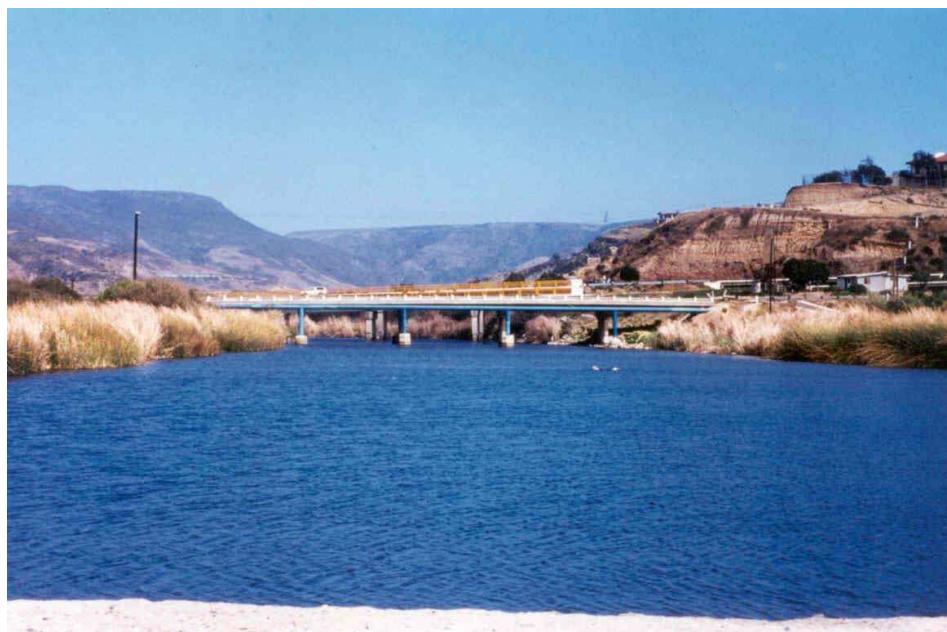


Rancho El Caracol, cuenca del Río Las Pocitas, La Paz, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 24° 32' N; 111° 01' W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.





Bocana del Arroyo Cantamar, Playas de Rosarito, Baja California, México. Coordenadas geográficas 32° 13' 44.2" N; 116° 55' 21.5" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.



Bocana del Arroyo El Descanso, Playas de Rosarito, Baja California, México. Coordenadas geográficas 32° 12' 09.3" N; 116° 54' 47.8" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.





Bocana del Arroyo La Misión, Ensenada, Baja California, México. Coordenadas geográficas 32° 05' 32.0" N; 116° 52' 50.0" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.



Bocana del Arroyo San Miguel, Ensenada, Baja California, México. Coordenadas geográficas 31° 54' 05.8" N; 116° 43' 48.4" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.





Bocana del Arroyo San Simón (Bahía de San Quintín), Ensenada, Baja California, México. Coordenadas geográficas 30° 24' 24.1" N; 115° 54' 24.3" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.

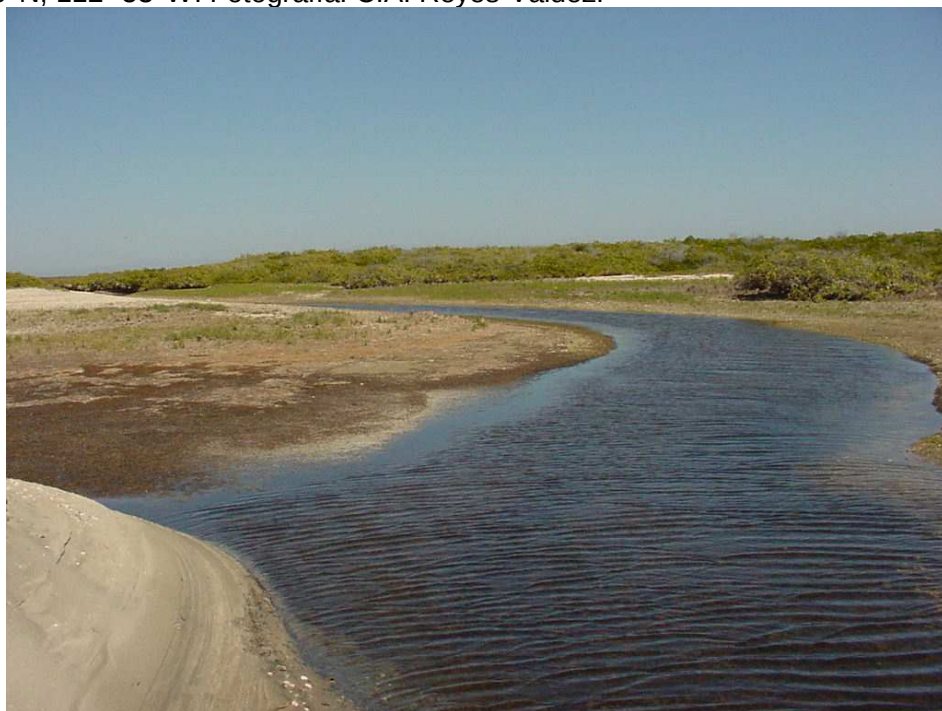


Laguna Guerrero Negro, Mulegé, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 27° 58' 47.8" N; 114° 05' 0.9" W. Fotografía: <http://www.guerreronegro.org/meyibo.html>





Laguna Ojo de Liebre, Mulegé, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 27° 18' N; 112° 53' W. Fotografía: C.A. Reyes-Valdez.



Laguna San Ignacio, Mulegé, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 26° 50' 26.0" N; 113° 11' 05.0" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.





San Carlos (Puerto Chale), Bahía Magdalena, Comundú, Baja California Sur, México. Coordenadas geográficas 24° 46' 42" N; 112° 05' 33" W. Fotografía: G. Ruiz-Campos.



ANEXO II

Material examinado del género *Fundulus* de la península de Baja California, México. El número de ejemplares examinados se encuentran en corchetes.

UABC = Universidad Autónoma de Baja California

UANL= Universidad Autónoma de Nuevo León

CICIMAR= Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas

***Fundulus lima*. Cuenca Río San Ignacio:** oasis San Ignacio entre el ojo de agua y Rancho El Tizón (UABC-1617 [15]), 26-I-2006), Poza Larga (UABC-1312 [8], 15-IV-2002; UABC-1327 [6], 14-IV-2002; UABC-1313 [1], 14-IV-2002), Los Corralitos (UABC-1385 [3], 5-II-2003; UABC-1512 [12], 4-VII-2004) y San Sabas (UABC-1486 [1], 5-II-2003; UABC-1380 [14], 5-II-2003). **Cuenca Río La Purísima:** Ojo de Agua (UABC-1463 [1], 12-II-2004; UABC-1516 [14], 1-VII-2004; UABC-1383 [6], 8-II-2003; UABC-1384 [4], 8-II-2003), Carambuche [= Cuba] (UABC-758 [8], 15-III-1998), y La Purísima frente al Cerro El Pílon (UABC-1515 [12], 2-VII-2004; UABC-1381 [8], 8-II-2003). **Cuenca Río San Javier:** Presa San Javier en San Javier (UANL-2571 [15], 27-IV-1977). **Cuenca Río Bebelamas:** Arroyo Bebelamas en San Lucas [= Poza Honda] (UABC-745 [5], 16-IV-1998). **Cuenca Río San Luis:** Arroyo San Luis en la Misión de San Luis Gonzaga (UABC-740 [5], 16-IV-1998) y Rancho Las Cuedas (UABC-1325 [2], 18-IV-2002; UABC-743 [21], 16-IV-1998). **Cuenca Río San Pedro:** San



Basilio (UABC-779 [1], 15-V-1998), Merecuaco (UABC-789 [1], 16-V-1998), Arroyo San Pedro en San Pedro de La Presa (UABC-1324 [1], 18-IV-2002; UABC-796 [3], 27-VI-1991; CICIMAR-CI 1956 [1], 27-VI-1991; CICIMAR-CI 2023 [1], 24-V-1991), y Pozo del Iritú (UABC-797 [4], 25-VI-1991; CICIMAR-CI 2005 [10], *idem*). **Cuenca Río Las Pocitas:** Arroyo Las Pocitas en El Caracol (UABC-798 [6], 24-V-1991; CICIMAR-CI 2025 [10], *idem*).

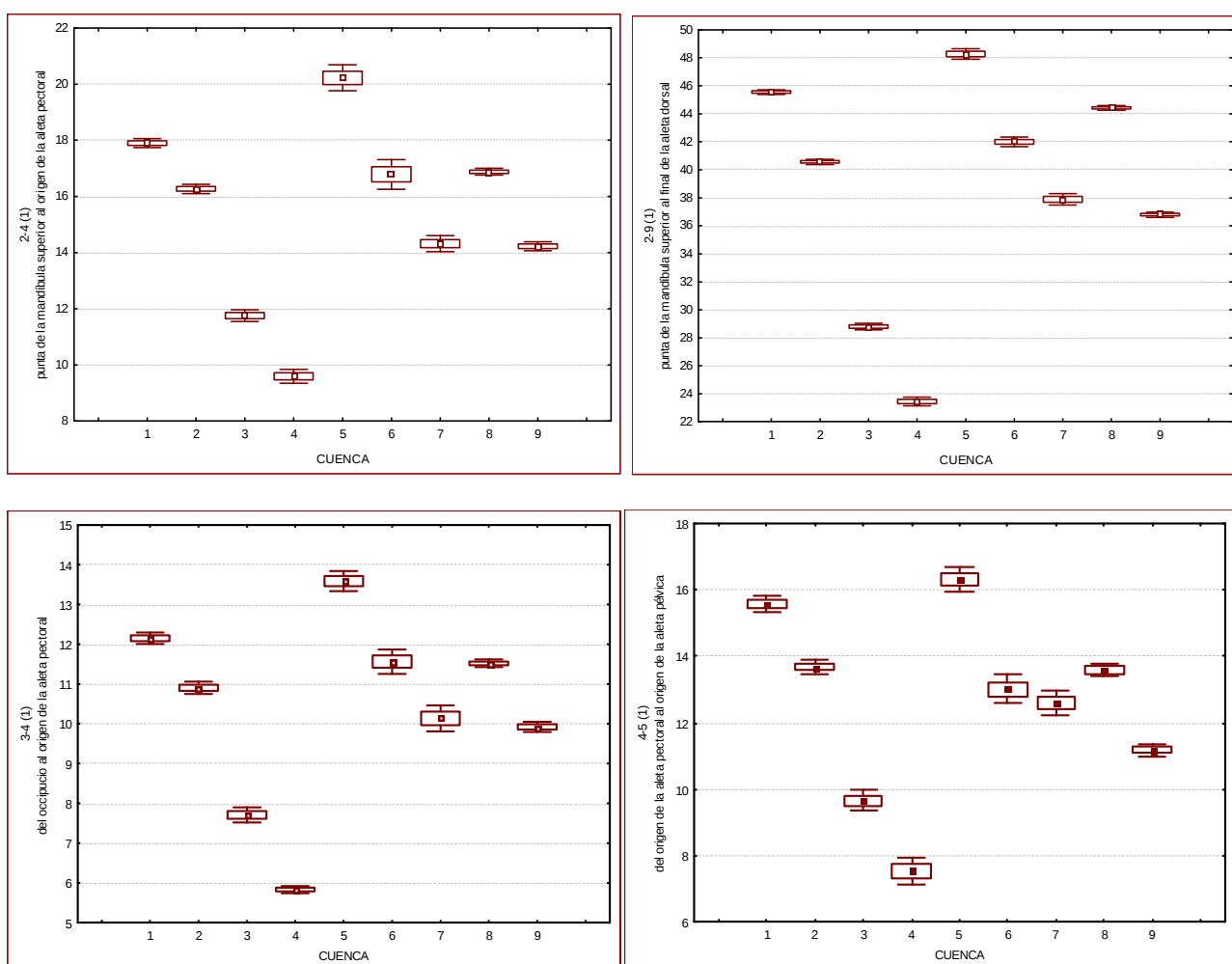
***Fundulus parvipinnis parvipinnis*.** **Boca del Río Cantamar** (UABC-479 [6], 23-XI-1996; UABC-437 [3], 21-VIII-1996; UABC-350 [10], 24-II-1995); **Boca del Río El Descanso** (UABC-478 [10], 22-XI-1996; UABC-141 [10], 24-II-1995); **Boca del Río La Misión** (UABC-978 [10], 1-IX-1995; UABC-432 [10], 21-VIII-1996); **Bahía Todos Santos [Estero de Punta Banda] en Campo Perinsky** (UABC-984 [4], 18-III-2000; UABC-2374 [2], 29-VI-2010; UABC-2389 [1], 02-VII-2010), **Rancho El Refugio** (UABC-985 [3], 19-III-2000), **San Miguel** (UABC-221 [1], 31-V-1996; UABC-213 [1], 30-V-1996); **Boca del Río San Simón en El Papalote** (UABC-316 [10], 27-VI-1996; UABC-587 [10], 8-III-1997); **Laguna Guerrero Negro en Estero El Chaparrito** (UABC-1600 [10], 7-VIII-2005; UABC-2122 [10], 6-VII-2007); y **Laguna Ojo de Liebre at Canal El Rincón del Dátil** (UABC-878 [20], 19-I-1997).

***Fundulus parvipinnis brevis*.** **Laguna San Ignacio en Campo Kuyima** (UABC-1478 [20], 29-III-2004; **La Bocana:** ([10], 14-I-1998); y **Bahía Magdalena en Estero San Carlos** (UABC-961 [7], 15-I-1997; UABC-1612 [23], 6-VIII-2005).



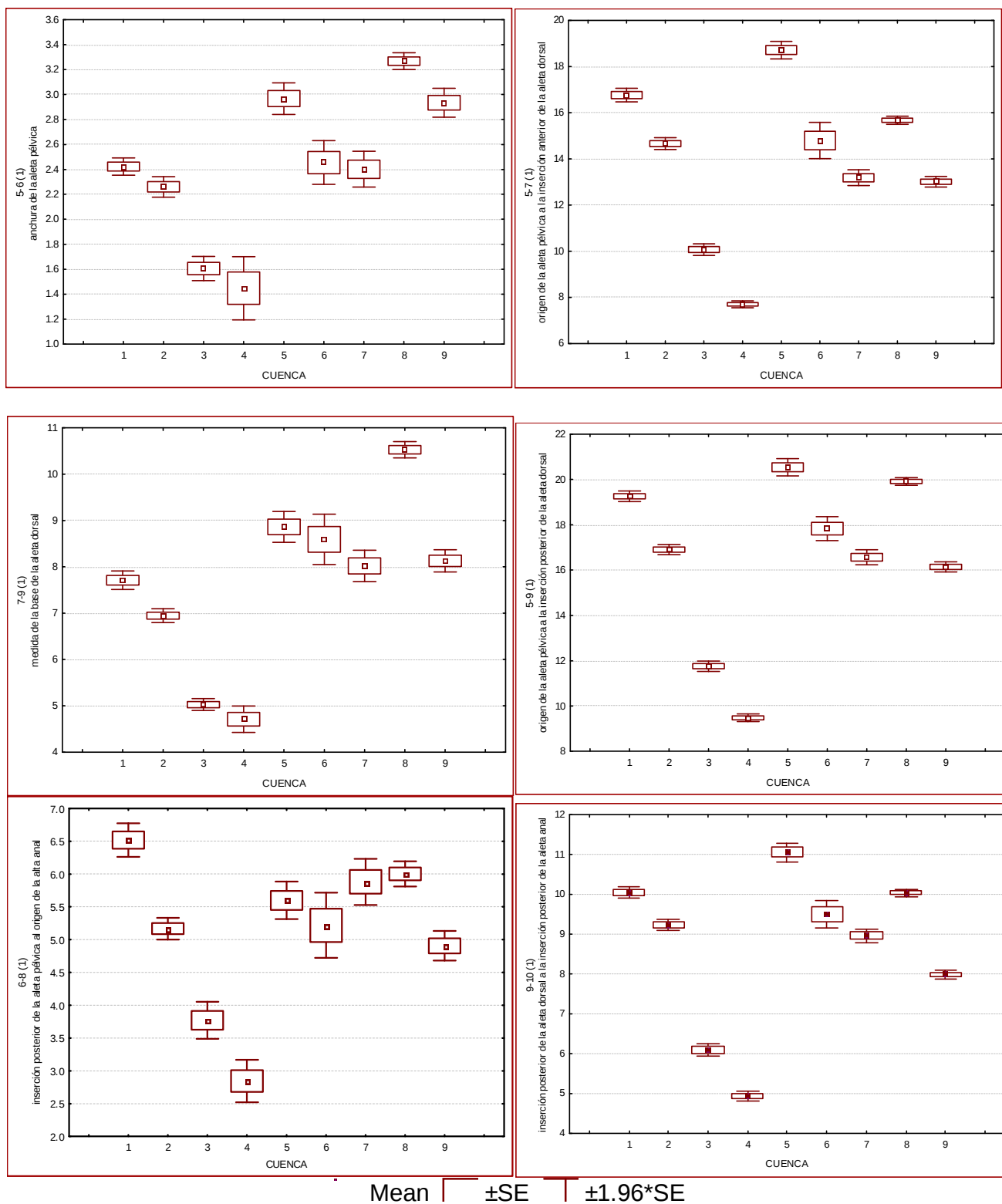
ANEXO III

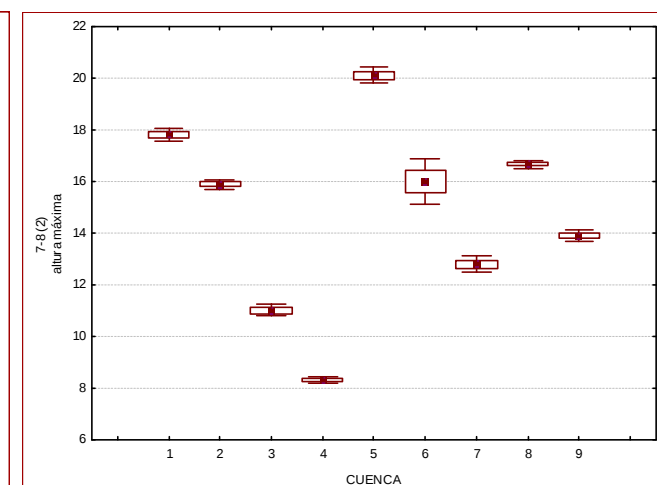
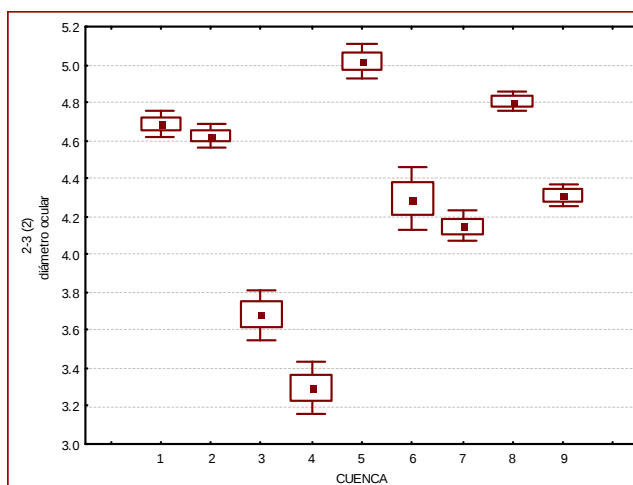
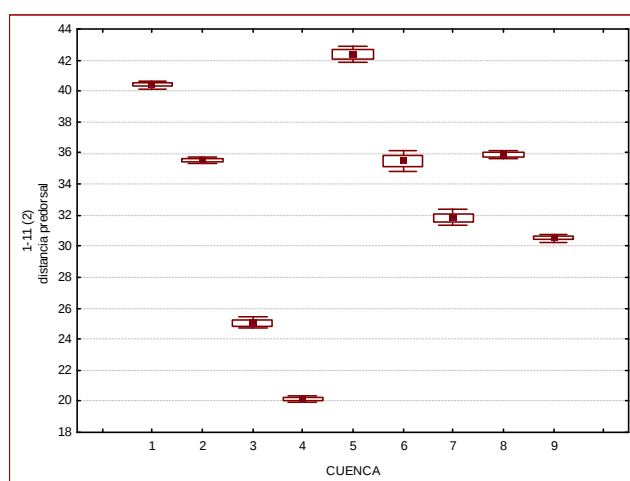
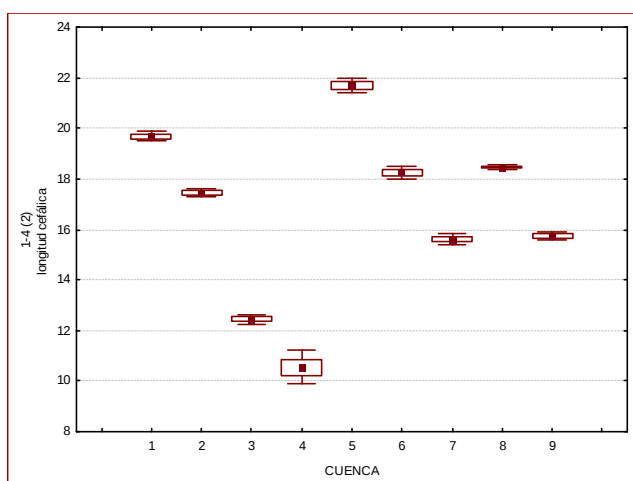
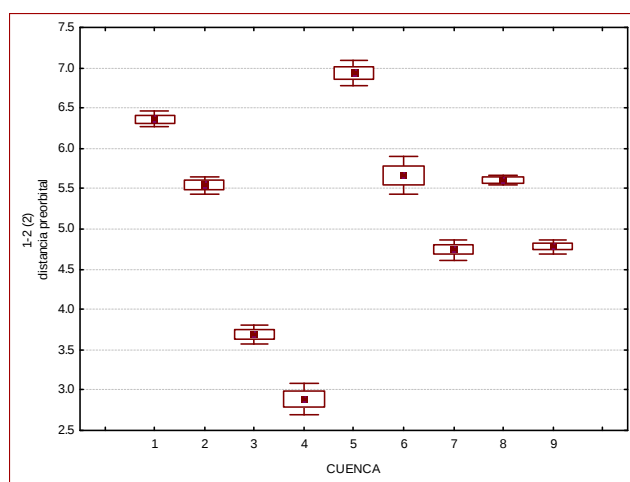
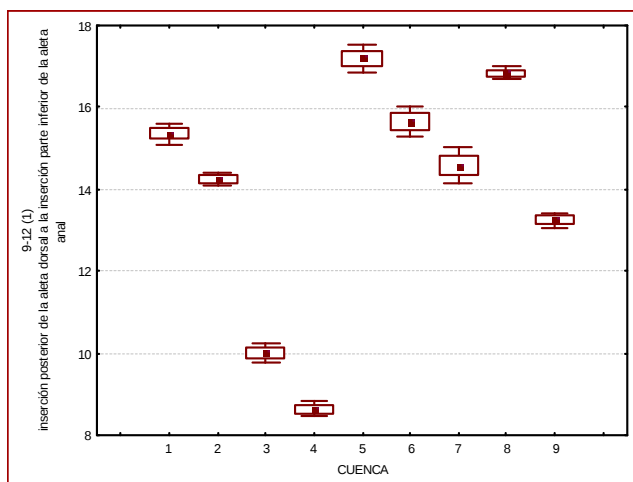
Diagramas de cajas y bigotes de los caracteres morfométricos estadísticamente significativo ($p < 0.01$) para separar a los grupos. El análisis fue aplicado a las poblaciones de *Fundulus lima* con los taxa *F. parvipinnis* *parvipinnis* y *F. p. brevis* como taxa externos.



Mean $\pm$ SE $\pm 1.96^*SE$

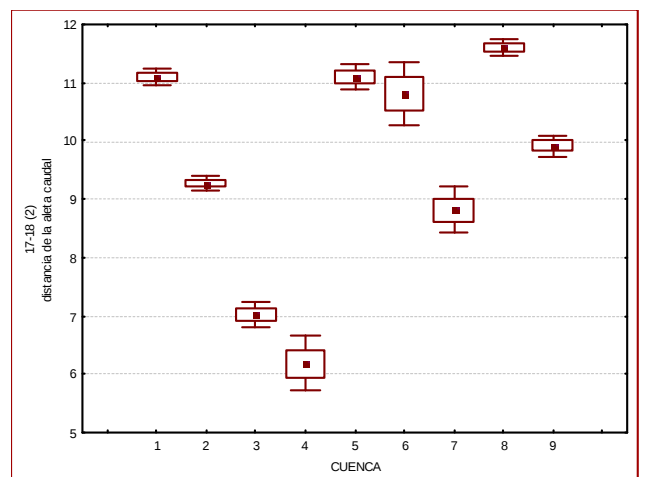
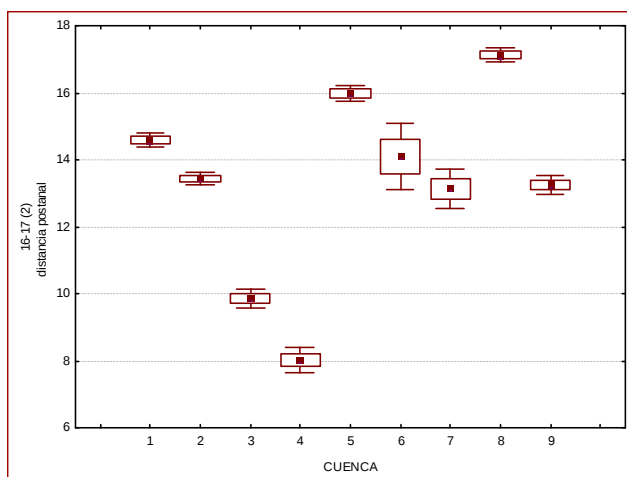
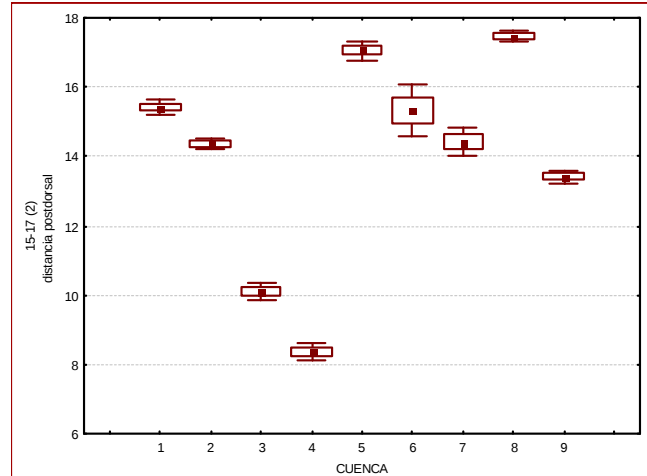
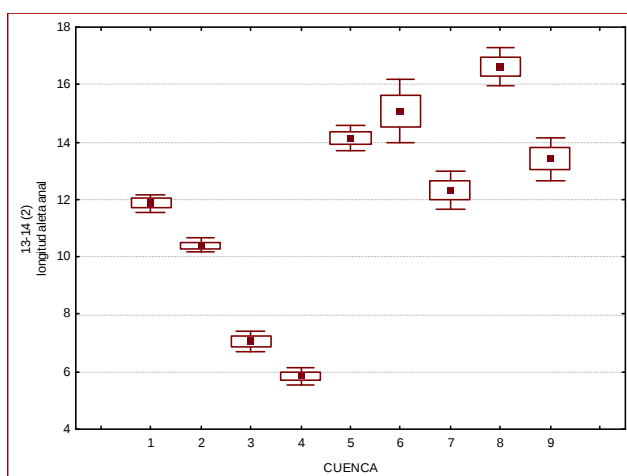
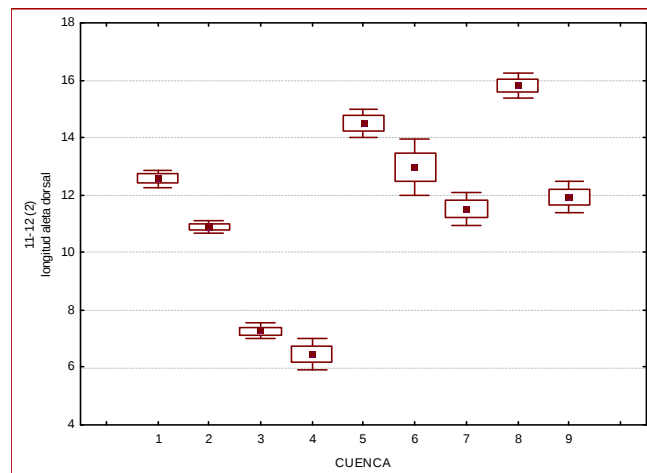
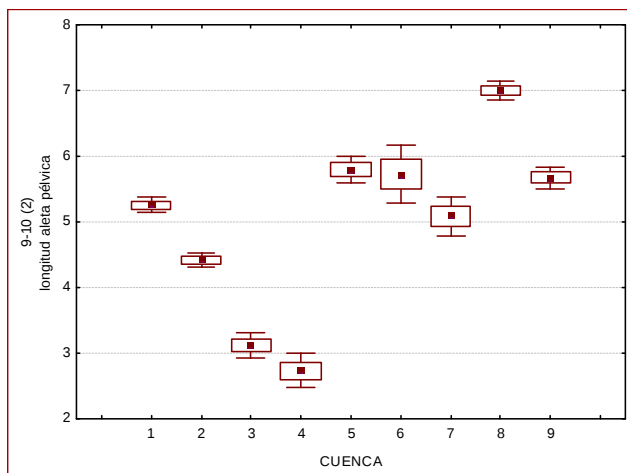






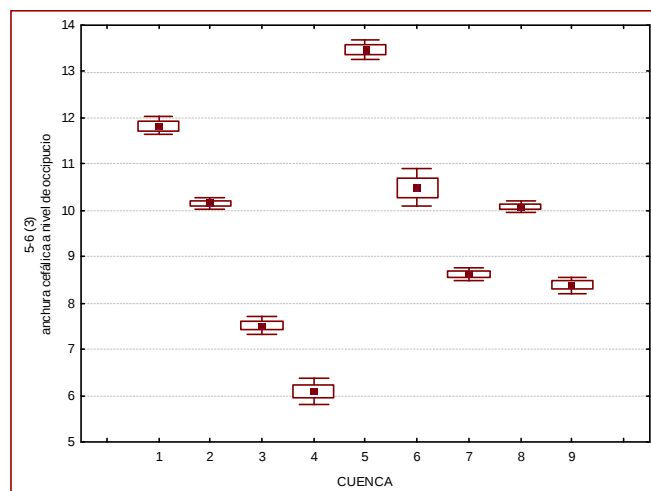
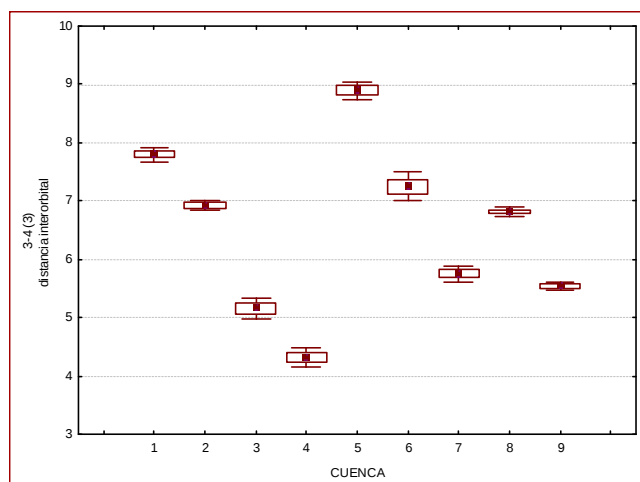
Mean  ±SE  ±1.96*SE





Mean  $\pm$ SE  $\pm 1.96 \cdot$ SE





Mean  $\pm$ SE  $\pm 1.96*SE$



ANEXO IV

Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia delante) de los taxa del género *Fundulus*.

AFD	POR CUENCA Y/O LOCALIDAD												
	<i>Fundulus lima</i>				<i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.				Genero <i>Fundulus</i>				
	Caracter Lineal	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.
M1-2	-	-	-	-	0.000084	1.424	0.183	0.597	0.00000	1.915	0.018	0.664	
M1-3	0.00004	1.618	0.146	0.170	-	-	-	-	-	-	-	-	
M2-3	0.00004	2.462	0.027	0.165	0.000094	3.382	0.001	0.523	0.00000	3.478	0.000	0.464	
M2-4	0.00004	1.809	0.101	0.378	0.000085	1.468	0.165	0.477	0.00000	1.882	0.021	0.453	
M2-7	0.00004	1.795	0.104	0.187	0.000086	1.734	0.086	0.103	0.00000	1.236	0.238	0.145	
M2-9	0.00004	2.159	0.050	0.318	0.000101	4.901	0.000	0.268	0.00000	3.342	0.000	0.327	
M3-4	0.00005	8.526	0.000	0.389	-	-	-	-	0.00000	5.495	0.000	0.456	
M3-5	0.00004	2.740	0.015	0.376	-	-	-	-	0.00000	1.585	0.071	0.405	
M3-7	0.00004	3.569	0.002	0.215	0.000085	1.594	0.122	0.113	0.00000	1.694	0.046	0.183	
M4-5	0.00004	3.686	0.002	0.347	0.000083	1.089	0.374	0.286	0.00000	2.514	0.001	0.336	
M4-7	0.00004	1.644	0.139	0.213	0.000094	3.466	0.001	0.123	0.00000	1.668	0.051	0.181	
M4-9	0.00004	1.796	0.103	0.232	0.000084	1.440	0.176	0.252	0.00000	1.261	0.221	0.258	
M5-6	0.00004	3.033	0.008	0.694	0.000090	2.709	0.006	0.663	0.00000	5.111	0.000	0.762	
M5-7	0.00004	1.673	0.131	0.189	0.000090	2.515	0.010	0.216	0.00000	2.512	0.001	0.232	
M5-9	0.00004	3.630	0.002	0.220	0.000087	1.917	0.054	0.267	0.00000	2.089	0.009	0.282	
M6-8	0.00004	6.308	0.000	0.436	0.000092	3.015	0.002	0.413	0.00000	4.820	0.000	0.472	
M7-8	0.00004	1.406	0.216	0.201	0.000084	1.395	0.195	0.357	0.00000	1.590	0.069	0.316	
M7-9	0.00004	0.973	0.445	0.381	-	-	-	-	0.00000	2.547	0.001	0.374	
M7-10	0.00004	2.631	0.019	0.365	0.000085	1.506	0.151	0.508	0.00000	1.797	0.030	0.461	
M8-9	-	-	-	-	0.000085	1.639	0.109	0.264	0.00000	1.839	0.025	0.255	
M8-10	0.00004	2.056	0.062	0.388	0.000085	1.594	0.122	0.395	0.00000	2.188	0.005	0.453	
M9-10	0.00004	3.189	0.006	0.382	0.000116	8.120	0.000	0.484	0.00000	5.948	0.000	0.507	
M9-11	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00000	1.190	0.274	0.448	
M9-12	0.00004	2.459	0.027	0.428	-	-	-	-	0.00000	2.193	0.005	0.451	
M10-11	0.00004	2.237	0.043	0.446	0.000084	1.431	0.180	0.196	0.00000	1.660	0.053	0.247	
M10-12	-	-	-	-	0.000097	4.058	0.000	0.230	0.00000	1.655	0.054	0.363	
M11-12	-	-	-	-	0.000097	4.102	0.000	0.355	0.00000	3.236	0.000	0.362	
M11-13	0.00004	1.101	0.364	0.609	0.000085	1.645	0.108	0.529	0.00000	1.996	0.013	0.618	
M12-13	0.00004	1.983	0.071	0.582	0.000083	1.222	0.286	0.575	0.00000	1.219	0.251	0.619	
M1-2 (2)	0.00004	2.512	0.024	0.434	0.000087	2.025	0.040	0.590	0.00000	2.751	0.000	0.569	
M1-4 (2)	0.00004	2.588	0.020	0.217	0.000086	1.717	0.090	0.327	0.00000	2.339	0.003	0.263	
M1-11 (2)	0.00004	4.449	0.000	0.158	0.000087	1.940	0.050	0.089	0.00000	2.417	0.002	0.156	
M2-3 (2)	0.00004	6.191	0.000	0.652	-	-	-	-	0.00000	4.174	0.000	0.783	
M3-4 (2)	0.00004	2.563	0.022	0.486	-	-	-	-	0.00000	1.005	0.451	0.565	
M5-6 (2)	0.00004	2.922	0.010	0.568	0.000085	1.664	0.103	0.541	0.00000	2.519	0.001	0.580	
M7-8 (2)	0.00004	4.683	0.000	0.350	0.000085	1.518	0.146	0.292	0.00000	5.226	0.000	0.380	
M9-10 (2)	0.00004	2.641	0.018	0.603	0.000085	1.529	0.143	0.355	0.00000	2.545	0.001	0.489	
M11-12 (2)	0.00004	5.138	0.000	0.172	0.000093	3.140	0.002	0.102	0.00000	5.252	0.000	0.099	
M13-14 (2)	0.00005	8.342	0.000	0.266	-	-	-	-	0.00000	4.500	0.000	0.152	
M15-17 (2)	0.00004	3.087	0.007	0.400	0.000103	5.431	0.000	0.548	0.00000	4.278	0.000	0.372	
M16-17 (2)	-	-	-	-	0.000082	0.963	0.473	0.247	0.00000	1.763	0.035	0.313	
M17-18 (2)	0.00004	5.466	0.000	0.737	0.000089	2.499	0.011	0.511	0.00000	6.409	0.000	0.620	
M1-2 (3)	0.00004	2.037	0.064	0.470	0.000085	1.633	0.111	0.611	0.00000	1.566	0.076	0.554	
M3-4 (3)	0.00004	3.092	0.007	0.484	0.000114	7.573	0.000	0.587	0.00000	6.346	0.000	0.614	
M5-6 (3)	0.00004	3.959	0.001	0.380	0.000107	6.266	0.000	0.413	0.00000	5.388	0.000	0.472	
Total de agrupamiento	0.00003	F (234,911) = 18.123	< 0.0000	-	0.00008	F (324,1308) = 7.8773	< 0.0000	-	0.00000	F (704,5030) = 9.7769	< 0.0000	-	



AFD	TAXA				<i>F. lima</i> (Cuencas) + Gpos externos			
	Genero <i>Fundulus</i>				<i>F. lima</i> + <i>F. parvipinnis</i> sspp.			
Caracter Lineal	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.	Lambda de Wilk	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.0499	2.749	0.065	0.252	0.000038	2.049	0.040	0.646
M1-3	0.0500	3.391	0.035	0.147	0.000038	1.332	0.226	0.235
M2-3	-	-	-	-	0.000038	1.788	0.078	0.258
M2-4	0.0495	1.395	0.249	0.072	0.000039	3.025	0.003	0.397
M2-7	0.0503	4.126	0.017	0.014	0.000038	1.785	0.079	0.140
M2-9	0.0504	4.692	0.010	0.014	0.000042	5.734	0.000	0.313
M3-4	0.0511	7.021	0.001	0.094	0.000046	10.279	0.000	0.425
M3-5	-	-	-	-	0.000038	1.509	0.153	0.393
M3-7	-	-	-	-	0.000038	2.137	0.032	0.178
M4-5	0.0505	5.098	0.007	0.143	0.000040	3.983	0.000	0.329
M4-7	-	-	-	-	0.000038	2.160	0.030	0.163
M4-9	0.0496	1.974	0.140	0.033	0.000038	1.858	0.066	0.219
M5-6	0.0542	18.346	0.000	0.502	0.000043	6.805	0.000	0.701
M5-7	0.0508	6.171	0.002	0.052	0.000040	3.343	0.001	0.204
M5-9	0.0496	1.881	0.154	0.054	0.000039	2.861	0.004	0.250
M6-8	0.0507	5.606	0.004	0.357	0.000042	6.620	0.000	0.452
M7-8	0.0506	5.530	0.004	0.069	0.000039	2.242	0.024	0.302
M7-9	0.0517	9.468	0.000	0.217	0.000040	3.677	0.000	0.348
M7-10	0.0494	1.107	0.332	0.118	0.000038	1.651	0.109	0.447
M8-9	0.0507	5.722	0.004	0.089	0.000038	1.645	0.111	0.237
M8-10	-	-	-	-	0.000038	2.120	0.033	0.434
M9-10	0.0534	15.334	0.000	0.116	0.000041	4.930	0.000	0.479
M9-11	0.0503	4.467	0.012	0.213	0.000038	1.347	0.219	0.428
M9-12	0.0508	5.990	0.003	0.126	0.000040	3.859	0.000	0.441
M10-11	-	-	-	-	0.000038	1.326	0.229	0.243
M10-12	0.0504	4.710	0.010	0.293	0.000038	1.370	0.209	0.374
M11-12	0.0508	6.104	0.002	0.096	0.000039	2.327	0.019	0.387
M11-13	-	-	-	-	0.000038	2.085	0.037	0.618
M12-13	-	-	-	-	-	-	-	-
M1-2 (2)	0.0498	2.351	0.097	0.139	0.000039	3.301	0.001	0.557
M1-4 (2)	0.0497	2.040	0.132	0.034	0.000039	3.109	0.002	0.240
M1-11 (2)	0.0495	1.305	0.273	0.014	0.000039	2.883	0.004	0.143
M2-3 (2)	0.0514	8.169	0.000	0.419	0.000043	6.906	0.000	0.756
M3-4 (2)	-	-	-	-	0.000038	1.273	0.257	0.533
M5-6 (2)	0.0495	1.274	0.281	0.251	0.000038	2.027	0.043	0.576
M7-8 (2)	0.0496	1.687	0.187	0.083	0.000044	8.919	0.000	0.368
M9-10 (2)	0.0499	2.842	0.060	0.278	0.000039	3.236	0.001	0.444
M11-12 (2)	0.0517	9.230	0.000	0.073	0.000043	7.590	0.000	0.095
M13-14 (2)	0.0509	6.361	0.002	0.123	0.000040	3.891	0.000	0.145
M15-17 (2)	0.0525	12.025	0.000	0.108	0.000043	7.717	0.000	0.368
M16-17 (2)	0.0504	4.613	0.011	0.153	0.000039	3.201	0.002	0.297
M17-18 (2)	0.0514	8.126	0.000	0.243	0.000046	10.762	0.000	0.588
M1-2 (3)	0.0498	2.340	0.098	0.192	0.000038	2.183	0.028	0.524
M3-4 (3)	0.0530	14.126	0.000	0.126	0.000042	6.378	0.000	0.592
M5-6 (3)	0.0501	3.536	0.030	0.096	0.000040	3.907	0.000	0.440
Total de agrupamiento	0.04910	F (72,702) = 34.252	< 0.0000	-	0.00004	F (352,2673) = 20.173	< 0.0000	-



ANEXO V

Tablas con los resultados de la estadística básica (promedio, moda, desviación estándar y error estándar), el coeficiente de variación y las tablas de frecuencia por localidad, así como los diagramas de cajas y bigotes de los ejemplares de *F. lima* por cuenca y los taxa *F. parvipinnis parvipinnis* y *F. parvipinnis brevis*.

Estadística Básica

	LOCALIDAD	RAD (D)	RAA (A)	RAC ©	RAPC (P ₁)	RAPL (P ₂)	ELL	EAC	EAP	Predorsales	PSCL
PROMEDIO	SAN IGNACIO	11.0500	11.0500	31.6333	16.6000	6.0667	33.5667	31.0833	18.7000	27.1667	29.4000
	LA PURISIMA	10.9500	11.0167	31.8333	16.4833	6.0000	33.6000	30.4500	19.7167	27.1667	28.4667
	SAN JAVIER	12.0667	11.9333	31.9333	16.8667	5.8667	34.6000	30.2667	20.6667	27.6000	28.6667
	BEBELAMAS	11.6000	11.4000	33.2000	16.0000	6.0000	34.6000	28.6000	19.2000	21.4000	27.8000
	SAN LUIS GONZAGA	11.7586	11.8276	32.7586	17.9655	6.3793	34.0690	32.6897	20.9655	26.1379	26.9655
	SAN PEDRO	12.7500	11.3333	30.8333	17.7500	5.7500	32.5000	27.5833	18.4167	17.9167	21.8333
	LAS POCITAS	12.6875	11.4375	34.1250	17.6875	6.1250	31.6250	25.2500	19.1250	16.5000	22.4375
	CANTAMAR	12.8500	11.1500	32.5500	18.0000	6.0500	33.7000	28.6000	19.3000	15.7500	22.0000
	EL DESCANSO	12.8000	11.3500	33.3000	17.7500	6.0000	33.7500	27.6000	18.9000	16.3000	22.0000
	LA MISION	13.0000	11.5500	34.9000	18.0000	6.0000	33.7500	28.3500	18.7500	16.7000	22.0000
	E. PUNTA BANDA	12.4167	11.5000	34.3333	17.9167	6.0000	33.5000	27.2500	18.5833	15.9167	22.0000
	SAN SIMON	13.1500	11.4000	35.9500	18.1500	6.0000	33.9000	29.5500	18.7000	16.8500	22.0500
	L. GUERRERO NEGRO	12.8500	11.4500	36.2500	17.9500	6.0500	32.4000	28.0500	17.6500	16.0000	22.0500
	L. OJO DE LIEBRE	12.0500	10.9500	37.1000	17.5500	6.0000	32.2000	26.2500	18.3000	15.5500	22.0000
	LA BOCANA	12.5000	11.4000	31.0000	16.2000	6.0000	32.1000	27.7000	18.4000	15.7000	22.3000
	L. SAN IGNACIO	12.9000	11.0000	35.4000	17.8000	6.0000	32.2000	27.5500	17.9000	16.3500	22.6500
	PTO. SAN CARLOS	12.5333	11.1667	35.5000	18.1333	6.0000	32.3667	29.8333	18.6333	17.2667	22.1667

	LOCALIDAD	RAD (D)	RAA (A)	RAC ©	RAPC (P ₁)	RAPL (P ₂)	ELL	EAC	EAP	Predorsales	PSCL
MODA	SAN IGNACIO	11	11	33	17	6	34	30	18	25	30
	LA PURISIMA	11	11	32	17	6	34	31	20	28	28
	SAN JAVIER	12	12	34	16	6	35	Multiple	21	Multiple	28
	BEBELAMAS	12	11	32	16	6	35	27	Multiple	22	28
	SAN LUIS GONZAGA	12	12	32	18	6	34	34	20	26	28
	SAN PEDRO	13	11	30	18	Multiple	Multiple	Multiple	17	Multiple	22
	LAS POCITAS	13	12	32	18	6	32	25	Multiple	16	22
	CANTAMAR	13	11	33	18	6	34	29	20	16	22
	EL DESCANSO	13	11	Multiple	18	6	34	29	18	17	22
	LA MISION	13	12	38	Multiple	6	34	Multiple	19	17	22
	E. PUNTA BANDA	12	11	35	18	6	Multiple	27	18	16	22
	SAN SIMON	13	11	35	18	6	34	30	19	17	22
	L. GUERRERO NEGRO	13	11	37	18	6	32	29	18	16	22
	L. OJO DE LIEBRE	12	11	35	18	6	32	26	18	15	22
	LA BOCANA	Multiple	11	32	16	6	32	27	19	16	22
	L. SAN IGNACIO	13	11	36	18	6	Multiple	28	18	16	22
	PTO. SAN CARLOS	12	11	36	18	6	33	Multiple	19	18	22



	LOCALIDAD	RAD (D)	RAA (A)	RAC ©	RAPC (P ₁)	RAPL (P ₂)	ELL	EAC	EAP	Predorsales	PSCL
DS	SAN IGNACIO	0.5945	0.5945	1.7656	0.8477	0.3620	1.1552	2.1885	1.3058	2.1086	1.3429
	LA PURISIMA	0.4288	0.5039	1.6587	0.7009	0.4117	1.0284	1.9171	1.4033	1.7190	1.4198
	SAN JAVIER	0.2582	0.2582	1.8310	0.9155	0.3519	0.9103	1.6676	0.9759	2.3238	1.2344
	BEBELAMAS	0.5477	0.5477	1.3038	0.0000	0.0000	0.5477	1.8166	0.8367	0.8944	0.4472
	SAN LUIS GONZAGA	0.6356	0.6017	2.2145	0.9056	0.6219	0.8422	1.6925	0.9056	1.2740	1.6363
	SAN PEDRO	0.4523	0.4924	2.1672	1.1382	0.7538	0.7977	1.5643	1.4434	1.5643	0.5774
	LAS POCITAS	0.6021	0.6292	2.3058	0.7042	0.5000	0.6191	0.6831	1.0247	0.6325	0.8139
	CANTAMAR	0.4894	0.4894	1.3945	0.6489	0.2236	0.6569	1.1425	0.8013	0.4443	0.0000
	EL DESCANSO	0.5231	0.4894	1.9762	0.7864	0.0000	0.6387	1.4654	1.2937	0.8645	0.3244
	LA MISION	0.7255	0.6863	2.6338	0.8584	0.0000	0.5501	1.4609	1.1180	1.0311	0.5620
	E. PUNTA BANDA	0.5149	0.6742	2.3868	0.5149	0.0000	1.0000	1.7123	0.9003	0.6686	0.0000
	SAN SIMON	0.3663	0.5026	1.6694	0.8751	0.0000	0.7881	0.9987	0.8013	0.8751	0.2236
	L. GUERRERO NEGRO	0.3663	0.5104	1.9160	0.5104	0.2236	0.8826	1.0990	0.6708	0.7255	0.2236
	L. OJO DE LIEBRE	0.6048	0.3940	2.1981	0.6048	0.0000	0.8335	1.5853	0.8013	0.9987	0.0000
	LA BOCANA	0.5270	0.5164	1.1547	0.4216	0.0000	0.8756	0.8233	0.6992	0.4830	0.6749
	L. SAN IGNACIO	0.6407	0.0000	2.0622	0.6156	0.0000	0.8944	1.0990	1.2096	0.7452	0.9333
	PTO. SAN CARLOS	0.5713	0.3790	1.7171	0.5713	0.0000	0.9643	1.6626	0.8503	1.0807	0.5307
ES	SAN IGNACIO	0.0767	0.0767	0.2279	0.1094	0.0467	0.1491	0.2825	0.1686	0.2722	0.1734
	LA PURISIMA	0.0554	0.0651	0.2141	0.0905	0.0531	0.1328	0.2475	0.1812	0.2219	0.1833
	SAN JAVIER	0.0667	0.0667	0.4727	0.2364	0.0909	0.2350	0.4306	0.2520	0.6000	0.3187
	BEBELAMAS	0.2449	0.2449	0.5831	0.0000	0.0000	0.2449	0.8124	0.3742	0.4000	0.2000
	SAN LUIS GONZAGA	0.1180	0.1117	0.4112	0.1682	0.1155	0.1564	0.3143	0.1682	0.2366	0.3038
	SAN PEDRO	0.1306	0.1421	0.6256	0.3286	0.2176	0.2303	0.4516	0.4167	0.4516	0.1667
	LAS POCITAS	0.1505	0.1573	0.5764	0.1760	0.1250	0.1548	0.1708	0.2562	0.1581	0.2035
	CANTAMAR	0.1094	0.1094	0.3118	0.1451	0.0500	0.1469	0.2555	0.1792	0.0993	0.0000
	EL DESCANSO	0.1170	0.1094	0.4419	0.1758	0.0000	0.1428	0.3277	0.2893	0.1933	0.0725
	LA MISION	0.1622	0.1535	0.5889	0.1919	0.0000	0.1230	0.3267	0.2500	0.2306	0.1257
	E. PUNTA BANDA	0.1486	0.1946	0.6890	0.1486	0.0000	0.2887	0.4943	0.2599	0.1930	0.0000
	SAN SIMON	0.0819	0.1124	0.3733	0.1957	0.0000	0.1762	0.2233	0.1792	0.1957	0.0500
	L. GUERRERO NEGRO	0.0819	0.1141	0.4284	0.1141	0.0500	0.1974	0.2458	0.1500	0.1622	0.0500
	L. OJO DE LIEBRE	0.1352	0.0881	0.4915	0.1352	0.0000	0.1864	0.3545	0.1792	0.2233	0.0000
	LA BOCANA	0.1667	0.1633	0.3651	0.1333	0.0000	0.2769	0.2603	0.2211	0.1528	0.2134
	L. SAN IGNACIO	0.1433	0.0000	0.4611	0.1376	0.0000	0.2000	0.2458	0.2705	0.1666	0.2087
	PTO. SAN CARLOS	0.1043	0.0692	0.3135	0.1043	0.0000	0.1761	0.3036	0.1552	0.1973	0.0969



	LOCALIDAD	RAD (D)	RAA (A)	RAC ©	RAPC (P ₁)	RAPL (P ₂)	ELL	EAC	EAP	Predorsales	PSCL
MIN / MAX	SAN IGNACIO	9	10	27	15	5	31	26	16	23	26
		12	13	36	19	7	36	36	22	32	32
	LA PURISIMA	10	9	28	14	5	30	25	15	23	26
		12	12	35	18	7	35	35	23	32	32
	SAN JAVIER	12	11	29	16	5	33	27	19	24	26
		13	12	34	18	6	36	33	22	31	30
	BEBELAMAS	11	11	32	16	6	34	27	18	20	27
		12	12	35	16	6	35	31	20	22	28
	SAN LUIS GONZAGA	11	11	27	16	5	31	29	20	24	24
		13	13	37	20	7	35	35	23	29	30
	SAN PEDRO	12	11	27	16	5	31	25	17	15	20
		13	12	35	19	7	34	30	21	20	22
	LAS POCITAS	11	10	32	16	5	30	24	18	16	22
		13	12	38	18	7	32	26	21	18	24
	CANTAMAR	12	10	30	17	6	32	27	18	15	22
		14	12	36	19	7	35	31	20	16	22
	EL DESCANSO	12	11	31	16	6	33	25	16	15	21
		14	12	39	19	6	35	30	21	18	23
	LA MISION	11	10	31	17	6	33	26	17	15	20
		14	13	38	19	6	35	31	21	18	23
	E. PUNTA BANDA	12	11	29	17	6	32	25	17	15	22
		13	13	39	19	6	35	30	20	17	22
	SAN SIMON	13	11	33	17	6	32	27	17	15	22
		14	12	40	20	6	35	31	20	19	23
	L. GUERRERO NEGRO	12	11	32	17	6	31	26	16	15	22
		13	12	39	19	7	34	30	19	17	23
	L. OJO DE LIEBRE	11	10	34	16	6	31	24	17	14	22
		13	12	40	18	6	34	30	20	18	22
	LA BOCANA	12	11	29	16	6	31	27	17	15	22
		13	12	32	17	6	34	29	19	16	24
	L. SAN IGNACIO	12	11	29	16	6	31	26	16	15	22
		14	11	39	19	6	34	30	20	18	24
	PTO. SAN CARLOS	12	11	33	17	6	30	27	17	16	22
		14	12	38	19	6	34	33	20	20	24



Tablas de Frecuencia.

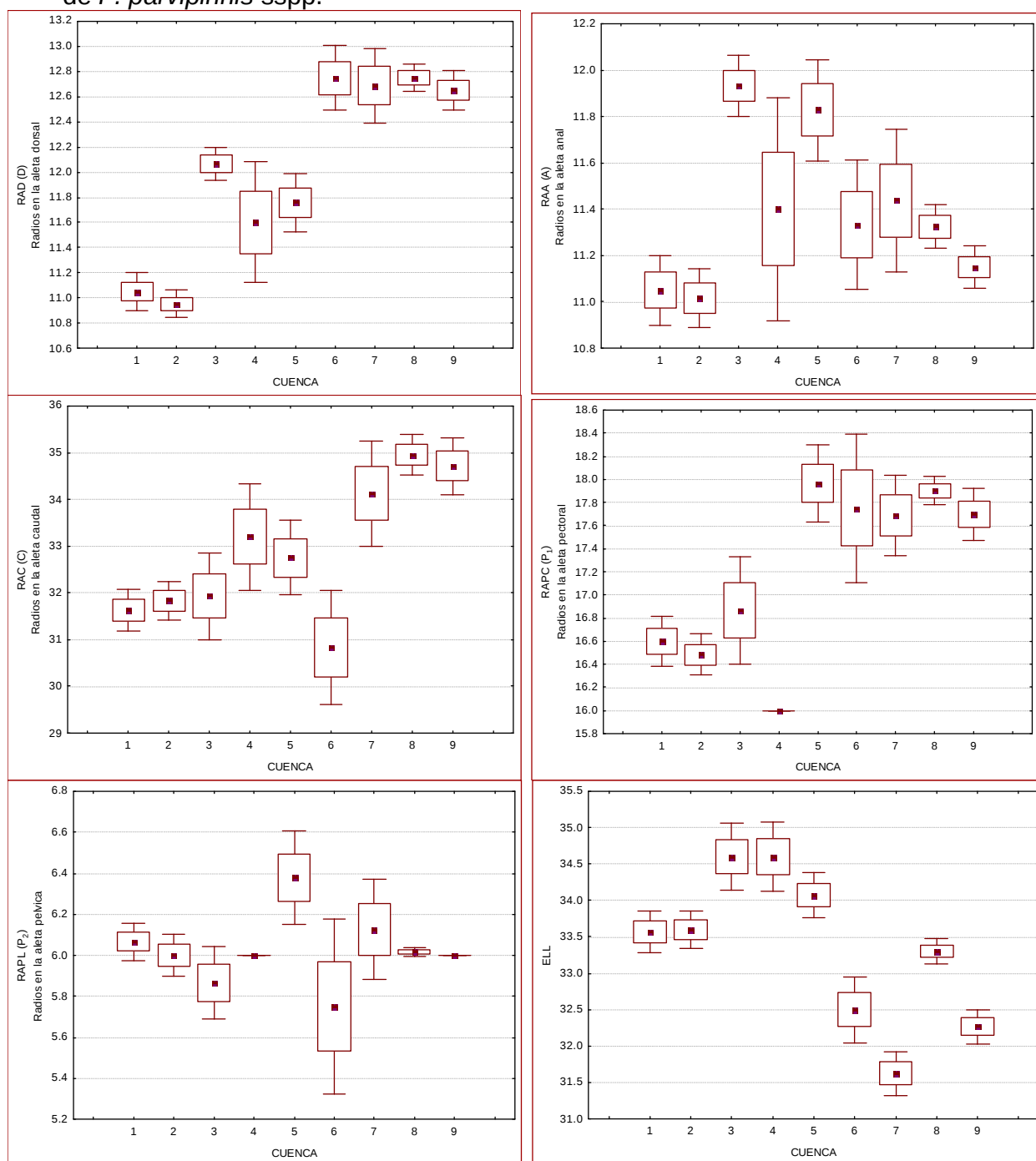
Caracter	CATEGORIA	SAN IGNACIO		LA PURISIMA		SAN JAVIER		BEBELAMAS		SAN LUIS GONZAGA		SAN PEDRO		LAS POCITAS		CANTAMAR		EL DESCANSO		LA MISION		P. BANDA		SAN SIMON		L. GUERRERO NEGRO		L. OJO DE LIEBRE		LA BOCANA		L. SAN IGNACIO		PTO. SAN CARLOS			
RAD	9	1	1.66																																		
	10	6	10.00	7	11.66																																
	11	42	70.00	49	81.66			2	40	10	34.48			1	6.25					1	5.00						3	15.00									
	12	11	18.33	4	6.66	14	93.33	3	60	16	55.17	3	25	3	18.75	4	20.00	5	25.00	2	10.00	7	58.33			3	15.00	13	65.00	5	50.00	5	25.00	15	50.00		
	13					1	6.66			3	10.34	9	75	12	75.00	15	75.00	14	70.00	13	65.00	5	41.67	17	85.00	17	85.00	4	20.00	5	50.00	12	60.00	14	46.67		
	14									3	10.34	9	75	12	75.00	15	75.00	14	70.00	13	65.00	5	41.67	17	85.00	17	85.00	4	20.00	5	50.00	12	60.00	14	46.67		
RAA	9			1	1.66																																
	10	7	11.66	4	6.66									1	6.25	1	5.00			1	5.00							2	10.00								
	11	45	75.00	48	80	1	6.66	3	60	8	27.58	8	66.66	7	43.75	15	75.00	13	65.00	8	40.00	7	58.33	12	60.00	11	55.00	17	85.00	6	60.00	20	100	25	83.33		
	12	6	10.00	7	11.66	14	93.33	2	40	18	62.06	4	33.33	8	50.00	4	20.00	7	35.00	10	50.00	4	33.33	8	40.00	9	45.00	1	5.00	4	40.00			5	16.67		
	13	2	3.33							3	10.34									1	5.00	1	8.33														
RAC	26 <X<=28	2	3.33	2	3.33					1	3.45	2	16.66																								
	28<X<=30	14	23.33	11	18.33	5	33.33			2	6.90	4	33.33			1	5.00					1	8.33							4	40.00	1	5.00				
	30<X<=32	24	40.00	25	41.66	4	26.66	2	40	13	44.83	4	33.33	5	31.25	8	40.00	8	40.00	5	25.00	1	8.33			1	5.00			6	60.00						
	32<X<=34	17	28.33	20	33.33	6	40	2	40	7	24.14	1	8.33	6	37.50	10	35.00	7	35.00	4	20.00	3	25.00	3	15.00	4	20.00	2	10.00			4	20.00	11	36.66		
	34<X<=36	3	5.00	2	3.33			1	20	5	17.24	1	8.33	2	12.50	1	5.00	4	20.00	4	20.00	6	50.00	11	55.00	3	15.00	6	30.00			11	55.00	11	36.66		
	36<X<=38									1	3.45			3	18.75					7	35.00			5	25.00	10	50.00	5	25.00			3	15.00	8	26.66		
	38<X<=40																1	5.00			1	8.33	1	5.00	2	10.00	7	35.00			1	5.00					
RAPC (P ₁)	13<X<=15	5	8.33	4	6.66																																
	15<X<=17	48	80.00	55	91.66	10	66.66	5	100	3	10.34	3	25.00	3	18.8	4	20.00	7	35.00	7	35.00	2	16.67	4	20.00	3	15.00	8	40.00	10	100	4	20.00	3	10.00		
	17<X<=19	7	11.67	1	1.66	5	33.33			22	75.86	9	75.00	13	81.3	16	80.00	13	65.00	13	65.00	10	83.33	14	70.00	17	85.00	12	60.00			16	80.00	27	90.00		
	19<X<=21									4	13.79													2	10.00												
RAPC (P ₂)	5	2	3.33	5	8.33	2	13.33			2	6.89	5	41.66	1	6.25																						
	6	52	86.66	50	83.33	13	86.66	5	100	14	48.27	5	41.66	12	75.00	19	95.00	6	100	20	100	12	100	12	100	19	95.00	20	100	10	100	20	100	30	100		
	7	6	10.00	5	8.33					13	44.82	2	16.66	3	18.75	1	5.00									1	5.00										
ELL	28<X<=30			1	1.66									1	6.25																			2	6.67		
	30<X<=32	10	16.66	5	8.33					1	3.44	6	50.00	15	93.75	1	5.00					2	16.67	2	10.00	11	55.00	13	65.00	8	80.00	12	60.00	11	36.66		
	32<X<=34	40	66.66	45	74.99	6	39.99	2	40	20	68.96	6	50.00			18	90.00	18	90.00	19	95.00	8	66.66	15	75.00	9	45.00	7	35.00	2	20.00	8	40.00	17	56.66		
	34<X<=36	10	16.66	9	15.00	9	59.99	3	60	8	27.58					1	5.00	2	10.00	1	5.00	2	16.67	3	15.00												



Caracter	CATEGORIA	SAN IGNACIO	LA PURISIMA	SAN JAVIER	BEBELAMAS	SAN LUIS GONZAGA	SAN PEDRO	LAS POCITAS	CANTAMAR	EL DESCANSO	LA MISION	P. BANDA	SAN SIMON	L. GUERRERO NEGRO	L. OJO DE LIEBRE	LA BOCANA	L. SAN IGNACIO	PTO. SAN CARLOS
EAC	22<x<=24							2 12.50							3 15.00			
	24<x<=26	1 1.67	2 3.33				3 25.00	14 87.50		5 25.00	2 10.00	3 25.00		2 10.00	9 45.00		4 20.00	
	26<x<=28	6 10.00	8 13.33	2 13.33	3 60		6 50.00		9 45.00	8 40.00	9 45.00	7 58.33	2 10.00	10 50.00	6 30.00	8 80.00	13 65.00	6 20.00
	28<x<=30	21 35.00	18 30.00	6 40.00		4 13.79	3 25.00		10 50.00	7 35.00	7 35.00	2 16.67	15 75.00	8 40.00	2 10.00	2 20.00	3 15.00	14 46.66
	30<x<=32	12 20.00	25 41.67	6 40.00	2 40	7 24.13			1 5.00		2 10.00		3 15.00					8 26.66
	32<x<=34	17 28.33	6 10.00	1 6.66		15 51.72												2 6.67
EAP	34<x<=36	3 5.00	1 1.67			3 10.34												
	14<x<=17	10 16.67	4 6.67				5 41.66			2 10.00	3 15.00	1 8.33	1 5.00	7 35.00	2 10.00	1 10.00	7 35.00	3 10.00
	17<x<=20	46 76.67	41 68.33	6 39.99	5 100	11 37.93	6 50.00	15 93.75	20 100	15 80.00	16 80.00	11 91.66	19 95.00	13 65.00	18 90.00	9 90.00	13 65.00	27 90.00
E. PREDORSALES	20<x<=23	4 6.67	15 25.00	9 60.00		18 62.06	1 8.33	1 6.25		2 10.00	1 5.00							
	12<x<=14														2 10.00			
	14<x<=16						2 16.66	9 56.25	20 100	11 55.00	8 40.00	10 83.33	6 30.00	15 75.00	15 75.00	10 100	12 60.00	9 30.00
	16<x<=18						5 41.66	7 43.75		9 45.00	12 60.00	2 16.67	13 65.00	5 25.00	3 15.00		8 40.00	18 60.00
	18<x<=20						5 41.66						1 5.00					3 10.00
	20<x<=22				5 100													
	22<x<=24	3 5.00	2 3.33	2 13.33		3 10.34												
	24<x<=26	23 38.33	20 33.33	3 20.00		16 55.17												
	26<x<=28	19 31.67	29 48.33	6 40.00		8 27.58												
	28<x<=30	10 16.67	5 8.33	1 6.66		2 6.89												
	30<x<=32	5 8.33	4 6.67	3 20.00														
PSCL	18<x<=20						1 8.33				1 5.00							
	20<x<=22						11 91.66	12 75.00	20 100	19 95.00	17 85.00	12 100	19 95.00	19 95.00	20 100	8 80.00	13 65.00	27 90.00
	22<x<=24					4 13.79		4 25.00		1 5.00	2 10.00		1 5.00	1 5.00		2 20.00	7 35.00	3 10.00
	24<x<=26	2 3.33	8 13.33	1 6.66		7 24.13												
	26<x<=28	16 26.67	30 50.00	8 53.33	5 100	15 51.72												
	28<x<=30	34 56.67	20 33.33	6 40.00		3 10.34												
	30<x<=32	8 13.33	2 3.33															

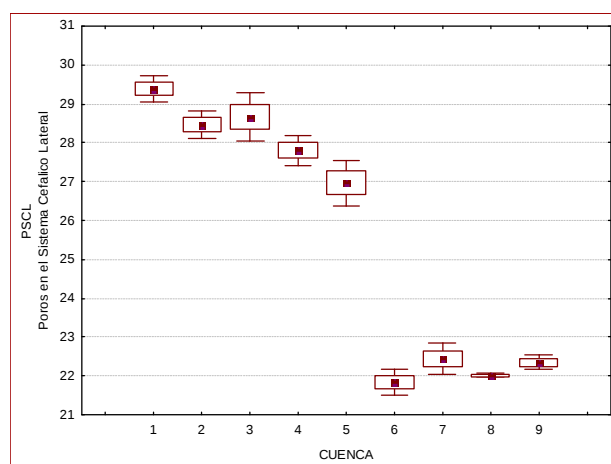
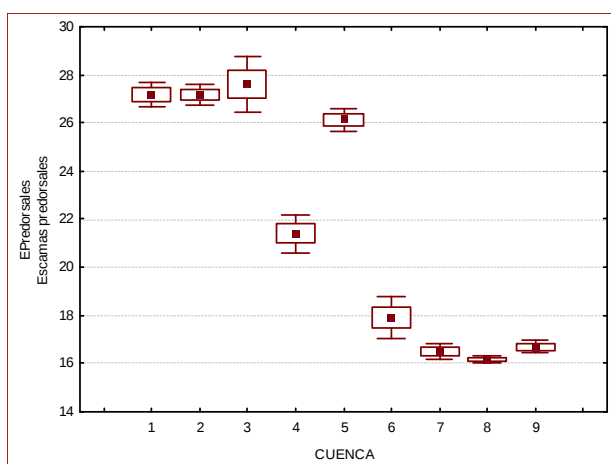
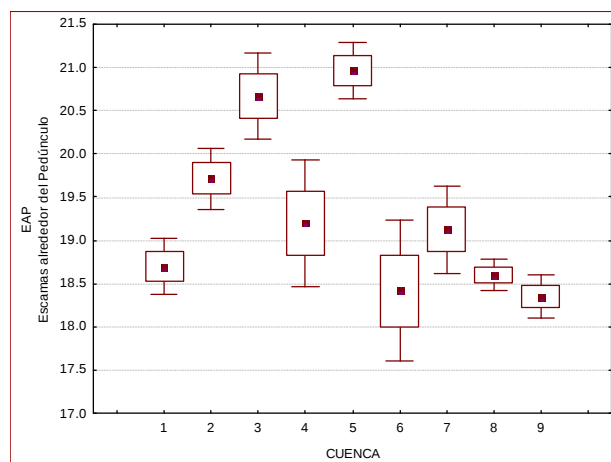
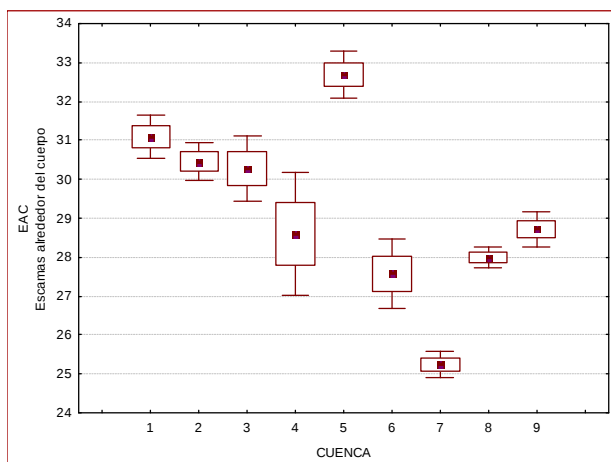


Cajas y Bigotes de los datos merísticos para las cuencas de *F. lima* y los taxa de *F. parvipinnis* sspp.



Mean $\pm$ SE $\pm 1.96 \cdot$ SE





Mean  $\pm$ SE  $\pm 1.96*SE$



ANEXO VI

Valores de lambda de Wilk, significancia (p) y tolerancia para las variables morfométricas y merísticas obtenidas del análisis de función discriminante (método de pasos hacia adelante) los taxa del género *Fundulus*.

AFD	POR CUENCA Y/O LOCALIDAD											
	<i>Fundulus lima</i>				<i>Fundulus parvipinnis</i> sspp.				Género <i>Fundulus</i>			
Caracter	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.00000	1.618	0.146	0.544	0.00001	1.534	0.142	0.601	0.00000	1.882	0.021	0.662
M1-3	0.00000	1.319	0.252	0.158	-	-	-	-	-	-	-	-
M2-3	0.00000	3.146	0.006	0.148	0.00001	3.296	0.001	0.504	0.00000	3.317	0.000	0.466
M2-4	0.00000	2.604	0.020	0.343	0.00001	1.167	0.321	0.447	0.00000	2.341	0.003	0.454
M2-7	0.00000	1.232	0.293	0.179	0.00001	1.250	0.270	0.098	-	-	-	-
M2-9	0.00000	1.548	0.167	0.312	0.00001	5.058	0.000	0.263	0.00000	3.360	0.000	0.340
M3-4	0.00000	7.710	0.000	0.374	-	-	-	-	0.00000	3.487	0.000	0.454
M3-5	0.00000	3.275	0.005	0.351	-	-	-	-	0.00000	1.588	0.070	0.397
M3-7	0.00000	2.797	0.013	0.210	0.00001	1.268	0.259	0.102	0.00000	1.896	0.020	0.193
M4-5	0.00000	2.914	0.010	0.330	-	-	-	-	0.00000	2.400	0.002	0.322
M4-7	-	-	-	-	0.00001	3.704	0.000	0.126	0.00000	1.443	0.120	0.188
M4-9	0.00000	1.985	0.072	0.259	0.00001	1.324	0.230	0.246	0.00000	1.219	0.251	0.250
M5-6	0.00000	1.756	0.112	0.653	0.00001	2.729	0.006	0.660	0.00000	3.941	0.000	0.751
M5-7	0.00000	1.448	0.201	0.179	0.00001	2.043	0.039	0.218	0.00000	2.136	0.007	0.229
M5-9	0.00000	3.394	0.004	0.209	0.00001	1.627	0.113	0.258	0.00000	1.952	0.016	0.278
M6-8	0.00000	5.823	0.000	0.404	0.00001	3.221	0.001	0.380	0.00000	4.628	0.000	0.461
M7-8	0.00000	0.852	0.532	0.186	0.00001	1.877	0.060	0.336	0.00000	1.190	0.274	0.307
M7-9	0.00000	2.145	0.052	0.342	-	-	-	-	0.00000	1.793	0.031	0.355
M7-10	0.00000	1.836	0.096	0.339	0.00001	1.358	0.213	0.512	0.00000	1.703	0.045	0.440
M8-9	-	-	-	-	0.00001	1.412	0.188	0.260	0.00000	1.457	0.114	0.260
M8-10	0.00000	1.385	0.225	0.365	0.00001	2.179	0.027	0.357	0.00000	2.450	0.002	0.433
M9-10	0.00000	2.878	0.011	0.341	0.00002	6.724	0.000	0.459	0.00000	5.379	0.000	0.492
M9-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M9-12	0.00000	1.440	0.203	0.390	-	-	-	-	0.00000	2.973	0.000	0.489
M10-11	0.00000	3.608	0.002	0.304	0.00001	1.282	0.252	0.197	0.00000	1.531	0.087	0.271
M10-12	0.00000	1.561	0.163	0.349	0.00001	3.164	0.002	0.240	0.00000	1.704	0.045	0.350
M11-12	-	-	-	-	0.00001	4.309	0.000	0.335	0.00000	3.293	0.000	0.352
M11-13	-	-	-	-	0.00001	1.538	0.140	0.531	0.00000	2.221	0.005	0.617
M12-13	0.00000	1.894	0.086	0.552	-	-	-	-	0.00000	1.159	0.300	0.606
M1-2 (2)	0.00000	1.098	0.366	0.427	0.00001	2.277	0.021	0.602	0.00000	2.303	0.003	0.562
M1-4 (2)	0.00000	1.289	0.266	0.195	0.00001	1.403	0.192	0.298	0.00000	1.413	0.133	0.316
M1-11 (2)	0.00000	4.531	0.000	0.151	0.00001	1.639	0.110	0.086	0.00000	3.126	0.000	0.173
M2-3 (2)	0.00000	5.462	0.000	0.602	-	-	-	-	0.00000	4.292	0.000	0.747
M3-4 (2)	0.00000	1.825	0.098	0.457	-	-	-	-	-	-	-	-
M5-6 (2)	0.00000	2.206	0.046	0.487	-	-	-	-	0.00000	2.228	0.005	0.565
M7-8 (2)	0.00000	2.721	0.016	0.327	0.00001	2.946	0.003	0.272	0.00000	4.548	0.000	0.365
M9-10 (2)	0.00000	2.393	0.031	0.507	0.00001	1.666	0.103	0.328	0.00000	2.345	0.003	0.454
M11-12 (2)	0.00000	3.110	0.007	0.167	0.00001	2.428	0.014	0.114	0.00000	2.952	0.000	0.096
M13-14 (2)	0.00000	3.668	0.002	0.248	-	-	-	-	0.00000	3.714	0.000	0.150
M15-17 (2)	0.00000	3.767	0.002	0.368	0.00002	6.087	0.000	0.498	0.00000	4.722	0.000	0.400
M16-17 (2)	-	-	-	-	0.00001	1.190	0.306	0.226	0.00000	1.568	0.076	0.314
M17-18 (2)	0.00000	6.221	0.000	0.662	0.00001	2.521	0.010	0.489	0.00000	6.817	0.000	0.606
M1-2 (3)	0.00000	1.513	0.178	0.423	0.00001	1.325	0.229	0.591	0.00000	1.641	0.057	0.547
M3-4 (3)	0.00000	3.541	0.003	0.439	0.00002	8.076	0.000	0.555	0.00000	5.900	0.000	0.599
M5-6 (3)	0.00000	4.727	0.000	0.369	0.00002	6.122	0.000	0.417	0.00000	4.509	0.000	0.472
RAD (D)	0.00000	6.735	0.000	0.571	0.00001	1.940	0.051	0.746	0.00000	4.914	0.000	0.774
RAA (A)	0.00000	4.277	0.001	0.682	0.00001	1.457	0.170	0.748	0.00000	3.190	0.000	0.825
RAC (C)	0.00000	5.181	0.000	0.703	0.00002	9.770	0.000	0.757	0.00000	10.616	0.000	0.832
RAPC (P ₁)	0.00000	3.242	0.005	0.657	0.00001	2.985	0.003	0.756	0.00000	5.452	0.000	0.787
RAPL (P ₂)	0.00000	1.505	0.181	0.655	-	-	-	-	0.00000	1.853	0.024	0.769
ELL	0.00000	1.923	0.081	0.722	0.00001	5.026	0.000	0.689	0.00000	6.614	0.000	0.808
EAC	-	-	-	-	0.00001	5.559	0.000	0.629	0.00000	6.230	0.000	0.673
EAP	0.00000	3.147	0.006	0.692	0.00001	2.577	0.009	0.591	0.00000	4.727	0.000	0.734
Epredorsales	0.00001	20.358	0.000	0.630	0.00001	3.020	0.003	0.692	0.00000	17.971	0.000	0.787
PSCL	0.00000	12.093	0.000	0.577	0.00001	1.410	0.189	0.802	0.00000	15.697	0.000	0.734



AFD	TAXA				<i>F. lima</i> (Cuenca) + Gpos externos			
	Género <i>Fundulus</i>				<i>F. lima</i> + <i>F. parvipinnis</i> sspp.			
Caracter	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.	Lambda de Wilks	F-remov.	p	Toler.
M1-2	0.03061	4.497	0.012	0.272	0.000003	2.228	0.025	0.638
M1-3	0.03049	3.823	0.023	0.134	-	-	-	-
M2-3	-	-	-	-	0.000004	4.202	0.000	0.457
M2-4	0.03011	1.672	0.189	0.072	0.000003	2.977	0.003	0.390
M2-7	0.03023	2.354	0.097	0.017	0.000003	1.029	0.414	0.140
M2-9	0.03033	2.906	0.056	0.014	0.000004	5.176	0.000	0.313
M3-4	0.03006	1.381	0.253	0.098	0.000004	6.954	0.000	0.428
M3-5	0.03006	1.333	0.265	0.074	0.000003	1.479	0.164	0.392
M3-7	-	-	-	-	0.000003	1.949	0.052	0.178
M4-5	0.03121	7.945	0.000	0.104	0.000003	4.118	0.000	0.316
M4-7	0.02988	0.297	0.744	0.031	0.000003	1.809	0.074	0.162
M4-9	0.03001	1.040	0.355	0.026	0.000003	1.573	0.132	0.215
M5-6	0.03146	9.413	0.000	0.498	0.000004	4.219	0.000	0.699
M5-7	0.03083	5.798	0.003	0.053	0.000003	3.448	0.001	0.218
M5-9	0.03038	3.189	0.042	0.054	0.000003	3.346	0.001	0.249
M6-8	0.03057	4.261	0.015	0.349	0.000004	5.586	0.000	0.457
M7-8	0.03018	2.059	0.129	0.073	-	-	-	-
M7-9	0.03090	6.186	0.002	0.229	0.000003	1.785	0.079	0.327
M7-10	-	-	-	-	0.000003	1.336	0.224	0.442
M8-9	0.03046	3.628	0.028	0.079	-	-	-	-
M8-10	0.03005	1.285	0.278	0.290	0.000003	2.067	0.039	0.447
M9-10	0.03214	13.329	0.000	0.120	0.000004	4.775	0.000	0.517
M9-11	0.03068	4.910	0.008	0.189	0.000003	1.202	0.297	0.422
M9-12	0.03150	9.613	0.000	0.120	0.000003	3.507	0.001	0.425
M10-11	0.03013	1.778	0.171	0.097	0.000003	1.504	0.155	0.246
M10-12	0.03046	3.676	0.026	0.233	0.000003	1.482	0.163	0.365
M11-12	0.03157	10.066	0.000	0.094	0.000003	2.906	0.004	0.383
M11-13	-	-	-	-	0.000003	1.911	0.058	0.612
M12-13	-	-	-	-	-	-	-	-
M1-2 (2)	0.03066	4.779	0.009	0.143	0.000003	3.057	0.002	0.555
M1-4 (2)	-	-	-	-	0.000003	1.033	0.411	0.299
M1-11 (2)	-	-	-	-	0.000003	3.761	0.000	0.146
M2-3 (2)	0.03201	12.562	0.000	0.391	0.000004	7.250	0.000	0.742
M3-4 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-
M5-6 (2)	0.03047	3.685	0.026	0.239	0.000003	2.167	0.030	0.552
M7-8 (2)	0.03081	5.642	0.004	0.079	0.000004	7.091	0.000	0.382
M9-10 (2)	0.03018	2.050	0.130	0.267	0.000003	2.088	0.036	0.424
M11-12 (2)	-	-	-	-	0.000003	3.606	0.000	0.093
M13-14 (2)	0.03217	13.512	0.000	0.190	0.000003	2.973	0.003	0.141
M15-17 (2)	0.03174	11.044	0.000	0.110	0.000004	6.903	0.000	0.358
M16-17 (2)	0.03009	1.505	0.223	0.122	0.000003	2.427	0.015	0.286
M17-18 (2)	0.03076	5.359	0.005	0.247	0.000004	10.145	0.000	0.597
M1-2 (3)	-	-	-	-	0.000003	2.060	0.039	0.531
M3-4 (3)	0.03197	12.333	0.000	0.140	0.000004	4.735	0.000	0.594
M5-6 (3)	-	-	-	-	0.000003	2.885	0.004	0.448
RAD (D)	0.03017	1.994	0.138	0.535	0.000004	5.833	0.000	0.734
RAA (A)	0.03049	3.843	0.022	0.727	0.000003	3.770	0.000	0.819
RAC (C)	0.03121	7.942	0.000	0.874	0.000004	4.982	0.000	0.837
RAPC (P ₁)	0.03007	1.436	0.239	0.704	0.000004	5.975	0.000	0.744
RAPL (P ₂)	0.03023	2.356	0.096	0.768	0.000003	2.314	0.020	0.799
ELL	0.03328	19.897	0.000	0.645	0.000004	5.977	0.000	0.788
EAC	0.03272	16.669	0.000	0.421	0.000004	5.643	0.000	0.644
EAP	0.03035	3.050	0.049	0.640	0.000004	6.924	0.000	0.706
Epredorsales	0.03219	13.627	0.000	0.331	0.000006	34.221	0.000	0.763
PSCL	0.03197	12.349	0.000	0.324	0.000006	30.310	0.000	0.768
Total de agrupamiento	0.02982	F (88,686) = 37.344	< 0.0000	-	0.00000	F (400,2635) = 26.073	< 0.0000	-



ANEXO VII

Comparación de los valores para los principales caracteres merísticos repostados para *Fundulus lima* y *Fundulus parvipinnis* sspp. por varios autores (Vaillant, 1894; Evermann, 1908; Osburn y Nichols, 1916; Myers, 1930; Miller y Lea, 1972; Camarena-Rosales, 1999; Ruiz-Campos, 2000; Moyle, 2002; Miller et al., 2005).

Fundulus lima

AUTORES	RAD (D)	RAA (A)	ELL	EAC	Predorsales
Vaillant, (1894)	10 (V. 6)	10 (V. 6)	38	20	23
Evermann (1908)	12	12	34	-	25
Myers, (1930)	11.5	11.5 - 12.5	35 - 36 + 3	-	-
Camarena-Rosales (1999)	12	12	36	-	-
Ruiz-Campos (2000)	12	12	34-38	-	-
Miller et al., (2005)	12 a 13	-	34-39	-	-
Este estudio	11	11	34	30	26

Fundulus parvipinnis sspp.

AUTORES	RAD (D)	RAA (A)	ELL	EAC	Predorsales
Jordan y Evermann (1896)	11 a 15	10 a 12	31 - 38	-	-
Osburn y Nichols (1916)	13	13	32	-	-
Miller y Lea (1972)	-	-	31 - 37	-	-
Camarena-Rosales (1999)	13	-	34	-	-
Moyle (2002)	12 a 15	11 a 13	37	-	-
Miller et al., (2005)	13 a 15	11 (11.5)	-	-	-
Este estudio	13	11	34 (33)	29 (28)	16

