

38
2EJ

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

VARIACION MORFOLOGICA DE *Poecilia mexicana* (PISCES: POECILIIDAE) EN LA VERTIENTE ATLANTICA DE MEXICO.

T E S I S

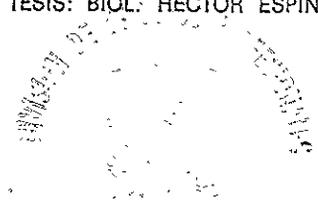
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G A
P R E S E N T A
DALIA ANGELICA DAZA ZEPEDA



DIRECTOR DE TESIS: BIOL. HECTOR ESPINOSA PEREZ

MEXICO, D. F.

1999



RECORD DE DIRECTORIAS
SECCION ESCOLAR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA DE
MEXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

Variación Morfológica de *Poecilia mexicana* (PISCES:POECILIIDAE)
en la Vertiente Atlántica de México

realizado por Dalia Angélica Daza Zepeda

Con número de cuenta 8732398-8 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de tesis
Propietario

Biól. Héctor S. Espinosa Pérez

Propietario

M. en C. Alicia Durán González

Propietario

Biól. Gabino de la Rosa Cruz

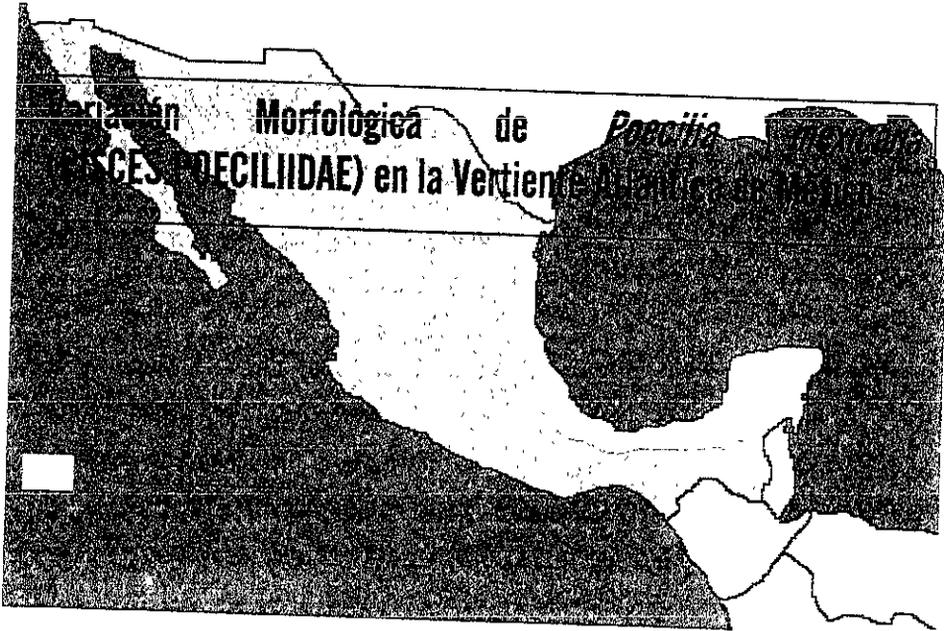
Suplente

Biól. Leticia Huidobro Campos

Suplente

Biól. Ernesto Mendoza Vallejo

Edna Ma. Suárez
Consejo Departamental de Biología
Dra. Edna Ma. Suárez



Variación Morfológica de *Poecilia mexicana*
(PISCES: POECILIIDAE) en la Vertiente Atlántica de México

CON CARIÑO DEDICO ESTE TRABAJO A:

Mis abuelos: Juan, Justina y Marcela:

Por la infancia que me hicieron vivir

Mis Padres: Hugo y Tere:

Por el gran apoyo y paciencia para que este trabajo llegará a su fin y porque ya no me pregunten ¿cuando esa tesis?.

Mis hermanos Fabi, Ceci y Hugo:

Por el cariño que nos une en todo momento.

Y a ti:

por todos los chapulines que hemos comido juntos.

AGRADECIMIENTOS

-Agradezco enormemente al Ebriólogo Héctor S. Espinosa Pérez, por el apoyo y la dirección brindada para la realización de este trabajo, que pense nunca se acabaría. Pero sobre todo gracias por ser mi amigo de la tercera edad y por enseñarme a amar al fascinante grupo de los topotes.

-A los sinodales: M. en C. Alicia Durán González, biól. Ernesto Mendoza Vallejo, biól. Leticia Huidobro Campos y biól. Gabino de la Rosa Cruz, por sus atinados comentarios y críticas al trabajo.

-A todos los colectores del material analizado, ya que sin su esfuerzo, no hubiera sido posible realizar este trabajo.

-A Leticia Huidobro, porque además de ser una excelente ictióloga, es y será siempre una gran persona, a ti Lety gracias por todos los momentos malos y buenos que hemos compartido. A Ernesto Mendoza, por su gran paciencia y docencia para conmigo, además de iluminarme el cerebro cada vez que se me apagaba. A Nicops y Xaviero por todos los golpes que he recibido de ellos cuando jugamos basket, y por ser los que llenan de risas el espacio donde laboramos. Y a Rosalía y Lilia por ser unas madres comprometidas y buenas amigas.

-A la familia Zepeda Ramírez, por todo el apoyo y el gran cariño que siempre me han demostrado.

-A todos los compañeros y amigos de la facultad de Ciencias, con quienes compartí de todos los momentos y que nunca terminaría de contarlos, pero sobre todo a mi gran amiga Iris González y a Alejandriuris. También he de agradecer a todos los profesores que llenaron de conocimiento mi estancia por la facultad y a los amigos del Instituto, sobre todo aquellos con los que voy a hechar la cáscara.

-Y a la Universidad Nacional Autónoma de México, por formar gente que pueda pensar libremente.

CONTENIDO

Resumen..... 1

Introducción..... 2

Objetivos..... 4

Antecedentes..... 5

Metodología..... 8

Resultados y
Discusión..... 15

 Clasificación..... 15

 Diagnos
 genérica..... 16

 Diagnos
 específica..... 18

 Análisis de Componentes Principales..... 20

 Análisis de caja..... 30

Conclusiones..... 40

Literatura citada..... 42

Apéndices..... 46

 Apéndice 1..... 46

 Apéndice 2..... 55

RESUMEN

Poecilia mexicana es una especie de pez, perteneciente a la familia Poeciliidae, del Orden Cyprinodontiformes. Se distribuye desde el río San Juan, tributario del río Bravo y del río San Fernando, Tamaulipas en el Noreste de México, hacia el sureste de la costa Atlántica de México hasta Belice, en Guatemala en los ríos Polochic y Motagua, probablemente también en el noreste de Honduras. Se realizó una revisión taxonómica de 920 ejemplares de esta especie. Una vez que se identificó plenamente a la especie como *P. mexicana* con base a la diagnosis genérica y específica se trabajó con 153 ejemplares de 16 localidades diferentes pertenecientes a nueve estados de la costa Atlántica de México, a los cuales se les aplicó el modelo de Truss network o red confiable de medidas, para estandarizar las medidas de los ejemplares, que fueron sometidas a un análisis de componentes principales y posteriormente estos resultados fueron soportados con un análisis discriminador de diagramas de caja. Del análisis de componentes principales, se obtuvieron tres diferentes grupos de poblaciones, los cuales presentan una amplia variación entre ellos, concluyendo que la especie es altamente polimórfica, y debido a la amplia distribución que presenta, se puede proponer que la especie presenta las características de una superespecie, que por alopatría ha venido ampliando su intervalo de distribución.

INTRODUCCION

Poecilia mexicana es un pez que ha sido clasificado dentro del orden Cyprinodontiformes, en México se le conoce con el nombre común de "topote". Se distribuye a lo largo de la costa Atlántica, desde el río Soto la Marina en el norte del estado de Tamaulipas, México, y hacia el sur, hasta Sudamérica y norte de Colombia; habitando principalmente ambientes dulceacuícolas y salobres, (Meyer *et al.*, 1985). Desde su descripción original realizada por Steindachner en 1853, esta especie ha presentado problemas taxonómicos, debido a la similitud con otras especies del género con las que frecuentemente son simpátricas. El mayor problema de semejanza lo tiene con *P. sphenops*, especie hermana y de la cual, únicamente se distingue por el tipo de dentición. Actualmente se le ubica dentro del complejo *P. sphenops* que junto con otras ocho especies conforman el grupo mencionado (Miller, 1983).

La especie presenta una alta variabilidad morfológica, entre las distintas poblaciones, al igual que las otras especies del complejo, ocasionando que estas últimas sean confundidas entre sí. Esta similitud ha dado como resultado que se le asigne el grado de especie a poblaciones que por su gran variación no lo son. Apoyando esto se han encontrado trabajos como el de Rosen y Bailey (1963), en el cual mencionan que las especies del complejo de *P. sphenops* son politípicas, es decir, aquellas que adquieren diversas formas altamente variables y el de Schultz y Miller (1971) donde se menciona que el complejo esta integrado por nueve o más especies, cuyo intervalo de distribución se encuentra sobrepuesto. Esta similitud, acompañada de la marcada diferenciación de las poblaciones ha ocasionado considerable confusión taxonómica (Hilton y Turner, 1983).

En este trabajo se hace una revisión morfológica de *P. mexicana*, aplicando procedimientos estadísticos como el análisis de componentes principales, mediante el cual se estudia la variación que presentan las distintas poblaciones de la especie a lo largo de su intervalo de distribución en México. Para realizar el trabajo se seleccionaron un total de 153 ejemplares de *P. mexicana*, recolectados en 16 localidades de nueve

estados del país. El material utilizado pertenece a la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la UNAM, donde permanece depositado. A todos los ejemplares se les realizaron un total de 19 mediciones merísticas, con las cuales se buscó encontrar un patrón de variación, por medio de las diferencias en las medidas, las cuales corresponderían a la variabilidad de los caracteres morfológicos de las distintas poblaciones. Por lo cual se propuso la siguiente hipótesis: si después del análisis, las características encontradas no muestran diferencias entre las diferentes poblaciones, que puedan indicar que existen variaciones significativas, entonces se trata de una especie altamente polimórfica, por el contrario si las variaciones encontradas son significativas entonces podría tratarse de diferentes formas o especies. Para lo cual se establecieron los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Objetivo general:

Contribuir a la taxonomía de *P. mexicana*, por medio de un análisis morfológico de diferentes poblaciones de la especie en el país, con el fin de identificar cuáles son los caracteres que indican que la especie es altamente polimórfica o bien si se encuentra que dichos caracteres, pudiesen estar encubriendo a una o más formas del género aun no descritas, y discutir si se pudiesen considerar especies de acuerdo al concepto evolucionista de especie, con los siguientes:

Objetivos particulares:

1. Con el fin de establecer las características de la especie, hacer una revisión de las diagnosis genérica y específica con el fin de poder comparar el patrón de variación obtenido en el análisis de este trabajo.
2. Por medio del modelo de Strauss y Bookstein (1982) caracterizar a las distintas poblaciones de *P. mexicana*.
3. Una vez establecidos los parámetros de medición en las distintas poblaciones de *P. mexicana*, realizar un análisis morfométrico que permita determinar los caracteres que definen a la especie y la variación de éstos.
4. Hacer una comparación de los resultados del análisis morfométrico con los resultados de los análisis moleculares realizados por otros autores, para comprobar si los resultados son similares a los obtenidos en este estudio.
5. Discutir los resultados con base a la distribución geográfica conocida, así como con el concepto de especie.

al oeste de Teapa, Tabasco; ambas especies son muy semejantes a *P. mexicana* Steindachner, ya que las tres poseen dientes internos unicúspides y 11 o menos radios dorsales. Tanto *P. sulphuraria* como *P. latipunctata* son alopátridas con *P. mexicana*, así como, las formas ginogenéticas e híbridas de *P. formosa* (Schultz y Miller, 1971) y la forma que menciona Contreras-Balderas (1990), como un híbrido natural más, entre *P. mexicana* y *P. latipunctata* para el río Tamesí, Tamaulipas al norte de México.

Hilton y Turner (1983), realizaron un estudio de divergencia genética en el complejo *Poecilia sphenops* en Centroamérica, el cual estuvo basado en evidencia aloenzimática, cuyos resultados demuestran que muchos de los componentes del complejo son genéticamente diferentes, argumentando que existe una interpretación politépica para este complejo.

Por otra parte, Bálsano y Rasch (1974), realizaron un estudio bioquímico y citogenético del género *Poecilia* en la parte este de México, en el cual analizaron el plasma de más de 2,000 ejemplares de *Poecilia* de seis especies y fueron analizadas electroforéticamente, detectando específicamente enzimas o proteínas totales. Ellos encontraron que el fenotipo de albúminas en *P. latipinna* es polimórfico, mientras que la especie cercana *P. velifera* tiene una morbilidad intermedia entre especies. Una especie no identificada, similar a *P. petenensis*, exhibe la albúmina migratoria más lenta, idéntica a la que se presenta en su pariente lejano *P. latipunctata* y encontraron que *P. mexicana* es polimórfica, con cinco albúminas electroforéticamente diferentes, mientras que *P. sphenops* parece ser monomórfica. *P. formosa* se caracteriza por tener dos albúminas en su plasma que son electroforéticamente idénticas a las de *P. mexicana* del norte de México y *P. latipinna* del oeste.

Por último, Ptacek y Breden (1998), realizaron un trabajo sobre las relaciones filogenéticas entre los "mollies" o "topotes" del subgénero *Mollinesia* a partir de secuencias de DNA mitocondrial; en el cual proponen que todos los miembros del subgénero *Mollinesia* forman un grupo monofilético.

METODOLOGIA

El trabajo se inició con una búsqueda bibliográfica con todo lo referente a la especie y los estudios relacionados con este trabajo, se realizó una revisión completa referente a la clasificación de esta especie dentro de las que destacan Regan (1913); Rosen y Bailey (1963); Schultz y Miller (1971); Miller (1975 y 1983); Rivas (1978 y 1980) y Parenti (1981); por ser la literatura que principalmente ayudo a definir las características de la especie.

Se continuó con una revisión taxonómica de la especie *P. mexicana* con los ejemplares de la colección ictiológica del IBUNAM, observando un total de 920 ejemplares, siguiendo las claves de Miller (1983), quien por medio del tipo de dentición y número de radios de la aleta dorsal, separa a las especies en complejos y a las especies integrantes de estos. Después de realizar la revisión taxonómica y de confirmar que era la especie buscada de acuerdo a las características antes señaladas, se separaron todos los ejemplares de *P. mexicana* de acuerdo a la talla (para tener una representatividad de tamaños) y a las distintas poblaciones a lo largo de la costa atlántica de México, se incluyen también los estados de Morelos, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; que aunque en la literatura no se ha reportado la distribución de esta especie para estos estados del país, se manejan en este trabajo, porque se encontraron poblaciones de algunas localidades en estos estados, con el objeto de lograr una mayor representación de la distribución de *P. mexicana* para México.

Los estados de la República que se tomaron en cuenta para este estudio son Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Guerrero, Morelos y Chiapas (fig. 1), debido a que este es el intervalo de distribución de la especie en cuestión. Se midieron en casi todos los casos 10 individuos de cada población, debido a que había muestras con menos de 10 ejemplares, como es el caso de las localidades del estado de Chiapas (ver apéndice 1).

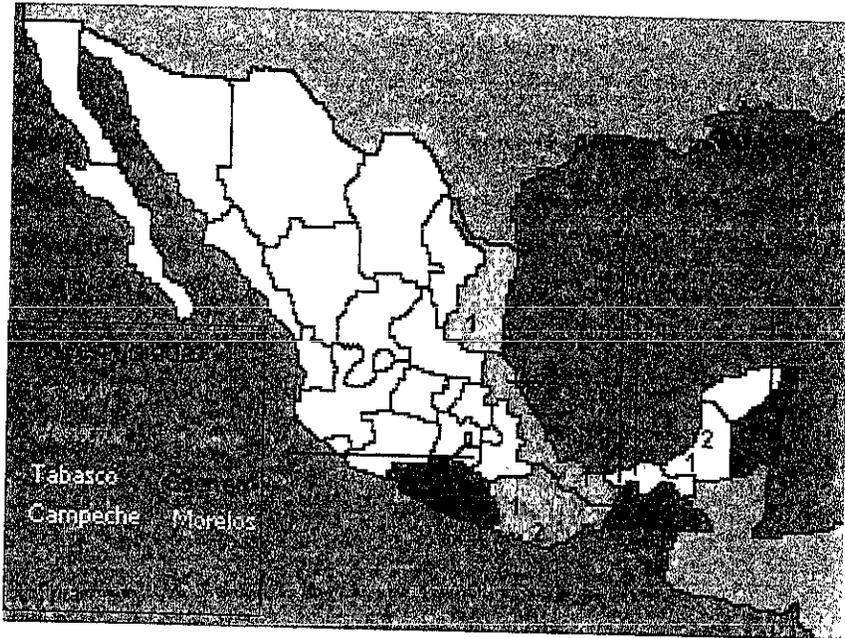


Figura 1. Mapa de las localidades estudiadas para la especie *P. mexicana* a lo largo de la Costa Atlántica de México

Se realizaron mediciones morfométricas con un vernier marca General No. 142 a 153 ejemplares de las distintas localidades de la vertiente Atlántica de México, considerando para dichas mediciones, el modelo de Strauss y Bookstein (1982), el cual es un modelo, que realiza análisis descriptivos y que permite equilibrar la diferencia que se muestra, entre la disimilitud de la talla del pez y la variación de la forma. El método se lleva a cabo por medio de un procedimiento denominado en inglés Truss Network (red confiable de medidas). Este modelo se basa en medidas que indican la proporcionalidad del organismo de acuerdo a su talla, mediante triangulaciones o trazos, que se unen en puntos estratégicos del cuerpo del ejemplar. El procedimiento es el siguiente:

Se determinan los puntos en el cuerpo del pescado (fig. 2) y se unen apropiadamente mediante líneas a fin de formar las triangulaciones o la red confiable de medidas (figura 3).

Las medidas que se tomaron de cada individuo son las siguientes:

1	Punta del hocico al extremo anterior del ojo	ph-eaoj
2	Punta del hocico al origen de la aleta pélvica	ph-oape
3	Punta del hocico al origen de la aleta dorsal	ph-oad
4	Extremo anterior del ojo al origen de la aleta dorsal	eaaj-oad
5	Extremo anterior del ojo al origen de la aleta pélvica	eaaj-oape
6	Origen de la aleta pélvica al origen de la aleta dorsal	oape-oad
7	Base de la aleta dorsal	oad-fad
8	Origen de la aleta dorsal a origen de la aleta anal	oad-aaan
9	Origen de la aleta anal a origen de la aleta pélvica	aaan-oape
10	Origen de la aleta anal a fin de la aleta dorsal	aaan-fad
11	Base de la aleta anal	aaan-faan
12	Fin de la aleta dorsal a fin de la aleta anal	fad-faan
13	Fin de la aleta dorsal a origen de la aleta caudal	fad-oac
14	Fin de la aleta anal a origen de la aleta caudal	faan-oac
15	Fin de la aleta dorsal a origen del extremo inferior del pedúnculo caudal	fad-oeipc
16	Fin de la aleta anal a origen del extremo superior del pedúnculo caudal	faan-oespc
17	Longitud del pedúnculo caudal	lpc
18	Longitud patrón	lp
19	Longitud total	lt
	Sexo	s

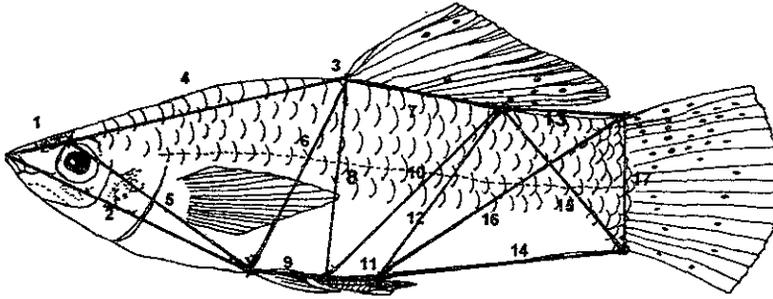


Figura 2. Representación de las mediciones tomadas en cada uno de los ejemplares de *P. mexicana*

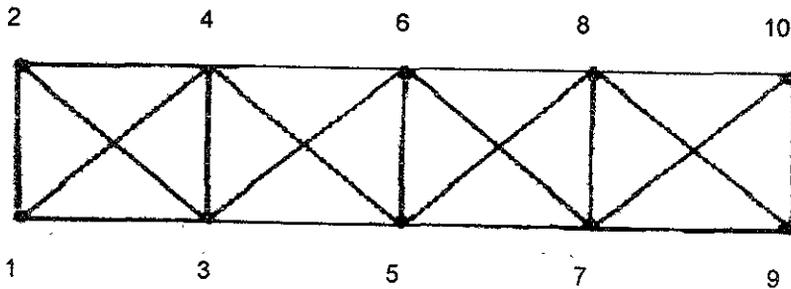


Figura 3. Modelo de Strauss y Bookstein (1982), que lleva el nombre de red confiable de medidas (Truss Network).

Posteriormente se toman las mediciones de las distancias en los individuos de las muestras.

Se procede entonces a diagnosticar los efectos entre el tamaño del cuerpo y la alometría en los puntos medidos, aplicando regresiones log-lineares de las distancias medidas (ver Apéndice 1).

Al aplicar el modelo de Strauss y Bookstein (1952) en esta especie, se hicieron algunas modificaciones al mismo, ya que la forma ictica que ellos tomaron era diferente a la de esta especie, y las triangulaciones quedaron trazadas de manera diferente a la del modelo (figura 2)

Posteriormente se evaluaron las medidas a través de un programa de análisis multivariado o de componentes principales (por sus siglas en inglés PCA) utilizando el programa NTSYS (Numerical Taxonomy System), versión 2.02c (Rohlf 1998). En este tipo de análisis, se ordenan especies y muestras en un espacio generalmente dimensional o tridimensional, con el fin de que se pueda obtener una representación gráfica.

La técnica del análisis de componentes principales (PCA) tiene su origen en los trabajos realizados a principios de este siglo por Karl Pearson, (1901) quien aparentemente creía que esta era la solución perfecta para algunos de los problemas que eran de interés general para los biomédicos de aquella época, aunque no propuso un método práctico para calcular más de dos o tres variables (Manly, 1986). Fue Hotelling (1933) quien consolidó su uso para representar por medio de un modelo lineal, un conjunto numeroso de caracteres a través de un número reducido de variables hipotéticas, llamadas componentes principales. Estos componentes principales no están correlacionados entre sí y, por lo tanto, se interpretan independientemente unos de otros. El número de dichos componentes depende del número de caracteres originales y el número máximo posible es igual o menor al número de estos últimos. Cada componente contiene una parte de la variabilidad total de los caracteres. El primer componente es el que contiene la mayor variabilidad. De la variabilidad restante, el segundo componente es el que incluye más información. El tercer componente posee la mayor variabilidad no contenida en los componentes anteriores. Así se continúa hasta que toda la variabilidad ha sido distribuida diferencialmente entre los componentes. Cada componente contiene información de todos los caracteres pero en diferentes proporciones. El cuadrado de la contribución de un carácter para un componente representa la varianza de ese carácter para el citado componente. La sumatoria de las

varianzas de todos los caracteres para un determinado componente principal recibe el nombre de eigen-valor o raíz latente. Los eigen-valores son diferentes para cada componente, dicho lo anterior, el componente con mayor eigen-valor será el primer componente principal, el que le sigue será el segundo y así sucesivamente. Así pues, cada componente principal es independiente de los otros, es decir, contiene una porción de la variación no expresada en ningún otro componente principal (Crisci y López, 1983).

Se realizó también un análisis de diagramas de caja con muesca (fig. 4) los cuales se elaboraron para ratificar los resultados obtenidos por medio del análisis de componentes principales, se aplicó solamente para los caracteres del primer componente que como se verá son los que representan el mayor peso en el análisis de componentes principales. Con este tipo de análisis que se denomina análisis exploratorio de datos, se logra comparar varios lotes de estos. Al obtener los diagramas de caja para cada lote, y alineándolos paralelamente, es posible compararlos respecto a su nivel, localización, dispersión, así como también a su sesgo y a la densidad de sus colas de distribución (Salgado, 1992).

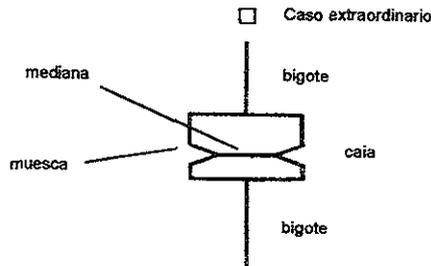


Figura 4. Representación de los diagramas de caja y sus características.

Para la interpretación de estas cajas de datos se puede decir que la localización es representada por la mediana de la caja, la dispersión es ubicada por la longitud de la caja, los bigotes se interpretan como la densidad de las colas de distribución de los datos y por último para saber cual es la simetría o sesgo de la distribución se analiza el lugar donde se ubique la mediana, es decir si se proyecta más hacia valores mayores, menores o centrales.

Para saber si la diferencia en la localización de las distribuciones es significativa (es decir la localización de las medianas) se dibujan las muescas que facilitan la evaluación de estas localizaciones. Estas muescas se colocan simétricamente alrededor de la mediana y se definen de acuerdo a la siguiente expresión (Chambers *et al.*, 1983)

$$\text{mediana} \pm 1.58 \left[\frac{dF}{\sqrt{n}} \right]$$

en donde:

dF representa la dispersión de los datos

1.58 es la variabilidad de la mediana de la muestra

y \sqrt{n} es la raíz cuadrada de el número total de datos.

Los lotes de datos cuyos intervalos indicados por las muescas no se superponen son significativamente diferentes con un nivel de significancia aproximado del 5% (Salgado, 1992). Por último al obtener las gráficas de los datos de *P. mexicana*, sometidos al análisis de componentes principales y al exploratorio de datos, se procedió a discutir los resultados obtenidos.

En el trabajo se emplea el concepto evolutivo de especie modificado de Simpson por Wiley (1978): De acuerdo a esta definición "una especie es un linaje de poblaciones descendientes ancestrales, las cuales mantienen su identidad de otros linajes y conservan sus propias tendencias evolutivas e históricas". Esta definición no requiere estricto aislamiento reproductivo, pero supone que dicho aislamiento debe estar presente para permitir mantener la identidad de otros linajes contemporáneos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta la clasificación actualizada de *P. mexicana*, con algunas notas acerca de los cambios morfológicos que ha sufrido a nivel genérico y específico, los cuales fueron tomados en cuenta para la ubicación taxonómica de las poblaciones de esta especie estudiadas en el presente trabajo. La clasificación seguida es la de Parenti (1981) a nivel familia y subfamilia y para los taxa por debajo de esos rangos a Rauchenberger (1989):

Subfamilia Poeciliinae

Supertribu Poeciliini

Tribu Poeciliini

Género *Poecilia*⁽¹⁾

Poecilia caucana (Steindachner, 1880)

Poecilia elegans (Trewavas, 1948)

Poecilia montana Rosen y Bailey, 1963⁽²⁾

Poecilia hispaniolana Rivas, 1978

Poecilia vivipara Bloch y Schneider, 1801

Grupo Mollinesia:

Poecilia formosa (Girard, 1859)⁽³⁾

Complejo *Poecilia sphenops*⁽⁴⁾:

Poecilia sphenops Valenciennes, 1864

Poecilia chica Miller, 1975

Poecilia catemaconis Miller, 1975

Poecilia mexicana Steindachner, 1863⁽⁵⁾

Poecilia gilli (Kner y Steindachner, 1864)⁽⁶⁾

Poecilia butleri Jordan, 1889

Poecilia sulphuraria (Álvarez, 1948)

Poecilia latipunctata Meek, 1904

Poecilia maylandi Meyer, 1983

Poecilia orri Fowler, 1943

1. De acuerdo a Rosen y Bailey (1963) el género *Poecilia* queda ubicado dentro de una clasificación subgenérica, permaneciendo como subgénero *Poecilia*. Dentro de este mismo subgénero Miller (1975), reconoce al subgénero *Mollinesia*, el cual se subdivide a su vez en dos complejos, que se revisan más abajo, con una especie híbrida, *Poecilia formosa*, considerada filogenéticamente intermedia entre ambos complejos según Miller (1983), y validada por M. Doeblér, (1998) como especie.

2. Esta especie es sinónimo de *P. dominicensis* (Evermann y Clark, 1906), el cual podría considerarse como un nombre válido, si se reconociera a *Limia* como un género y no como un subgénero de *Poecilia* como lo recomendó Rivas (1978). De tal manera que *Poecilia dominicensis* Valenciennes, 1846 dentro del subgénero *Limia* tiene prioridad sobre *P. dominicensis* Evermann y Clark, 1906, y *P. montana* que es el nombre de remplazo, propuesto por Rosen y Bailey (1963) queda como el nombre válido.

3. Siguiendo las recomendaciones de Schultz (1969) para la nomenclatura de taxa de origen híbrido, esta puede ser referida como *Poecilia latipinna mexicana*, aunque Doeblér *et al.*, (1998) la han validado como especie biológica.

4. Ver Schultz y Miller (1971) para una revisión de las especies mexicanas de este complejo.

5. Menzel y Darnell (1973) reconocen dos subespecies, *P. m. mexicana*, y *P. m. limantouri* Jordan y Snyder, 1900, lo cual es motivo de este trabajo.

6. Miller (1983) propone que esta puede ser sinonimia con *P. mexicana*, sin embargo, *P. gilli* fue descrita originalmente para el Río Chagres en Panamá, por lo cual la sinonimia pudiera no ser válida.

A continuación se presenta la diagnosis genérica y específica, que se tomó en cuenta como marco de referencia para poder establecer las características de esta especie de acuerdo a los ejemplares estudiados.

Poecilia Bloch y Schneider

Poecilia Bloch y Schneider, 1801 (especie tipo, por monotipia, *Poecilia vivipara* Bloch y Schneider)⁽⁷⁾.

Mollienesia LeSueur, 1821 (especie tipo, por monotipia, *Mollienesia latipinna* LeSueur).

Limia Poey, 1854 (especie tipo, por monotipia, *Limia cubensis* Poey, un sinónimo subjetivo de *Poecilia vittata*).

Neopoecilia C. L. Hubbs, 1924 (especie tipo, por designación original, *Neopoecilia holacanthus*, un sinónimo subjetivo de *Poecilia vivipara*).

Parapoecilia C. L. Hubbs, 1924 (especie tipo, por designación original, *Limia hollandi* Henn).

Micropoecilia C. L. Hubbs, 1926 (especie tipo, por designación original, *Poecilia vivipara parae* Eigenmann).

Diagnosis. Las especies integrantes de este género se distinguen por tener cuerpo oblongo, frecuentemente profundo; boca pequeña, transversa, con mandíbulas frágiles; dientes pequeños, en bandas angostas, la serie externa en cada mandíbula usualmente alargada, curvada, móvil, y con las puntas de color café; mandíbula inferior no prominente, movable. Escamas grandes. Aleta dorsal pequeña, de 7 a 11 radios; la aleta anal en hembras es muy parecida a la dorsal, en machos esta en posición anterior a la dorsal y se encuentra modificada en un órgano intromitente llamado gonopodio (Jordan y Evermann, 1896) que se caracteriza por tener una prominencia membranosa transformada en capuchón denominada prepucio, en el radio 3. Radio 4a recto o casi recto con sierras en la región proximal al quinto radio, alargado y abruptamente retrorso; forma parte del perfil posterior del gonopodio. Radio 5p, cuando más con un gancho pequeño (Álvarez, 1970) (figura 5). Presenta alrededor de 28 vértebras. Son especies detritófagas y además vivíparas. Las numerosas especies del género habitan las Antillas, México y Sudamérica (Jordan y Evermann, 1896).

⁷ Dentro de las sinonimias del género se encuentran descritas otras más, pero para este trabajo solamente se consideraron las de México

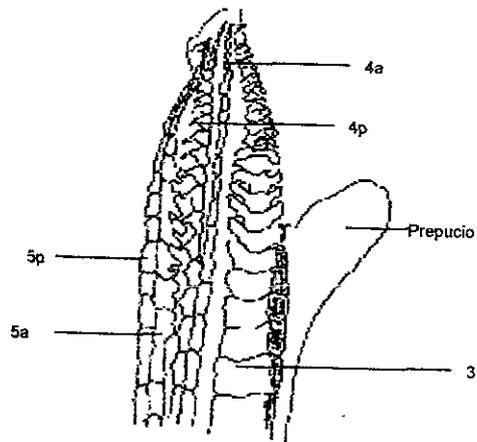


Fig. 5. Gonopodio del Género *Poecilia* (dibujo tomado de Meyer *et al.*, 1985).

Poecilia mexicana Steindachner
Topote del Atlántico

- Poecilia mexicana* Steindachner, 1863, Sitzungsab. Kais. Akad. Wiss. Wien 48:178.
Poecilia thermalis Steindachner, 1863. Arroyos termales en América Central.
Poecilia chisoyensis Günther, 1866. Río Chisoy, Alta Verapaz, Guatemala.
Poecilia limantouri Jordan y Snyder, 1900. Río Tamesí, cerca de Tampico, Tamaulipas, México.
Poecilia sphenops vantynei Hubbs, 1935. Uaxactun, Petén, Guatemala, en la cuenca hidrográfica del río Hondo.
Mollienesia sphenops macrura Hubbs, 1935. Río San Pedro del Mártir en el Paso de los Caballos, Petén, Guatemala.
Mollienesia sphenops altissima Hubbs, 1936. Arroyo Miramar cerca de Talcha, Yucatán, México.
Mollienesia sphenops melanistia Hubbs, 1937. Arroyo San Carlos, tributario de la cuenca del río Soto la Marina, Tamaulipas, México.
Mollienesia sphenops petersi Schindler, 1959. Lago Yojoa, Honduras.

Diagnosis. Los miembros de *P. mexicana* se caracterizan por ser peces de tamaño pequeño, los machos llegan a medir hasta 7 cm y las hembras alcanzan los 8.5 cm lo cual indica que presentan dimorfismo sexual en cuanto a la talla (Meyer *et al.*, 1985). Un carácter distintivo de la especie y por el cual actualmente se le puede diferenciar de *P. sphenops* es que las puntas de los dientes internos son unicúspides (Schultz y Miller, 1971). En cuanto a sus características merísticas, presentan de 8 a 11 radios dorsales; generalmente 9 radios en la aleta anal; 14 a 16 en la aleta pectoral; 6 radios ventrales; presentan de 26 a 29 hileras de escamas a lo largo de la línea lateral (Meyer *et al.*, 1985); y 18 escamas alrededor del pedúnculo caudal. Los poros supraorbitales 1 y 2 están presentes. La coloración en vivo, difiere entre machos y hembras, en los primeros se observan colores azul-verde metálicos, con grandes manchas oscuras sobre las aletas dorsal que es muy elevada y la caudal, y en hembras el color es café sin mancha alguna sobre las aletas, únicamente presentan una hilera de manchas oscuras a lo largo del cuerpo.

Distribución. *P. mexicana* se distribuye desde la parte superior de la cuenca del río San Juan, un tributario del río Bravo y del río San Fernando, Tamaulipas en el Noreste de México, hacia el sureste de la costa Atlántica de México hasta Belice, en Guatemala en los ríos Polochic y Motagua, probablemente también en el noreste de Honduras (Miller, 1983) (figura 6).



Fig. 6. Mapa de distribución de la especie *P. mexicana* en México y Centroamérica

Tomando en cuenta las diagnósis anteriores, la especie *P. mexicana* fue determinada plenamente en este trabajo, definiéndola de acuerdo a las características citadas en las diagnósis respectivas. De esta manera la presencia de sierras en el cuarto radio anterior, que es lo que define al género *Poecilia*, fue observada en los 153 ejemplares estudiados, lo que no sucede con el subgénero *Mollinesia*, el cual se caracteriza por la presencia de un gancho en la parte distal del tercer radio y la parte distal del quinto radio posterior. Con relación al establecimiento de la especie se tomó en cuenta el trabajo de Shultz y Miller (1971), en el cual se definen a las especies que conforman al complejo *P. sphenops*; por presentar tipo denticional unicúspide y menos de 11 radios, como es el caso de *P. mexicana*.

Dentro de este complejo destacan especies con amplia distribución, que presentan mucha semejanza con *P. mexicana*, como *P. latipunctata* Meek y *P. sulphuraria* Álvarez. Estas tres formas son simpátricas por la distribución que presentan, y además son muy semejantes por el tipo de dentición interna unicúspide, pero frecuentemente difieren en vida, y parece que representan a varias especies que

aparentemente hibridizan en la naturaleza. Debido a la amplia distribución geográfica de la especie en cuestión, y observando la variación de formas y sus alternativas de hibridización, se puede proponer que la especie presenta las características de una superespecie, que por alopatría ha venido ampliando sus áreas de distribución.

Con respecto a las características diagnósticas para los 153 ejemplares, se definió primero el tamaño de los ejemplares, se separaron por machos y hembras y posteriormente se tomo en cuenta el tipo de dentición unicúspide, siguiendo las claves de Miller (1983). Las características merísticas observadas fueron de nueve a diez radios dorsales; nueve radios en la aleta anal; entre 14 y 16 en la aleta pectoral; de 26 a 29 hileras de escamas a lo largo de la línea lateral y dieciocho escamas alrededor del pedúnculo caudal. Los poros supraorbitales 1 y 2 estuvieron presentes. A pesar de que todos los ejemplares estudiados presentaron mucha similitud en cuanto a la diagnosis referida en la literatura, y conforme a estas características se les ubicó dentro de *P. mexicana*, sin embargo al analizar otras características específicas como las que se estudian en este trabajo, se encontraron diferencias, significativas que nos hacen pensar que existen formas que no se apegan por completo a esta definición, por lo cual se realizo el análisis fenético de dichas características, a través del análisis de componentes principales.

RESULTADOS DEL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Antes de presentar en forma gráfica los resultados obtenidos, se muestra a continuación una tabla, en la cual se desglosan las leyendas de los gráficos de acuerdo a la localidad estudiada y a las poblaciones correspondientes. El nombre completo de cada localidad se pueden observar en el apéndice 2.

A1 a A10 individuos de Oaxaca localidad 1	Oax 1
B1 a B10 individuos de Oaxaca localidad 2	Oax 2
C1 a C10 individuos de Veracruz localidad 1	Ver 1
D1 a D10 individuos de Veracruz localidad 2	Ver 2
E1 a E10 individuos de Veracruz localidad 3	Ver 3
F1 a F10 individuos de Morelos localidad 1	Mor 1
G1 a G10 individuos de Guerrero localidad 1	Gro 1
H1 a H10 individuos de Campeche localidad 1	Cam 1
I1 a I10 individuos de Campeche localidad 2	Cam 2
J1 a J10 individuos de Tabasco localidad 1	Tab 1
K1 a K10 individuos de Tabasco localidad 2	Tab 2
L1 a L10 individuos de Tamaulipas localidad 1	Tam 1
M1 a M10 individuos de Quintana Roo localidad 1	QR 1
N1 a N8 individuos de Quintana Roo localidad 2	QR 2
N9 a O3 individuos de Chiapas localidad 1	Chis 1
O4 a P3 individuos de Chiapas localidad 2	Chis 2

A continuación se muestra la representación gráfica de los datos obtenidos en el análisis de componentes principales. El siguiente es un gráfico en dos dimensiones, donde se encuentran representada la asociación de los 153 individuos pertenecientes a las poblaciones de las localidades estudiadas, representados estos últimos por letras y los primeros por números (Figura 7).

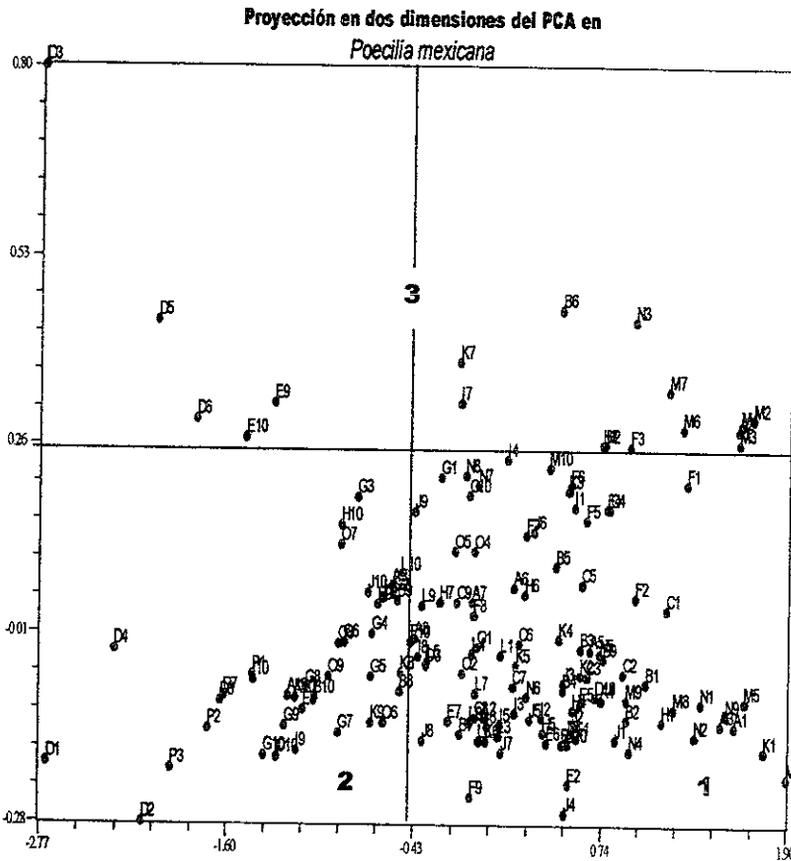


Figura 7. Representación en dos dimensiones del Análisis de Componentes Principales para *P. mexicana*

Si analizamos esta representación gráfica, separándola por cuadrantes, podemos observar que se pueden diferenciar tres grupos bien definidos, un primer grupo, el cuadrante 1 es donde las poblaciones se encuentran más relacionadas, reúne a las poblaciones marcadas con las letras A, B, C, E, F, H, I, J, K, L, M, N y O, y corresponden a los estados de Oaxaca, Veracruz, Morelos, Campeche, Tabasco, Tamaulipas, Quintana Roo y Chiapas. El segundo grupo, el del cuadrante 2 relaciona a

las poblaciones D, G, O y P, correspondientes a Veracruz, Guerrero y Chiapas respectivamente y el tercer grupo del cuadrante 3 que se ubica en la parte superior de la gráfica y reúne tanto al cuadrante superior izquierdo como al derecho, une a las poblaciones marcadas como D, E y M con algunos puntos aislados de otras poblaciones, y corresponden a los ejemplares de Veracruz y Quintana Roo.

El primer grupo muestra una relación muy estrecha entre unas poblaciones y otras por la cercanía de los puntos, semejando un conglomerado de puntos muy amplio, algunos individuos de estas mismas poblaciones se aíslan ligeramente, pero aunque se separan, no dejan de presentar similitud con las poblaciones de este conglomerado y más aún con otras poblaciones dentro del mismo gráfico, lo cual nos indica que existe variación dentro de este conglomerado, que aunque en la gráfica no es muy evidente, se refleja en la variabilidad contenida por el eigen valor obtenido para el primer componente conformado por los 5 caracteres que contienen el mayor peso y que en el cuadro 3 se ve reflejado en el valor que más se acerca a uno.

En la figura 8 se puede observar el mismo patrón de distribución de los datos, pero en tres dimensiones, en esta también se pueden definir a los tres grupos observados en la gráfica anterior, solamente que el conglomerado se observa de otra forma por el tipo de gráfico. El primer grupo se encuentra en el centro del gráfico y conglomera a las mismas poblaciones del anterior, el segundo grupo esta presente en la parte superior de la gráfica y el tercer y último grupo se ubica en el extremo izquierdo de la gráfica.

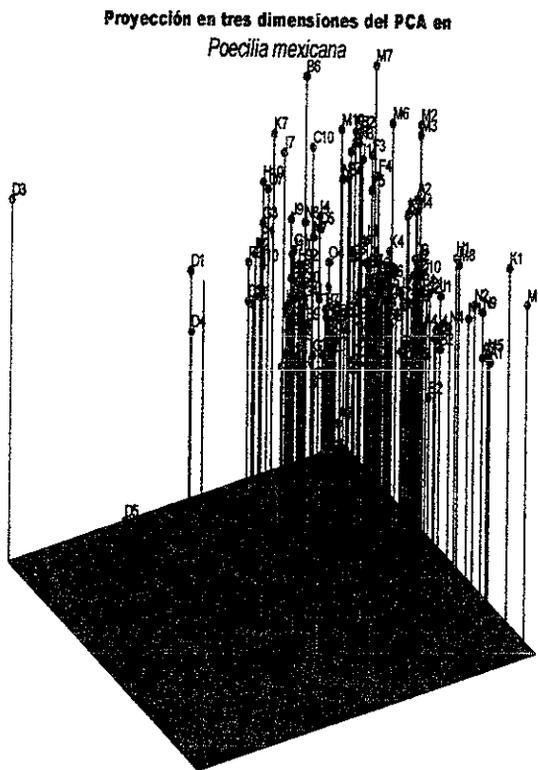


Figura 8. Representación en tres dimensiones del Análisis de Componentes Principales

En el siguiente cuadro podemos observar como es la distribución de cada uno de los individuos representados en las gráficas, indicando a que componente corresponde (cuadro 1)

No ind	Com 1	Com 2	Com 3	No ind	Com 1	Com 2	Com 3	No ind	Com 1	Com 2	Com 3
A1	Oax 1			F2	Mor 1			K3	Tab 2		
A2	Oax 1			F3	Mor 1			K4	Tab 2		
A3	Oax 1			F4	Mor 1			K5	Tab 2		
A4	Oax 1			F5	Mor 1			K6	Tab 2		
A5	Oax 1			F6	Mor 1			K7			Tab 2
A6	Oax 1			F7	Mor 1			K8	Tab 2		
A7	Oax 1			F8	Mor 1			K9	Tab 2		
A8	Oax 1			F9	Mor 1			K10	Tab 2		
A9		Oax 1		F10	Mor 1			L1	Tam 1		
A10		Oax 1		G1	Gro 1			L2	Tam 1		
B1	Oax 2			G2		Gro 1		L3	Tam 1		
B2	Oax 2			G3		Gro 1		L4	Tam 1		
B3	Oax 2			G4		Gro 1		L5	Tam 1		
B4	Oax 2			G5		Gro 1		L6	Tam 1		
B5	Oax 2			G6		Gro 1		L7	Tam 1		
B6			Oax 2	G7		Gro 1		L8	Tam 1		
B7	Oax 2			G8		Gro 1		L9	Tam 1		
B8		Oax 2		G9		Gro 1		L10	Tam 1		
B9		Oax 2		G10		Gro 1		M1	QR 1		
B10		Oax 2		H1	Cam1			M2		QR 1	
C1	Ver 1			H2	Cam1			M3		QR 1	
C2	Ver 1			H3	Cam1			M4		QR 1	
C3	Ver 1			H4	Cam1			M5	QR 1		
C4	Ver 1			H5	Cam1			M6		QR 1	
C5	Ver 1			H6	Cam1			M7		QR 1	
C6	Ver 1			H7	Cam1			M8	QR 1		
C7	Ver 1			H8		Cam1		M9	QR 1		
C8	Ver 1			H9		Cam1		M10	QR 1		
C9	Ver 1			H10		Cam1		N1	QR 2		
C10	Ver 1			I1	Cam2			N2	QR 2		
D1		Ver 2		I2	Cam2			N3			QR 2
D2		Ver 2		I3	Cam2			N4	QR 2		
D3			Ver 2	I4	Cam2			N5	QR 2		
D4		Ver 2		I5	Cam2			N6	QR 2		
D5			Ver 2	I6	Cam2			N7	QR 2		
D6			Ver 2	I7			Cam2	N8	QR 2		
D7		Ver 2		I8	Cam2			N9	Chis 1		
D8		Ver 2		I9		Cam2		N10	Chis 1		
D9	Ver 2			I10		Cam2		O1	Chis 1		
D10	Ver 2			J1	Tab 1			O2	Chis 1		
E1	Ver 3			J2	Tab 1			O3	Chis 1		
E2	Ver 3			J3	Tab 1			O4	Chis 2		
E3	Ver 3			J4	Tab 1			O5	Chis 2		
E4	Ver 3			J5	Tab 1			O6		Chis 2	
E5	Ver 3			J6	Tab 1			O7		Chis 2	
E6	Ver 3			J7	Tab 1			O8		Chis 2	
E7	Ver 3			J8	Tab 1			O9		Chis 2	
E8		Ver 3		J9	Tab 1			O10		Chis 2	
E9			Ver 3	J10		Tab 1		P1		Chis 2	
E10			Ver 3	K1	Tab 2			P2		Chis 2	
F1	Mor 1			K2	Tab 2			P3		Chis 2	

Cuadro 1. Distribución de las poblaciones estudiadas de *P. mexicana* en los tres componentes principales

En el cuadro 1 se observan las poblaciones que se encuentran representadas en el primer, segundo y tercer componente. De esta forma se puede observar que las poblaciones de los estados de Oaxaca, Veracruz, Campeche, Tabasco y Quintana Roo se distribuyen dentro del componente uno, dos y algunas veces en el tercero, lo cual se puede interpretar como poblaciones con un alto grado de variabilidad, es decir, son poblaciones altamente polimórficas. Al contrario de algunas otras poblaciones como las de los estados de Morelos, Guerrero, Tamaulipas y Chiapas, se localizan en grupos muy compactos en el componente uno o dos, dentro de éstas las de Morelos, Tamaulipas y Chiapas son las poblaciones que presentan mayor variabilidad, ya que se localizan en el primer componente, que es el que tiene el mayor porcentaje de variabilidad.

De lo anterior se puede decir que las poblaciones distribuidas dentro de los tres componentes posiblemente se encuentran traslapadas geográficamente, por lo cual tienen un alto grado de variabilidad genética, por lo cual se presentan formas altamente polimórficas, lo que significa que se están diferenciando hacia probables nuevas especies. En otras poblaciones, como las de Guerrero, Morelos, Tamaulipas y Chiapas, se reconocen formas que se encuentran conglomeradas en la gráfica, sin embargo, son formas muy aisladas geográficamente que presentan alto grado de variabilidad con respecto a poblaciones cercanas. Posiblemente es porque se presenta algún proceso de especiación que conlleve a la diferenciación hacia una subespecie, o especie, lo cual no se puede saber hasta realizar análisis posteriores más específicos sobre estas poblaciones.

El cuadro 2 muestra el análisis del eigen-valor representativo para cada uno de los componentes, el porcentaje de variación total (o porcentaje traza) y la acumulación de los porcentajes conforme se extraen los componentes hasta llegar al 100% o cercano a él, En el presente estudio se obtuvo hasta el componente 16.

Componente principal	Eigen-valor	Porcentaje de la variación total	Acumulación de Porcentaje
1	17.05497	89.76	89.76
2	0.58725	3.09	92.85
3	0.36945	1.94	94.80
4	0.27046	1.42	96.22
5	0.18281	0.96	97.18
6	0.09591	0.50	97.69
7	0.08720	0.46	98.15
8	0.07937	0.42	98.57
9	0.05883	0.31	98.87
10	0.05003	0.26	99.14
11	0.03254	0.17	99.31
12	0.03131	0.16	99.47
13	0.02882	0.15	99.63
14	0.02082	0.11	99.74
15	0.01663	0.09	99.82
16	0.01353	0.07	99.89

Cuadro 2. Valores representativos de cada uno de los componentes principales hasta el 100%

Los tres primeros componentes muestran más del 90% de la variación total obtenida, y por lo tanto fueron los componentes de mayor importancia para la representación de las gráficas, combinándose unos con otros y expresando un 89.76% de variación en el primer componente, 3.09% de variación para el segundo componente y 1.94% de variación para el tercero; conformando un total de 94.80, y dando como consecuencia el mayor peso a estos tres primeros componentes con relación a la variación total, lo cual se ve reflejando en la figura 7 y 8. Los demás componentes tienen un escaso contenido de variabilidad, por lo cual no es muy valiosa la información que nos brindan, pero aún así es importante mencionarlos porque pueden ser de utilidad para completar algunos análisis posteriores

Después de haber analizado los componentes principales de manera gráfica, se procedió a analizar el aporte de cada uno de los 17 caracteres con relación al valor de

contribución de éstos con los tres primeros componentes principales, es decir, se evaluó el peso que cada uno de los caracteres analizados mostró en el análisis de componentes principales, de acuerdo a la variación correspondiente, así el que mayor variación presenta es el que mayor información nos brinda para el análisis (cuadro 3).

Carácter	1er. Componente	2do. Componente	3er. Componente
Punta del hocico al extremo anterior del ojo	0.89781	-0.14132	0.03077
Punta del hocico al origen de la aleta pélvica	0.98447	-0.03791	-0.01883
Punta del hocico al origen de la aleta dorsal	0.98764	-0.01359	-0.06405
Extremo anterior del ojo al origen de la aleta dorsal	0.98644	-0.03815	-0.05102
Extremo anterior del ojo al origen de la aleta pélvica	0.97804	-0.04126	-0.03756
Origen de la aleta pélvica al origen de la aleta dorsal	0.96746	0.08675	-0.01415
Base de la aleta dorsal	0.92771	0.04663	0.20590
Origen de la aleta dorsal a origen de la aleta anal	0.97559	0.06901	0.05957
Origen de la aleta anal a origen de la aleta pélvica	0.78535	-0.51639	-0.30536
Origen de la aleta anal a fin de la aleta dorsal	0.97356	0.13788	0.07887
Base de la aleta anal	0.78878	-0.41463	0.40908
Fin de la aleta dorsal a fin de la aleta anal	0.97525	0.10869	0.05539
Fin de la aleta dorsal a origen de la aleta caudal	0.96459	0.4592	-0.10208
Fin de la aleta anal a origen de la aleta caudal	0.95240	0.20208	0.05893
Fin de la aleta dorsal a origen del extremo inferior del pedúnculo caudal	0.94701	0.05641	-0.11571
Fin de la aleta anal a origen del extremo superior del pedúnculo caudal	0.92848	0.13656	-0.12665
Longitud del pedúnculo caudal	0.96501	0.11408	-0.01333
Longitud patrón ⁽⁸⁾	0.98801	0.00250	-0.02232
Longitud total ⁽⁸⁾	0.99226	0.02910	-0.00349

Cuadro 3. Contribución de caracteres a los tres primeros componentes

Es conveniente mencionar que para analizar el cuadro 3, sólo se tomaron en cuenta los cinco primeros caracteres que tuviesen el valor más alto de contribución en el análisis, no importando el signo que tengan, debido a que son los que presentan mayor capacidad de discriminación para detectar la variabilidad entre las poblaciones.

⁽⁸⁾ Los caracteres referentes a longitud patrón y longitud total no se tomaron en cuenta para el análisis discriminativo de los caracteres que influyen para separar a las poblaciones, esto con el fin de evitar que los valores altos de las tallas de los individuos pudieran influir sobre la realización del análisis de componentes principales, a pesar de haber estandarizado los datos antes de realizar dicho análisis.

De esta forma se observa que el primer componente es un buen discriminante para los grupos conformados por las poblaciones A, B, C, E, F, H, I, J, K, L, M, N, y O, cuyos caracteres más importantes son:

- 3.-Punta del hocico al origen de la aleta pélvica.
- 4.-Extremo anterior del ojo al origen de la aleta dorsal.
- 2.-Punta del hocico al origen de la aleta pélvica.
- 5.-Extremo anterior del ojo al origen de la aleta pélvica.
- 8.-Origen de la aleta dorsal al origen de la aleta anal.

El segundo componente, en el cual se observa menos variabilidad que en el primero, de acuerdo al peso que aportan los caracteres, es buen discriminante para las poblaciones D, G, O de las cuales los caracteres más importantes fueron los siguientes:

- 9.- Origen de la aleta anal al origen de la aleta pélvica.
- 13.- Final de la aleta dorsal al origen de la aleta caudal.
- 11.- Base de la aleta anal.
- 14.-Final de la aleta anal al origen de la aleta caudal.
- 1.-Punta del hocico al extremo anterior del ojo.

El tercer y último componente principal es más discriminante para las poblaciones D, E y M que presentaron mayor variación en los siguientes caracteres:

11. Base de la aleta anal.
- 9.- Origen de la aleta anal al origen de la aleta pélvica.
- 7.- Base de la aleta dorsal.
- 16.- Fin de la aleta anal al origen del extremo superior del pedúnculo caudal.
- 15.- Fin de la aleta dorsal al origen del extremo inferior del pedúnculo caudal.

De estos resultados se puede observar que la mayor variación entre las poblaciones la proporcionan los caracteres mencionados para el primer grupo de

poblaciones separadas, el cual esta formado por las poblaciones A, B, C, E, F, H, I, J, K, L, M, N, y O, siendo estas las que de acuerdo al análisis, contribuyeron con el mayor peso para poder observar que es una especie que varía ampliamente en cuanto a morfología, debido a la gran cantidad de caracteres variables encontrados en este trabajo.

Un problema detectado en el curso del presente trabajo fue que a pesar de que con la diagnosis específica es posible definir a la especie, no siempre se puede estar en la seguridad de la correcta determinación. Lo cual se observó por medio del análisis de componentes principales, en el que se pudo demostrar, que existe una amplia variación dentro del intervalo de los caracteres más específicos que define a esta especie como altamente polimórfica.

A continuación se presentan las figuras 9, 10, 11, 12 y 13, donde se esquematizan en forma gráfica los cinco diagramas de caja, que ilustran como se comportan los caracteres que se consideran los más discriminantes en el primer componente principal. Con relación a cada una de las poblaciones estudiadas se hacen gráficas solamente para los caracteres del primer componente, debido a que es el componente que presenta el 90% de la variación total de todos los componentes, lo cual lo hace el más informativo

Figura 9. Diagrama del carácter 1 (Punta hocico a origen aleta pélvica) para las 9 poblaciones estudiadas

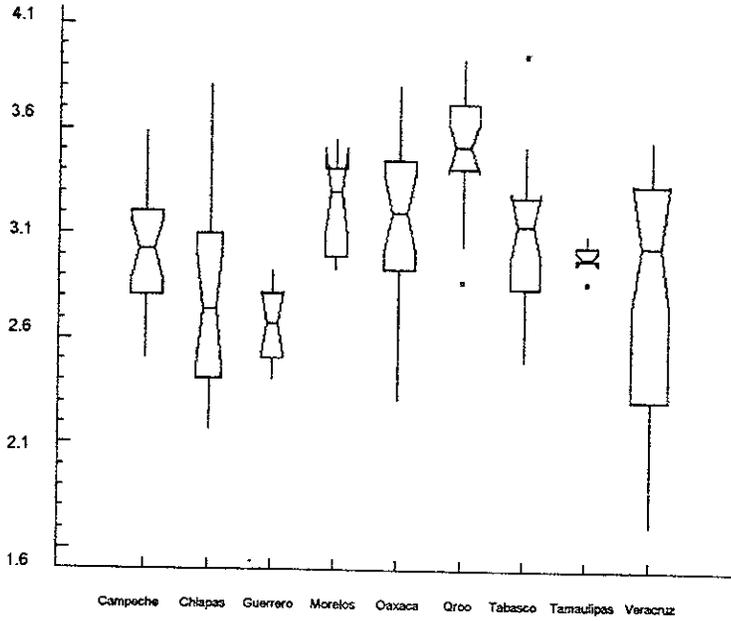


Figura 10. Diagrama del carácter 2 (ext. ant. ojo a origen aleta dorsal) para las 9 poblaciones estudiadas

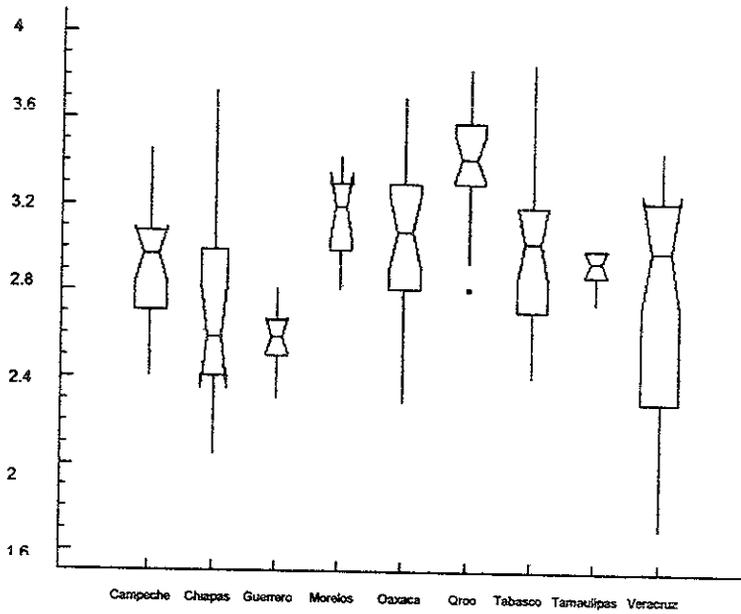


Figura 11. Diagrama del carácter 3 (punta hocico a origen aleta pélvica) para las 9 poblaciones estudiadas

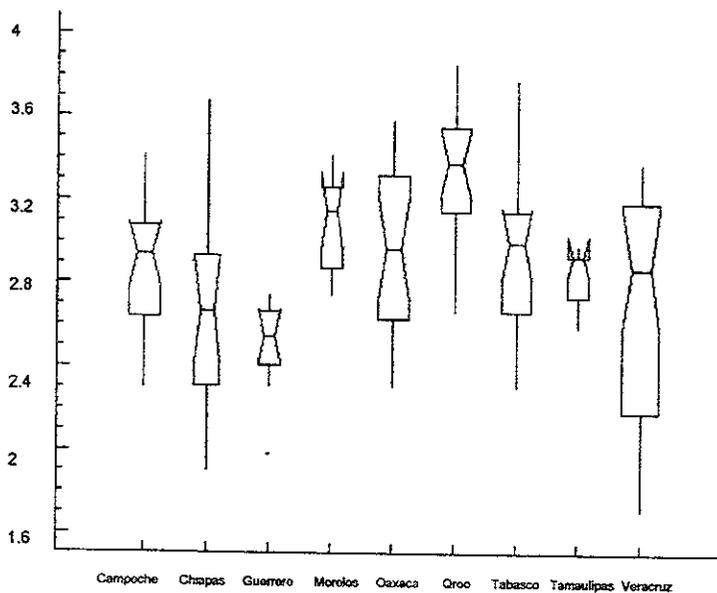


Figura 12. Diagrama del carácter 4 (ext. ant. ojo a origen aleta pélvica) para las 9 poblaciones estudiadas

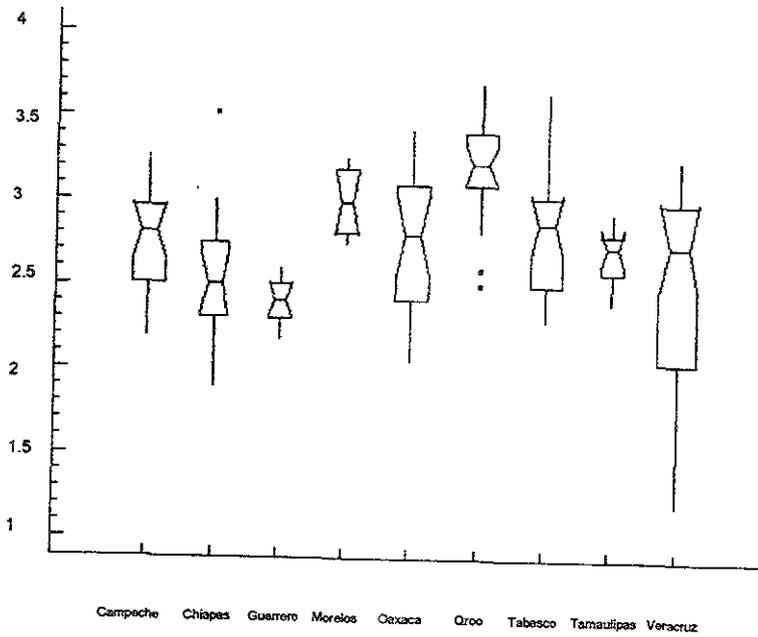
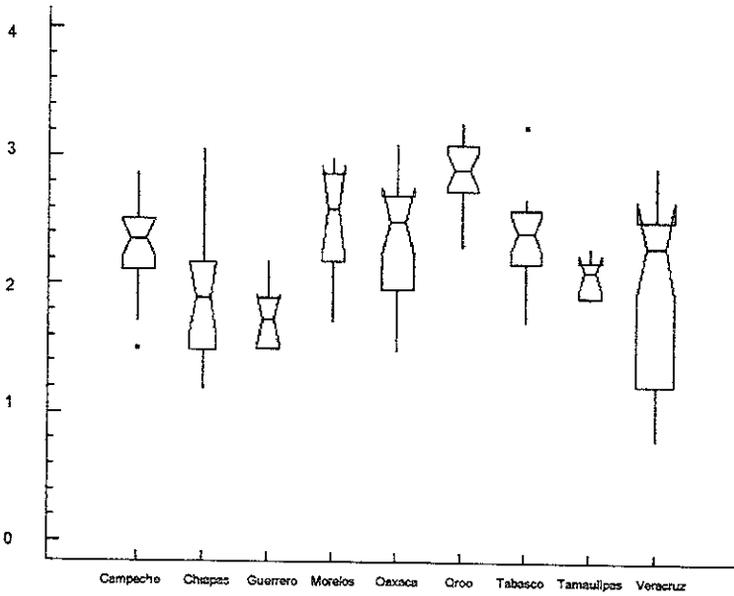


Figura 13. Diagrama del carácter 5 (origen aleta dorsal a origen aleta anal) para las 9 poblaciones estudiadas



Las cinco figuras anteriores muestran un comportamiento muy semejante en cuanto a posición de los diagramas de caja, las cajas centrales y las del lado derecho presentan mayor dispersión, localización y sesgo y se inclinan hacia los valores mayores, mientras que las cajas del extremo izquierdo, muestran una menor dispersión, localización y sesgo inclinándose hacia valores menores. Con lo anterior se puede considerar que los estados de Campeche, Chiapas y Guerrero son los que tienen más semejanzas en cuanto a la dispersión, localización y sesgo. Por otro lado los estados de Morelos, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz representan un conjunto más homogéneo en cuanto a las características antes citadas.

Con relación a la diferenciación que muestra cada una de las figuras de acuerdo al carácter presentado por las muescas, podemos decir que en las figuras 9 a 13 se puede agrupar por solapamiento de muescas por un lado a las poblaciones de los estados de Campeche, Veracruz y Tamaulipas (grupo 1); por otro lado las poblaciones de Morelos, Oaxaca, y Tabasco (grupo 2), y por último se conforman las poblaciones de los estados de Chiapas y Guerrero (grupo 3). Así mismo a la población analizada del estado de Quintana Roo no se le puede agrupar con ninguno de los grupos anteriores, porque no muestra similitud con ninguno de ellos y por tanto se considera como un grupo aparte.

En las figuras 9 y 10 resultan notorios la presencia de tres y un casos extraordinarios respectivamente, que son valores fuera del intervalo más común de los datos en general. La dispersión aumenta para el estado de Tamaulipas y disminuyendo para el estado de Guerrero. Las figuras 10 y 11 muestran semejanza en cuanto a la localización y dispersión de las cajas, a excepción de que en la 11 no se presentan casos extraordinarios. Por último, en las figuras 12 y 13 se puede observar tres y dos casos extraordinarios

Este comportamiento de las cinco figuras indica que existe mucha similitud entre las poblaciones, en cuanto a los cinco caracteres de mayor peso, que son los que se obtuvieron con el análisis de componentes principales, los cuales al ser analizados

mediante el análisis de caja para evaluar su veracidad, resultaron tener el mismo comportamiento, lo cual nos permite asegurar que existe una amplia variación morfológica entre las poblaciones estudiadas y estas se separan por los caracteres ya mencionados, dichos caracteres permitieron definir a la especie y a las poblaciones que se diferencian de acuerdo a su variabilidad. Así como también es importante hacer notar la formación de los tres grupos que definen claramente cuales son las poblaciones que presentan una morfología más parecida.

Este análisis morfométrico ha sido útil para definir la variación entre las poblaciones de *P. mexicana*, en cuanto a los caracteres analizados. Si se analizan los resultados desde el punto de vista evolucionista, se podría proponer que el proceso de especiación en este estudio correspondería al de un modelo alopátrido, que en principio es una hipótesis que resuelve el problema de las barreras geográficas al tratar de explicar la separación reproductiva. Una de las pruebas más importantes en apoyo a esta hipótesis, es que en numerosas especies, las razas geográficas presentan entre sí barreras de esterilidad parcial. Esto muestra la efectividad del aislamiento geográfico y lo mismo se puede argumentar en cuanto a la variación geográfica, ya que en determinadas propiedades ecológicas llega a ser muy alta (Ruiz, 1988). Al mismo tiempo puede constatarse la gradualidad esperada por el darwinismo para este proceso: numerosos grupos de especies analizados recientemente en toda su área de distribución, constan de poblaciones que representan todas las fases de divergencia hasta llegar a una especiación completa. Parte de los problemas en taxonomía para distinguir entre especie y subespecie se debe a esa gradualidad, de ahí que se haya creado el término de superespecie para un grupo monofilético de especies total o esencialmente alopátricas que morfológicamente difieren demasiado para ser incluidos en una sola especie (Ruiz, 1988). Claramente, esto deja abierto a los taxónomos para hacer juicios subjetivos para establecer poblaciones geográficas como especies dentro de una superespecie, o meramente como subespecie dentro de una especie. Desafortunadamente el concepto biológico de especie es algunas veces difícil de aplicar a los componentes de superespecie, como la subespecie, a ellos les puede faltar

mecanismos de aislamiento reproductivo más que simple separación geográfica ((Mayr y Aschlock, 1991).

Así también, se pueden comparar los resultados obtenidos por Ptacek (1998), la cual con base en sus estudios moleculares establece que las especies que conforman al complejo sphenops, son de origen monofilético, así también, Schultz y Miller (1971) definen la monofilia de *P. mexicana* en base a la dentición interna unicúspide. Con esto podemos apoyar el concepto de superespecie, el cual debe cumplir con formar un grupo monofilético.

De acuerdo a lo anterior y tomando en cuenta los resultados obtenidos en el análisis efectuado y con relación a los caracteres obtenidos en el PCA, se puede sugerir que en este trabajo se encontró el caso de una superespecie, a la cual se le puede observar como una especie alopátrida.

El papel básico de la definición de especie ayuda funcionalmente como un criterio cada vez que la delimitación de un taxón específico presenta dificultades. Muchos taxa de especies, particularmente los monotípicos con variabilidad y distribución limitada, no presentan problemas, pero existen dos tipos de dificultades potenciales: 1) la conjunción de fenótipos locales hacia especies biológicas (con el problema de polimorfismo y especies hermanas) y 2) la propia asignación de poblaciones alopátricas y alocrónicas. Es en estas situaciones que el concepto biológico de especie facilita la decisión acerca de cual fenótipo y poblaciones podrían ser consideradas especies completas y cuales no (Mayr y Aschlock, 1991).

Hay casos en los que el concepto biológico de especie es insuficiente, por la cantidad de dificultades que presenta el taxón, por otro lado este permite una gran controversia, con respecto al polimorfismo y a las especies hermanas. Hay otros casos en los que la hibridización y el aislamiento de las poblaciones provoca que algunos autores pongan a consideración si se contemplan como especies enteras o como subespecies (Mayr y Aschlock, 1991).

En este estudio, nos enfrentamos a un caso de una superespecie, en donde todas las poblaciones que la conforman, se encuentran aisladas unas de otras y además son formas diferentes, lo cual puede sugerir, que las poblaciones que se encuentran más aisladas de acuerdo al análisis de componentes principales, pueden formar subespecies, o tal vez sean especies incipientes. Como en el caso de la población de Guerrero, que fue una de las poblaciones que más se separan, y que además se encuentra en la vertiente del Pacífico, lo que sugiere que es una forma diferente y que posiblemente sea una especie incipiente. En el caso de las poblaciones del estado de Morelos, que no se encuentra dentro de la vertiente del Atlántico, se cree que posiblemente haya sido introducida por el hombre. En esta especie las poblaciones se encuentran totalmente aisladas, y por las diferencias encontradas, posiblemente algunas de las formas diferentes, constituyan alguna subespecie, como las reportadas para esta especie en el trabajo de Menzel y Darnell (1973) en el que se reconocen dos subespecies, *P. mexicana mexicana* y *P. mexicana limantouri* distribuidas en el noreste y este central de la cuencas de la costa del Golfo de México.

CONCLUSIONES

Como parte de este estudio y analizando los objetivos planteados al inicio, se puede concluir que:

- El modelo de Strauss y Bookstein (1982) representa una alternativa para minimizar el efecto de talla en los organismos, aunque es posible hacerle algunas modificaciones, para poder utilizarlo con más veracidad y confianza.
- De acuerdo al análisis de componentes principales se concluye, que *P. mexicana* es una especie polimórfica.
- Los caracteres más informativos para evaluar la diferenciación entre las poblaciones de *P. mexicana* son los siguientes:

Punta del hocico al origen de la aleta pélvica.

Extremo anterior del ojo al origen de la aleta dorsal.

Punta del hocico al origen de la aleta pélvica.

Extremo anterior del ojo al origen de la aleta pélvica.

Origen de la aleta dorsal al origen de la aleta anal.

- Estos caracteres fueron determinantes para evaluar la diferenciación de las poblaciones pero no fueron lo suficientemente significativos como para establecer que se trate de varias especies, sino que tenemos una especie que presenta varios morfos, que posiblemente estén especiando hacia alguna subespecie o especie incipiente.
- De la comparación de los análisis moleculares efectuados con anterioridad, y los datos morfológicos para esta especie se observó bastante similitud, ya que describen a *P. mexicana* como una especie altamente polimórfica.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, J. 1948. Descripción de una nueva especie de *Mollinesia* capturada en Baños del Azufre, Tabasco (Pisces, Poeciliidae). *An. Esc. Nac. Cien. Biol.*, 5(3-4):275-281.
- _____ . 1970. **Peces mexicanos (claves)**. Instituto nacional de investigaciones biológico pesqueras. México. 166 p.
- Balsano, J. S. and E. M. Rasch. 1974. Biochemical and cytogenetic studies of *Poecilia* from eastern Mexico. I Comparative microelectrophoresis of plasma proteins of seven species. *Rev. Biol. Trop.*, 21 (2):229-257.
- Bloch, M. E. and J. O. G. Schneider. 1801. *Systema ichthyologiae*. Vols. 1,2. Berlin, Germany.
- Contreras, B. S. 1990. Nuevo Híbrido Natural, *Poecilia mexicana* X *P. latipunctata*, del Río Tamesí, Tamaulipas, México (Pisces: Poeciliidae). *Universidad y Ciencia*, 7(14):61-64.
- Crisci, J. V. y M. F. A. López. 1983. **Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica**. Sría. Gral. de la Org. de los Edos. Amer. Washington. 132 p.
- Cuvier, M. Le B. and M. A. Valenciennes. 1846. *Histoire Naturelle des Poissons*, Vol. 18. Paris, France.
- Chambers, J. M., W. S. Cleveland, B. Kleiner and P. A. Tukey. 1983. "Graphical Methods for Data Analysis", Wadsworth and Brooks/Cole Pub. Company, Pacific Grove. USA. 1-46; 26-29; 129-190.
- Doebler, M., I. Schlupp and J. Parzefall. 1998. *Poecilia formosa*, an all-female fish?. In **Abstracts 78th Annual Meeting of ASIH**, Guelph, Canada.
- Evermann, B. W. and H. W. Clark, 1906. New fishes from Santo Domingo. *Proc. US Nat. Mus.*, 30:851-855.
- Fowler, H. W. 1943. A new poeciliid fish from Honduras. *Notulae Natur.*, 117:1-3.
- Girard, C. 1859. Ichthyological notices. *Proc. Acad. Natur. Sci. Philadelphia*, 11:56-68.

- Hilton, B. B. and B. J. Turner. 1983. Genetic divergence in the *Poecilia Sphenops* Complex in Middle America. *Biochemical Systematics and Ecology*, 11(2):127-137.
- Hotelling, H. 1933. **Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components** *J. Educ. Psychol.*, 24, 417 y 498.
- Hubbs, C. L. 1924. Studies of the Fishes of the Order Cyprinodontes. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich.*, 13:1-31.
- _____, 1926. Studies of the fishes of the order Cyprinodontes. VI. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich.*, 16:1-86.
- Jordan, D. S. 1889. List of fishes collected by Alphonse Forrer about Mazatlan, with descriptions of two new species *Heros beani* and *Poecilia butleri*. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 11:329-334.
- Jordan, D. S. and J. O. Snyder. 1900. Notes on a collection of fishes from the rivers of Mexico, with descriptions of twenty new species. *Bull. US Fish Comm.*, 1899:115-47.
- Jordan, D. S. and B. W. Evermann. 1896. The Fishes of North and Middle America: A descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America, North of the Isthmus of Panama. *Bulletin of the United States National Museum*, 47:690-691.
- Kner, R. and F. Steindachner. 1864. Neue Gattungen and Arten von Fischen aus Central Amerika; gesammelt von Prof. Moritz Wagner. *Abhandl. Bayerischen Akad. Wiss., Math. Phys.*, Cl. 10:1-62.
- LeSueur, C. A. 1821. Description of a new genus, and several species of fresh water fish, indigenous to the United States. *Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 2:2-8.
- Manly B. F. J. 1986. **Multivariate Statistical Methods A Primer**. Ed. Chapman and Hall. London. 159 p.
- Mayr, E. and P. D. Aschlock. 1991. **Principles of Systematic Zoology**. Ed. McGraw-Hill; Inc. USA. 475 p.
- Meek, S. E. 1904. The fresh water fishes of Mexico north of the Isthmus of Tehuantepec. *Publ. Field Columbian Mus., Zool. Ser.*, 5:1-252

- Menzel, B. W. and R. M. Darnell. 1973. Systematics of *Poecilia mexicana* (Pisces: Poeciliidae) in northern Mexico. *Copeia*, 1973:225-37.
- Meyer, M. K. 1983. Une nouvelle espèce de *Poecilia* du Guerrero, Mexique. *Rev. Fr. Aquariol.*, 10:55-58.
- Meyer, M. K., L. Wischnath, und W. Foerster. 1985. **Lebendgebärende Zierfische Arten der Welt**. Mergus Press. Hong Kong. 496 p.
- Miller, R. R. 1975. Five new species of Mexican poeciliid fishes of genera *Poecilia*, *Gambusia* and *Poeciliopsis*. *Occas. Pap. Mus. Zool. Univ. Mich.*, 672:1-44.
- _____. 1983. Checklist and key to the mollies of Mexico (Pisces Poeciliidae: *Poecilia*, subgenus *Mollinesia*). *Copeia*, 1983 (3):817-822.
- Parenti, L. R. 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 168:335-557.
- Pearson, K. 1901. On lines and planes of closest fit to a system of points in space. *Philosophical magazine*, 2:557-72.
- Poey, F. 1854. Los guajacones, pecesillos de agua dulce. 374-392 pp. En: Poey, F. (editor). **Memorias sobre la historia natural de la Isla de Cuba**. Havana, vol. 1.
- Ptacek, M. B. and F. Breden. 1998. Phylogenetic relationships among the mollies (Poeciliidae: *Poecilia: Mollinesia*) based on mitochondrial DNA sequences. In press.
- Rauchenberger, M. 1989. Annotated Species List of the Subfamily Poeciliinae. 3-12 pp. In: Meffe, G.K. and F.F. Jr. Snelson (editors). **Ecology and Evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)**. Prentice Hall. USA. 453 p.
- Regan, C. T. 1913. A Revision of the Cyprinodont Fishes of the subfamily Poeciliinae. *Proc. Zool. Soc. London*, 11:977-1018.
- Rivas, L. R. 1978. A new species of poeciliid fish of the genus *Poecilia* from Hispaniola, with reinstatement and description of *P. dominicensis* (Evermann and Clark). *Northeast Gulf Sci.*, 2:98-112.

- _____. 1980. Eight new species of poeciliid fishes of the genus *Limia* from Hispaniola. *Northeast Gulf Sci.*, 2:98-112.
- Rohlf, J. F. 1998. **NTSYS-pc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Versión 2.02C**. Exeter publishing. USA. .
- Rodríguez, M. L. C. 1997. Phylogenetic analysis of the Tribe Poeciliini (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Copeia*, 4:663-679.
- Rosen, D. E. 1960. Middle America Poeciliid fish of the genus *Xiphophorus*. *Bull. Florida St. Mus. Biol. Sci.*, 5(4):54-242.
- Rosen, D. E. and R. M. Bailey. 1963. The poeciliid fishes (Cyprinodontiformes), their structure, zoogeography, and systematics. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 126:1-176.
- Ruíz, R. G. 1988. Especiación. Teorías, modelos y polémicas. *Ciencias*, 2:44-54.
- Salgado, U. I. H. 1992. **El Análisis Exploratorio de Datos Biológicos Fundamentos y Aplicaciones**. Escuela Superior de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM. México 243 p.
- Schultz, R. J. 1969. Hybridization, unisexuality and polyploidy in the teleost *Poeciliopsis* (Poeciliidae) and other vertebrates. *Amer. Nat.*, 103:613-19.
- Schultz, R. J. and R. R. Miller. 1971. Species of the *Poecilia sphenops* complex (Pisces Poeciliidae) in Mexico. *Copeia*, 2:282-290.
- Steindachner, F. 1863. Beiträge zur Kenntniss der Sciaenoiden Brasiliens und der Cyprinodonten Mejicos. Sitzber. K. Acad. Wiss. Wien, *Math. Nat. Cl.*, 48(1):162-85.
- Steindachner, F. 1880. Zur Fische-Fauna des Cauca und der Flüsse beim Guayaquil. *Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien*, 42(1):55-103.
- Strauss, R. E. and F. L. Bookstein. 1982. The Truss: Body Form Reconstructions in Morphometrics. *Syst. Zool.*, 3(2):113-135.
- Trewavas, E. 1948. Cyprinodont fishes of San Domingo, Island of Haiti. *Proc. Zool. Soc. London*, 118:408-15.
- Wiley, E. O. 1978. The evolutionary species concept reconsidered. *Syst. Zool.*, 27(1): 17-26.

APÉNDICE 1

Morfometría

Se presenta a continuación la morfometría de los organismos medidos, representados por la media de cada una de las mediciones tomadas en milímetros y transformadas a logaritmos naturales, para cada una de las localidades de estudio.

CAMPECHE

Carácter	Media del ln de Campeche 1	Media del ln de Campeche 2
Punta hocico a extremo ant. ojo	2.715	2.5775
Punta hocico a origen pélvica	20.16	17.1
Punta hocico a origen dorsal	23.05	19.33
Extremo ant.ojo a origen dorsal	20.55	17.6725
Extremo ant.ojo a origen pélvica	17.41	15.285
Origen pélvica a origen dorsal	11.55	9.5775
Base de la aleta dorsal	5.648	4.8925
Origen dorsal a origen anal	11.35	10.025
Origen anal a origen pélvica	4.018	3.25
Origen anal a fin dorsal	11.78	10.1275
Base de la aleta anal	1.923	1.72
Fin dorsal a fin anal	9.663	7.98
Fin dorsal a donde empieza la caudal	11.01	8.6
Fin anal a donde empieza la caudal	12.87	10.6775
Fin dorsal a donde empieza el ext. Inf. pedúnculo caudal	9.54	7.9875
Fin anal a donde empieza ext. Sup. pedúnculo caudal	9.453	7.6695
Longitud pedúnculo caudal	7.775	6.3275
Longitud patrón	38.84	32.6225
Longitud total	51.91	43.095

CHIAPAS

Carácter	Media del In de Chiapas 1	Media del In de Chiapas 2
Punta hocico a extremo ant. ojo	2.9	1.4825
Punta hocico a origen pélvica	22.32	12.565
Punta hocico a origen dorsal	27.52	13.445
Extremo ant.ojo a origen dorsal	25.08	11.9975
Extremo ant.ojo a origen pélvica	19.69	11.003
Origen pélvica a origen dorsal	12.64	5.24
Base de la aleta dorsal	5.585	3.69
Origen dorsal a origen anal	11.77	5.6625
Origen anal a origen pélvica	6.235	1.945
Origen anal a fin dorsal	11.54	5.6525
Base de la aleta anal	2.055	1.1495
Fin dorsal a fin anal	9.745	4.1225
Fin dorsal a donde empieza la caudal	12.22	6.225
Fin anal a donde empieza la caudal	13.57	7.17
Fin dorsal a donde empieza el ext. Inf. pedúnculo caudal	9.345	5.42
Fin anal a donde empieza el ext. Sup. pedúnculo caudal	10.26	5.2225
Longitud pedúnculo caudal	7.1	3.36
Longitud patrón	45.15	23.24
Longitud total	59.36	31.09

GUERRERO

Carácter	Media del In de Guerrero 1
Punta hocico a extremo ant. ojo	1.16
Punta hocico a origen pélvica	12.79
Punta hocico a origen dorsal	14.68
Extremo ant. ojo a origen dorsal	13.44
Extremo ant. ojo a origen pélvica	11.23
Origen pélvica a origen dorsal	5.768
Base de la aleta dorsal	2.593
Origen dorsal a origen anal	6.018
Origen anal a origen pélvica	2.355
Origen anal a fin dorsal	6.56
Base de la aleta anal	1.14
Fin dorsal a fin anal	4.895
Fin dorsal a donde empieza la caudal	6.78
Fin anal a donde empieza la caudal	8.303
Fin dorsal a donde empieza el ext. Inf. pedúnculo caudal	5.34
Fin anal a donde empieza ext. Sup. pedúnculo caudal	5.445
Longitud pedúnculo caudal	4.02
Longitud patrón	23.99
Longitud total	31.69

MORELOS

Carácter	Media del In de Morelos 1
Punta hocico a extremo ant. ojo	3.013
Punta hocico a origen pélvica	22.76
Punta hocico a origen dorsal	26.63
Extremo ant. ojo a origen dorsal	23.99
Extremo ant. ojo a origen pélvica	20.37
Origen pélvica a origen dorsal	13.48
Base de la aleta dorsal	6.563
Origen dorsal a origen anal	13.33
Origen anal a origen pélvica	3.903
Origen anal a fin dorsal	15.54
Base de la aleta anal	2.023
Fin dorsal a fin anal	12.53
Fin dorsal a donde empieza la caudal	11.46
Fin anal a donde empieza la caudal	18.75
Fin dorsal a donde empieza el ext. Inf. pedúnculo caudal	10.67
Fin anal a donde empieza ext. Sup. pedúnculo caudal	11.12
Longitud pedúnculo caudal	8.435
Longitud patrón	44.85
Longitud total	59.99

ESTE TRABAJO FUE
 REALIZADO EN
 EL INSTITUTO
 DE INVESTIGACIONES
 CIENTÍFICAS Y
 TECNOLÓGICAS
 DEL ESTADO DE
 MORELOS

OAXACA

Carácter	Media del In de Oaxaca 1	Media del In de Oaxaca 2
Punta hocico a extremo ant. ojo	3.243	2.92
Punta hocico a origen pélvica	22.49	19.2275
Punta hocico a origen dorsal	26.92	23.5875
Extremo ant. ojo a origen dorsal	24.35	21.39
Extremo ant. ojo a origen pélvica	18.73	16.4725
Origen pélvica a origen dorsal	14.14	11.775
Base de la aleta dorsal	5.248	4.2175
Origen dorsal a origen anal	12.55	11.2275
Origen anal a origen pélvica	6.053	4.56
Origen anal a fin dorsal	12.91	11.875
Base de la aleta anal	2.469	2.0275
Fin dorsal a fin anal	10.77	9.6725
Fin dorsal a donde empieza la caudal	13.77	10.4475
Fin anal a donde empieza la caudal	16.69	12.6575
Fin dorsal a donde empieza el ext. Inf. Pedúnculo caudal	16.29	12.765
Fin anal a donde empieza ext. Sup. pedúnculo caudal	18.3	14.5525
Longitud pedúnculo caudal	8.523	6.9875
Longitud patrón	44.95	38.3247
Longitud total	56.62	48.725

QUINTANA ROO

Carácter	Media del In de Quintana Roo 1	Media del In de Quintana Roo 2
Punta hocico a extremo ant. ojo	5.433	3.75625
Punta hocico a origen pélvica	33.34	25.25625
Punta hocico a origen dorsal	36.32	30.8375
Extremo ant. ojo a origen dorsal	33	27.546875
Extremo ant. ojo a origen pélvica	28.82	22.334375
Origen pélvica a origen dorsal	20.28	14.58125
Base de la aleta dorsal	10.89	6.784375
Origen dorsal a origen anal	21.11	14.990625
Origen anal a origen pélvica	6.803	5.8375
Origen anal a fin dorsal	23.13	15.128125
Base de la aleta anal	3.575	2.4
Fin dorsal a fin anal	19.24	12.765625
Fin dorsal a donde empieza la caudal	17.43	13.328125
Fin anal a donde empieza la caudal	27.07	17.721875
Fin dorsal a donde empieza el ext. Inf. pedúnculo caudal	17.28	11.809375
Fin anal a donde empieza ext. Sup. pedúnculo caudal	20.38	12.490625
Longitud pedúnculo caudal	14.79	9.578125
Longitud patrón	65.02	50.19375
Longitud total	88.19	66.9

TABASCO

Carácter	Media del In de Tabasco 1	Media del In de Tabasco 2
Punta hocico a extremo ant. ojo	2.703	2.915
Punta hocico a origen pélvica	19.72	20.66
Punta hocico a origen dorsal	23.11	24.2775
Extremo ant. ojo a origen dorsal	20.86	21.78
Extremo ant. ojo a origen pélvica	17.22	17.8275
Origen pélvica a origen dorsal	11.14	11.405
Base de la aleta dorsal	5.63	5.3475
Origen dorsal a origen anal	10.7	11.895
Origen anal a origen pélvica	4.908	4.1175
Origen anal a fin dorsal	10.91	12.0125
Base de la aleta anal	2.373	2.3525
Fin dorsal a fin anal	8.323	9.33
Fin dorsal a donde empieza la caudal	10.46	10.13
Fin anal a donde empieza la caudal	13	13.9925
Fin dorsal a donde empieza el ext. Inf. pedúnculo caudal	8.758	8.88
Fin anal a donde empieza el ext. Sup. pedúnculo caudal	8.545	8.9025
Longitud pedúnculo caudal	7.103	6.82
Longitud patrón	38.39	40.345
Longitud total	50.69	52.9625

TAMAULIPAS

Carácter	Media del ln de Tamaulipas 1
Punta hocico a extremo ant ojo	2.035
Punta hocico a origen pélvica	17.39
Punta hocico a origen dorsal	20.2
Extremo ant. ojo a origen dorsal	18.54
Extremo ant. ojo a origen pélvica	14.89
Origen pélvica a origen dorsal	7.653
Base de la aleta dorsal	4.685
Origen dorsal a origen anal	8.093
Origen anal a origen pélvica	3.73
Origen anal a fin dorsal	8.74
Base de la aleta anal	1.915
Fin dorsal a fin anal	6.778
Fin dorsal a donde empieza la caudal	9.635
Fin anal a donde empieza la caudal	12.57
Fin dorsal a donde empieza el ext. inf. pedúnculo caudal	7.653
Fin anal a donde empieza ext. Sup. pedúnculo caudal	7.433
Longitud pedúnculo caudal	5.325
Longitud patrón	36.63
Longitud. total	44.83

VERACRUZ

Carácter	Media del In de Veracruz 1	Media del In de Veracruz 2	Media del In de Veracruz 3
Punta hocico a extremo ant. ojo	3.455	1.415	2.8075
Punta hocico a origen pélvica	21.2	10.7575	19.1025
Punta hocico a origen dorsal	25.8	12.78	21.995
Extremo ant. ojo a origen dorsal	23.83	11.16	19.667
Extremo ant. ojo a origen pélvica	19.2575	9.21	16.125
Origen pélvica a origen dorsal	12.6475	5.6775	9.6775
Base de la aleta dorsal	5.225	2.2525	4.235
Origen dorsal a origen anal	12.3225	5.155	9.1475
Origen anal a origen pélvica	4.905	1.9125	5.215
Origen anal a fin dorsal	12.6625	5.1375	9.1225
Base de la aleta anal	2.1425	1.1925	1.9325
Fin dorsal a fin anal	10.4525	4.145	7.535
Fin dorsal a donde empieza la caudal	11.5375	5.145	9.7975
Fin anal a donde empieza la caudal	14.7525	6.225	10.5625
Fin dorsal a donde empieza el ext. Inf. pedúnculo caudal	13.3275	5.91	10.01
Fin anal a donde empieza el ext. Sup. pedúnculo caudal	14.51	5.6875	9.56
Longitud pedúnculo caudal	7.8925	3.3425	6.4325
Longitud patrón	42.415	20.995	36.78
Longitud total	53.7425	27.635	46.31

APENDICE 2**Material examinado**

Campeche: Localidad 1 Estero a Laguna azul, Laguna de Términos, Campeche. IBUNAM-618. Col. ARM 28/04/1973; Localidad 2 Canales de Riego a 1 Km del Ingenio, La Joya, Campeche IBUNAM-6594. Col. HEP/JL 18/04/1988. **Chiapas:** Localidad 1. Río Lacantun, Ejido Pico de Oro, Chiapas. IBUNAM-3671. Col. AHL 15/10/1986; Localidad 2. Arroyo pasando carretera Ocosingo Ruinas de Tonina, Chiapas. IBUNAM-3627. Col. JLV/colaboradores. **Guerrero:** Localidad 1. Río Murga, Guerrero. IBUNAM-2224. Col. HEP/PFM 28/07/1984. **Morelos:** Localidad 1. Bordo Atotonilco, Municipio de Juanacaltepec, Morelos. IBUNAM-2332. Col. HM 28/03/1984. **Oaxaca:** Localidad 1. MAC-VII-11. Arroyo Cuñete (6 Km después de 3 arroyos) Oaxaca. IBUNAM-8905. Col. DMB/LHC/RPC/CRO 21/05/1992; Localidad 2. MAC-V-10. Río aproximadamente a 10 minutos de Puerto Escondido, Oaxaca. IBUNAM-8906 (Colectas 91). Col. CRO/RPC/DFM/RV 30/10/1991. **Quintana Roo:** Localidad 1. Laguna Noh-Bec, el Rescate, Quintana Roo. IBUNAM-6265. Col. JCF/HEP/MTGD/ARP 30/05/1987; Localidad 2. Cenote sin nombre el Rescate, Quintana Roo. IBUNAM-6272. Col. JCF/HEP/MTGD/ARP 30/05/87. **Tabasco:** Localidad 1. Desembocadura río Santa Ana Laguna la Machona, Tabasco. IBUNAM-716. Col. ARM/Rossano 09/12/1977; Localidad 2. Carlos A. Madrazo, Río Pueblo Viejo IBUNAM-8907. Col. HEP/DADZ/PGJM 12/06/1997. **Tamaulipas:** Localidad 1 Río San Marcos, Ciudad Victoria, Tamaulipas. IBUNAM-8908. Col. E/G 07/03/1997. **Veracruz:** Localidad 1. Río La Palma los Tuxtías, Veracruz. IBUNAM-3999. Col. HEP/PFM/Biología de campo 02/08/1985; Localidad 2. Tesisapan, Veracruz. IBUNAM-3747. Col. SGA 02/10/1994; Localidad 3. La piedra, parte alta del estero la Laja, Laguna de Tamiahua, Veracruz. IBUNAM-2746. Col. MTDG/JFB 29/11/1985.

Fe de erratas

Pág. 2 párrafo 1 renglón 2, dice:
topote debe decir topote del Atlántico.

Pág. 8 párrafo 3 renglón 2 dice:
Yucatán debe decir Oaxaca.

Pág. 29 párrafo 2 renglón 1 dice:
aleta pélvica debe decir aleta dorsal.

Pág. 31 figura 9 dice: aleta pélvica
debe decir aleta dorsal.

Pág. 40 párrafo 5 renglón 1 dice:
aleta pélvica debe decir aleta dorsal.