



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA**

**DETERMINACIÓN DE EFECTOS FIJOS QUE AFECTAN  
CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS ORNAMENTAL EN EL  
BARBO SUMATRANO (*Puntius tetrazona*)**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**PRESENTA**

**PSIQUE VICTORIA RIVERO MARTÍNEZ**

**Asesores:**

**MVZ M. en C. Fernando Yahir García Gómez  
MVZ Dr. Gabriel Ricardo Campos Montes**



**MÉXICO, D.F.**

**2012**



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.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
RESULTADOS .....	15
DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIONES .....	24
REFERENCIAS .....	25
ANEXO I. FIGURAS .....	30

## RESUMEN

RIVERO MARTÍNEZ PSIQUE VICTORIA. Determinación de efectos fijos que afectan características de interés ornamental en el barbo sumatranero (*Puntius tetrazona*). (Bajo la dirección de: MVZ M. en C. Fernando Yahir García Gómez, MVZ Dr. Gabriel Ricardo Campos Montes).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de sexo y de la unidad de producción en características de interés ornamental en el barbo sumatranero (*Puntius tetrazona*). Los organismos fueron obtenidos a partir de 51 desoves en una granja comercial, a las semanas 3 post-eclosión fueron enviados 150 organismos a un núcleo genético (LABORATORIO) y 450 organismos distribuidos en GRANJA. A las 17 semanas de edad fueron anestesiados para realizar las siguientes mediciones: largo patrón, altura máxima, pedúnculo caudal, aleta triangular, aleta trapezoidal, largo aleta caudal, largo y alto de la aleta ventral, largo aleta anal, marca orbital, marca pectoral, marca supra-anal y marca caudal. Las cuales se realizaron sobre fotografías digitales. El análisis se llevó a cabo empleando un modelo lineal que incluyó el efecto de la unidad de producción, sexo y la interacción del sexo y la unidad de producción. Los resultados obtenidos muestran en general que las hembras son más grandes, con aletas de mayor tamaño; y las marcas corporales orbital y caudal más anchas ( $P < 0.05$ ). En GRANJA los peces son de mayor tamaño y el ancho de las marcas corporales pectoral y supra-anal es mayor ( $P < 0.05$ ). No se detectó interacción sexo por lugar en ninguno de los casos ( $P > 0.05$ ).

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales y costeras con fines comerciales<sup>1</sup>, y se puede diferenciar entre la que se realiza con fines alimentarios, como es el cultivo de trucha y tilapia; y la que se realiza con organismos para fines ornamentales.

En la acuicultura ornamental de México las familias que se comercializan comúnmente son la Poeciliidae (poecílicos, *i.e.* el guppy, *Poecilia reticulata*), la Ciclidae (cíclidos, *i.e.* el pez ángel, *Pterophyllum scalare*), la Anabantidae (anabántidos, *i.e.* el pez betta, *Betta splendens*) y la Ciprinidae (ciprínidos)<sup>2</sup>. Dentro de la familia Ciprinidae se encuentra el barbo sumatran ( *Puntius tetrazona*) el cual es un pez popular entre los acuaristas. El cuerpo de *P. tetrazona* es ovoide, con tonos que varían de naranja a plateado, dependiendo del sustrato donde creció, en sus costados presentan tonos iridiscentes, los bordes de las escamas del dorso son oscuros y los bordes exteriores de las aletas dorsal y anal generalmente presentan tonos rojos. Su rasgo característico es la presencia de cuatro rayas transversales de color negro en los costados que pueden variar en el grosor. La primera de estas rayas atraviesa el ojo, la segunda se encuentra delante de la aleta dorsal, la tercera va de la región caudal de la aleta dorsal hasta la aleta anal y la cuarta línea está en el pedúnculo caudal<sup>3, 4</sup> (Imagen 1).



**Imagen 1.** *Puntius tetrazona*.

En la acuicultura de peces para consumo, las características de interés comercial están bien definidas, por ejemplo la ganancia de peso, número de huevos, rendimiento en filete y fecundidad, entre otros<sup>5, 6</sup>. Mientras que en la acuicultura ornamental la importancia económica está dada por características estéticas, que generalmente son subjetivas; sin embargo la armonía, el equilibrio y la simetría tienen un peso importante en el concepto de belleza<sup>7</sup> estas propiedades pueden ser determinadas a partir de medidas corporales<sup>8</sup>.

Un factor relacionado a las características estéticas es el sexo; ejemplo de esto se ha observado en algunas variedades como el guppy (*Poecilia reticulata*), el beta (*Betta splendens*), el pez cola de espada (*Xiphonphorus helleri*), entre otras; en las que existe un marcado dimorfismo sexual donde los machos tienen libreas de

colores brillantes y aletas más desarrolladas<sup>3, 4</sup>. En tanto que en el *Puntius tetrazona* la boca del macho tiende a ser de color rojo<sup>9</sup>; sin embargo, no todos los machos presentan éste patrón de pigmentación <sup>a‡</sup>.

En acuicultura se ha documentado la importancia de los factores ambientales sobre diversas características en diversas especies. En el *Penaeus vannamei* hay diferencias en el peso a la cosecha dependiendo de la densidad de siembra<sup>10</sup>, Fernández y Bodoy (1987)<sup>11</sup> detectaron diferencias en el crecimiento de *Ostrea puelchana* en dos sistemas de producción experimentales; sin embargo Gjerde *et al* (2004)<sup>12</sup> no detectaron diferencias de crecimiento y sobrevivencia en bacalao (*Gadus morhua*) entre dos lugares de crianza. En el caballito barrigudo (*Hippocampus abdominalis*) y en la perca euroasiático (*Perca fluviatilis*) los hábitos alimenticios, el crecimiento y la sobrevivencia se ven afectados por el color del fondo del tanque de crecimiento. En cambio en el caballito del norte (*Hippocampus erectus*) la coloración de la piel y la sobrevivencia están relacionados con el color del sustrato, la intensidad de la luz y la temperatura<sup>13, 14, 15</sup>.

Otro efecto ambiental importante en acuicultura es el efecto de ambiente común de tanque de crecimiento el cual es una combinación de factores ambientales como la densidad poblacional, la calidad de agua, la disponibilidad de alimento, las interacciones sociales, el color de sustrato, y la intensidad de luz, entre otros; que

---

<sup>a‡</sup> Lugo GAT. Comunicación personal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Abril, 2011.

puede generar confusión en la evaluación de las características de interés<sup>13, 15, 16, 17</sup>.

Las unidades de producción acuícolas se clasifican de acuerdo al tipo de instalaciones, la cantidad y la calidad de agua disponible, a las prácticas aplicadas de cultivo y a las biomásas finales obtenidas a la cosecha; en extensivas, semi-intensivas o intensivas<sup>18, 19</sup>. El desarrollo de la acuicultura ornamental ha desembocado en la creación de núcleos genéticos, como el Genetic Stock Center de la Universidad Estatal de Texas<sup>20</sup>, en donde tecnificación y los controles zootécnicos son más estrictos con respecto a las unidades comerciales de producción<sup>5</sup>. En éstos lugares las dificultades de identificación y conservación de genealogía hacen que los organismos se mantengan en peceras junto con sus hermanos<sup>21, 22, 23</sup>.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del sexo y de la unidad de producción en características de interés ornamental en el barbo sumatranos (*Puntius tetrazona*).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El estudio se llevó a cabo en la “Granja Cuautlita I”, ubicada en el municipio de Tetecala, Estado de Morelos (GRANJA) y en las instalaciones del núcleo genético de peces de ornato del “Laboratorio de Sistemas Acuícolas” de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (LABORATORIO), en México D.F.

### **Obtención de los organismos**

Los animales fueron obtenidos a partir de 51 desoves realizados en dos grupos (19 desoves en el primero y 33 en el segundo) con una semana de diferencia por medio de apareamientos naturales con una relación de un macho por cada hembra. Una vez eclosionados los desoves se mezclaron y se distribuyeron de manera aleatoria en 7 peceras de 80 l durante dos días y se trasladaron a un tanque con paredes y piso de cemento con una columna de agua de 65 cm, sin aireación mecánica ni recambio de agua.

### **Manejo de los organismos**

Durante la primer semana las crías recibieron alimento vivo (*Artemia sp* y *Daphnia sp*), las siguientes dos semanas la alimentación fue 50% alimento vivo y 50% alimento balanceado “El Pedregal Silver Cup ®” con 52% de proteína y 14% de grasa y de la cuarta semana en adelante sólo se proporcionó alimento balanceado.

A las tres semanas post-eclosión se trasladaron 100 peces al LABORATORIO, y otro grupo de 50 peces se trasladó a las cinco semanas post-eclosión. Los organismos fueron sembrados en peceras con 17 l a una densidad de 0.59 organismos/l (1.7 l/organismo), con temperatura controlada de 25-26°C y fotoperiodo de 14 horas luz y 10 horas oscuridad. Se les proporcionó alimento balanceado marca “El Pedregal Silver Cup ®” con 52% de proteína y 14% de grasa y nauplio de *Artemia* sp, a partir de la tercera semana en LABORATORIO solo recibieron alimento balanceado. La supervivencia a las 17 semanas fue de 98%.

En la GRANJA a la quinta semana post-eclosión se transfirieron 55 organismos en 8 jaulas de 0.5 m<sup>3</sup> que fueron distribuidas en cuatro tanques, con temperatura entre 23-23.5 °C; y recibieron alimento balanceado “Nutripec de Purina ®” con 45% de proteína y 10% de grasa. Debido al manejo realizado en la granja se modificó la distribución y el número de las jaulas quedando cuatro jaulas en dos tanques, contando con el 26.36% de supervivencia de los organismos.

### **Obtención de los datos**

A las 17 semanas de edad los peces alcanzaron la talla comercial (2 - 2.5 cm), por lo que se realizaron las mediciones correspondientes, las cuales se realizaron sobre fotografías digitales para lo cual se colocó la cámara sobre un tripie a 38 cm de distancia del pez y se alineó con ayuda de un nivel.

Los peces fueron anestesiados usando una disolución de 3 ml de anestésico (12% de aceite de clavo, 88% de etanol al 71%) en 2 l de agua. Se consideró que el pez estaba anestesiado cuando perdió el equilibrio natatorio, descendieron sus movimientos branquiales y no mostraba reflejos táctiles<sup>24</sup>.

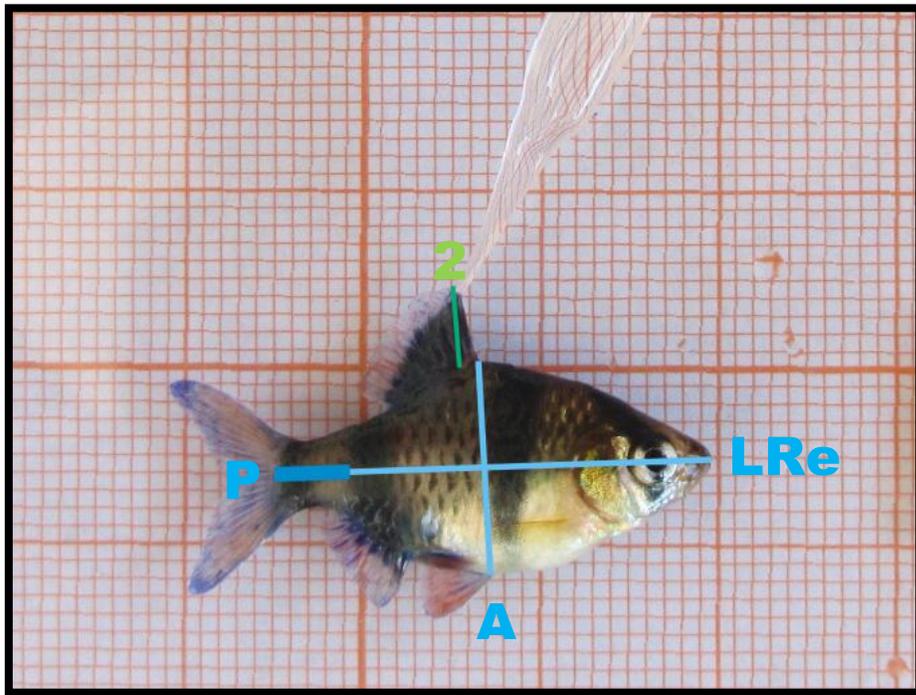
El pez anestesiado se colocó en el centro de una placa de vidrio de 20.0 x 14.0 x 0.6 cm en posición latero-lateral, con una hoja de papel milimétrico de 10.0 x 10.0 cm por debajo del mismo. Se eliminó el agua residual usando toallas de papel, las aletas se tiñeron con azul de metileno; y éstas se extendieron con la ayuda de un pincel y agujas de vidrio. Una vez tomada la fotografía el pez se trasladó a una pecera con aireación constante, hasta que recuperó el equilibrio natatorio.

Las variables utilizadas en este estudio se consideraron en base al trabajo de Guzmán CMA., 2012 (Indicadores biométricos asociados a características estéticas en *Puntius tetrazona*, datos por publicar)<sup>25</sup>. Y para obtener las medidas correspondientes se utilizó el programa Corel Draw X5®<sup>26</sup>. Se consideraron las siguientes características:

### ***Medidas corporales***

- 1) **Largo patrón.** Se trazó una línea recta (LR) desde la punta de la boca a la base de la cola para medir la distancia entre ambos puntos. Se consideró como la línea de referencia (LRe).

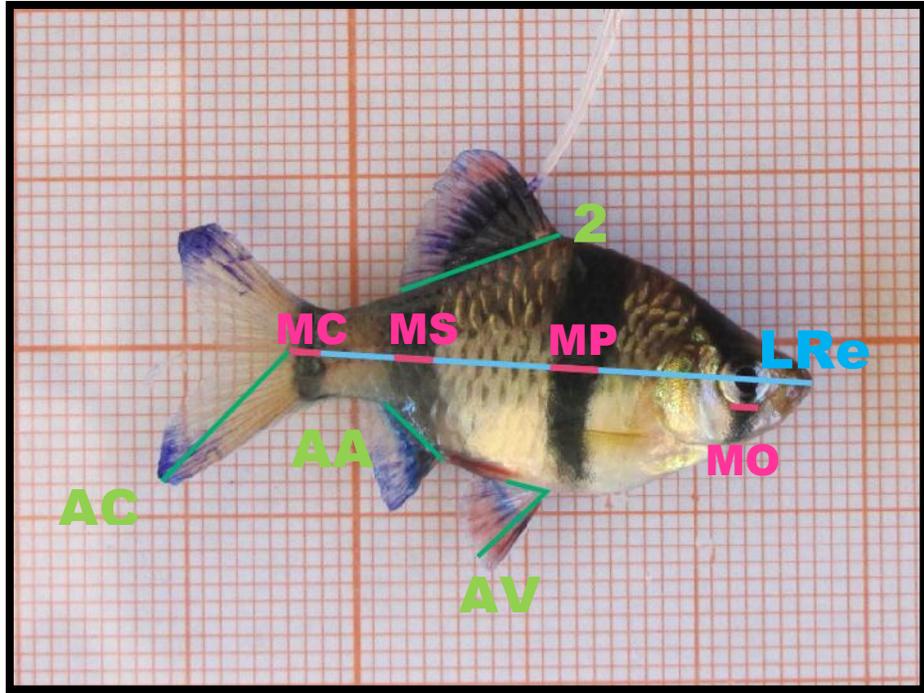
- 2) **Altura máxima.** Se trazó una línea perpendicular a la LRe desde el vértice craneal del extremo proximal (base) de la aleta dorsal al vértice craneal del extremo proximal de la aleta ventral y se midió la distancia entre ambos puntos.
- 3) **Pedúnculo caudal.** Se midió sobre la LRe de manera perpendicular del vértice caudal de la base de la aleta anal hasta la base de la aleta caudal. Como se muestra en la imagen 2.



**Imagen 2.** Macho de *P. tetrazona* donde se muestra con color verde con aleta dorsal con forma trapezoidal (2) y en azul las medidas corporales: Línea de referencia (LRe), altura máxima (A) y el pedúnculo caudal (P).

***Medidas de las aletas***

- 4) **Aleta dorsal.** De acuerdo a la forma de la aleta, triangular o trapezoidal, se realizó la medida. Para las aletas triangulares, se trazó una LR a lo largo de la base de la aleta (Imagen 3). Para las aletas trapezoidales se trazó una LR del vértice craneal de la base al borde dorsal del extremo distal. Imagen 2.
- 5) **Largo de la aleta caudal.** Se midió la distancia entre centro de la base de la aleta caudal al ápice ventral de la misma.
- 6) **Largo de la aleta anal.** Longitud de la base proximal de la aleta anal.
- 7) **Aleta ventral.** Se registraron dos medidas:
  - a. Largo de la base de la aleta.
  - b. Distancia del vértice craneal de la base al borde distal de la misma.

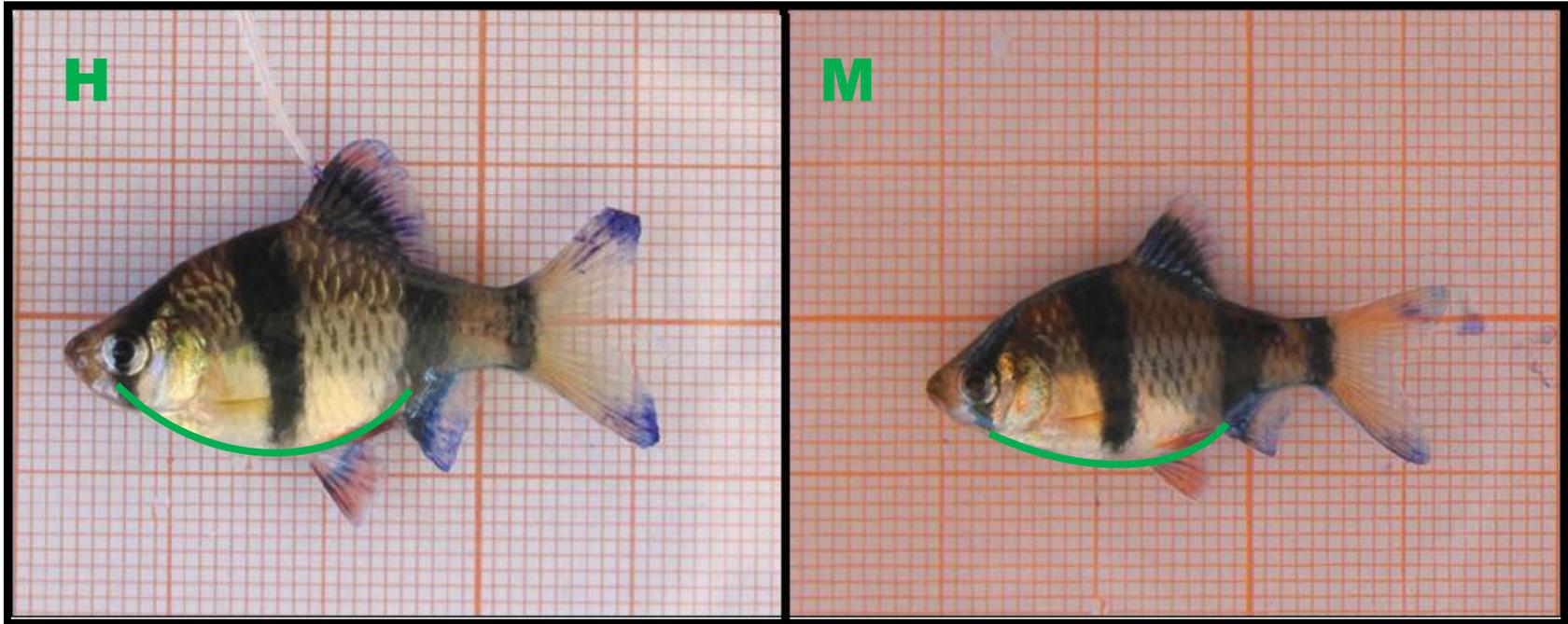


**Imagen 3.** Hembra de *P. tetrazona* con aleta dorsal con forma triangular (2). En verde las medidas de las aletas: Aleta dorsal (2), largo de la aleta caudal (AC), largo de la aleta anal (AA), largo y alto de la aleta ventral (AV). Y en color rosa las medidas de las marcas: Marca orbital (MO), marca pectoral (MP), marca supra-anal (MS) y marca caudal (MC).

### ***Medidas de las marcas***

- 8) **Ancho de las marcas orbital, pectoral, supra-anal y caudal.** El ancho de cada marca se consideró a partir de los puntos de cruce de la LRe con cada una de las marcas. Excepto la marca orbital que fue medida a partir del borde inferior del ojo. Imagen 3.

La forma y el tamaño del abdomen fueron los criterios empleados para asignar el sexo, de acuerdo a Breitenstein (2006)<sup>4</sup> y Mariani (2003)<sup>27</sup>. Considerando hembras cuando el abdomen presentaba una curvatura prominente y considerando machos cuando el abdomen se percibía aplanado; como se muestra en la imagen 4. Cabe destacar que los autores no especifican la edad en que fue determinado el sexo.



**Imagen 4.** Hembra (H) y macho (M) de *Puntius tetrazona*.

El análisis de los datos se llevó a cabo empleando el siguiente modelo lineal, y usando el programa JMP versión 7.0<sup>28</sup>:

$$y_{ijk} = \mu + S_j + U_k + SU_{jk} + T_{l(k)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk}$  es la variable de interés medida en el i-ésimo individuo del j-ésimo sexo, de la k-ésima unidad de producción, del l-ésimo estanque.

$\mu$  es la media general de la variable de interés.

$S_j$  corresponde al efecto del j-ésimo sexo (Macho, Hembra).

$U_k$  corresponde al efecto de la k-ésima unidad de producción (Cuautlita I, UAM-Xochimilco).

$SU_{jk}$  corresponde a la interacción sexo por unidad de producción.

$T_{l(k)}$  corresponde al efecto del l-ésimo tanque anidado en la k-ésima unidad de producción

$\varepsilon_{ijk}$  es el residuo,  $\sim N(0, \sigma^2_e)$ .

Para determinar si existe diferencia en las variables analizadas entre el sexo y la unidad de producción se utilizó un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ <sup>29, 30</sup>.

## RESULTADOS

### Medidas corporales

El lugar y el sexo tienen efecto sobre el largo patrón y el pedúnculo caudal del *P. tetrazona* ( $P < 0.05$ ) siendo mayores en hembras y organismos que crecieron en GRANJA. La altura únicamente difiere ( $P < 0.05$ ) en el sexo siendo las hembras las que poseen mayor altura. La relación Altura máxima/Largo patrón es mayor en LABORATORIO y en hembras ( $P < 0.05$ ). No se detectó interacción sexo por lugar ( $P > 0.05$ ) en ninguna de las variables asociadas al cuerpo. La estadística descriptiva se presenta en el cuadro 1, así como en las figuras 1 y 2 (Anexo I).

**Cuadro 1. Estadística descriptiva para características corporales en Barbo sumatranos (*Puntius tetrazona*) en dos ambientes.**

	<i>n</i>	<i>M.M.C</i> ± <i>E.E</i>	<i>D.E</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>C.V.</i>
<b>Largo patrón (mm)</b>	262	27.07 ± 0.13	2.19	20.09	32.81	8.08
Lugar						
Laboratorio	149	26.88 ± 0.16 <sup>a</sup>	1.93	20.42	32.81	7.16
Granja	113	27.46 ± 0.20 <sup>b</sup>	2.49	20.09	32.76	9.15
Sexo						
Hembras	142	27.92 ± 0.18 <sup>a</sup>	1.94	21.25	32.76	6.98
Machos	120	26.42 ± 0.19 <sup>b</sup>	2.16	20.09	32.81	8.26
<b>Altura máxima (mm)</b>	262	13.38 ± 0.10	1.48	9.13	17.22	11.10
Lugar						
Laboratorio	149	13.44 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.93	9.13	16.70	9.93
Granja	113	13.30 ± 0.14 <sup>a</sup>	1.60	9.50	17.22	12.23
Sexo						
Hembras	142	14.04 ± 0.13 <sup>a</sup>	1.24	10.43	17.22	8.84
Machos	120	12.70 ± 0.14 <sup>b</sup>	1.38	9.13	15.83	10.93
<b>Pedúnculo caudal (mm)</b>	262	4.85 ± 0.04	0.72	3.02	6.76	14.81
Lugar						
Laboratorio	149	4.67 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.66	3.02	6.50	14.13
Granja	113	5.10 ± 0.07 <sup>b</sup>	0.74	3.12	6.76	14.64
Sexo						
Hembras	142	5.02 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.74	3.21	6.76	14.98
Machos	120	4.75 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.68	3.02	6.48	14.32
<b>Altura máxima/Largo patrón</b>	262	49.34 ± 0.22	2.66	41.19	60.68	5.39
Lugar						
Laboratorio	149	49.92 ± 0.27 <sup>a</sup>	2.38	43.50	60.68	4.73
Granja	113	48.32 ± 0.34 <sup>b</sup>	2.36	41.19	53.21	9.29
Sexo						
Hembras	142	50.26 ± 0.30 <sup>a</sup>	2.01	45.92	56.96	3.98
Machos	120	47.99 ± 0.32 <sup>b</sup>	2.74	41.19	60.68	5.70

*M.M.C* ± *E.E* = Media mínima cuadrática ± error estándar, *D.E* = Desviación estándar, *Mín.* = Mínimo, *Máx.* = Máximo, *C.V.* = Coeficiente de variación (%), <sup>a, b</sup> Literales diferentes dentro de apartado indica diferencia significativa (P<0.05)

## Medidas de aletas

La media de los valores de las mediciones de las aletas fueron superiores en hembras ( $P < 0.05$ ), pero no se detectaron diferencias por lugar, con excepción de la aleta anal, donde no se detectó diferencias entre sexo ( $P > 0.05$ ), No se detectó interacción sexo por lugar en ninguno de los casos ( $P > 0.05$ ). La estadística descriptiva se presenta en los cuadros 2 y 3, así como también en las figuras 3 y 4 (Anexo I).

**Cuadro 2. Estadística descriptiva para la aleta dorsal Barbo sumatranos (*Puntius tetrazona*) en dos ambientes.**

	<i>n</i>	<i>M.M.C</i> ± <i>E.E</i>	<i>D.E</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>C.V.</i>
<b>Aleta Triangular(mm)</b>	136	8.86 ± 0.08	0.88	6.68	10.73	9.92
Lugar						
Laboratorio	81	8.79 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.79	7.31	12.36	8.15
Granja	55	8.96 ± 0.12 <sup>a</sup>	0.98	6.85	12.17	10.16
Sexo						
Hembras	78	9.11 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.79	7.21	10.61	8.64
Machos	58	8.64 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.85	6.68	10.73	10.02
<b>Aleta Trapezoidal (mm)</b>	126	5.51 ± 0.06	0.50	3.69	7.65	12.65
Lugar						
Laboratorio	68	5.77 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.80	7.20	10.73	9.06
Granja	58	5.55 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.99	6.68	10.71	11.07
Sexo						
Hembras	64	5.81 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.65	4.26	7.62	11.26
Machos	62	5.50 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.72	3.69	7.65	13.23

*M.M.C* ± *E.E* = Media mínima cuadrática ± error estándar, *D.E* = Desviación estándar, *Mín.* = Mínimo, *Máx.* = Máximo, *C.V.* = Coeficiente de variación (%),<sup>a,b</sup> Literales diferentes dentro de apartado indica diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

**Cuadro 3. Estadística descriptiva para las aletas en Barbo sumatran (Puntius tetrazona) en dos ambientes.**

	<i>n</i>	<i>M.M.C</i> ± <i>E.E</i>	<i>D.E</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>C.V.</i>
<b>Largo Aleta Caudal (mm)</b>	262	9.72 ± 0.06	0.88	6.85	12.36	9.05
Lugar						
Laboratorio	149	9.68 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.79	7.31	12.36	8.15
Granja	113	9.81 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.98	6.85	12.17	10.16
Sexo						
Hembras	142	10.01 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.80	7.33	12.17	7.97
Machos	120	9.48 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.88	6.85	12.36	9.34
<b>Largo Aleta Anal (mm)</b>	262	3.77 ± 0.04	0.64	1.32	5.45	17.04
Lugar						
Laboratorio	149	3.74 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.68	1.32	5.19	18.14
Granja	113	3.82 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.59	2.15	5.45	15.57
Sexo						
Hembras	142	3.90 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.67	1.32	5.45	17.30
Machos	120	3.67 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.59	1.65	5.14	16.15
<b>Largo Aleta Ventral (mm)</b>	262	2.23 ± 0.03	0.48	1.18	3.74	21.58
Lugar						
Laboratorio	149	2.30 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.52	1.18	3.74	22.46
Granja	113	2.18 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.41	1.23	3.61	19.09
Sexo						
Hembras	142	2.31 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.47	1.18	3.61	20.56
Machos	120	2.17 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.49	1.23	3.74	22.65
<b>Altura Aleta Ventral (mm)</b>	262	4.40 ± 0.04	0.60	2.60	6.05	13.68
Lugar						
Laboratorio	149	4.33 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.55	2.73	5.58	12.66
Granja	113	4.55 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.66	2.60	6.05	14.82
Sexo						
Hembras	142	4.61 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.62	2.73	6.05	13.58
Machos	120	4.26 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.54	2.60	5.54	12.84

*M.M.C* ± *E.E* = Media mínima cuadrática ± error estándar, *D.E* = Desviación estándar, *Mín.* = Mínimo, *Máx.* = Máximo, *C.V.* = Coeficiente de variación (%), <sup>a, b</sup> Literales diferentes dentro de apartado indica diferencia significativa (P<0.05)

## **Medidas de marcas**

En cuanto a las marcas, Se detectaron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre las marcas orbital y caudal entre lugares y el sexo, siendo mayor el ancho en las hembras y en los organismos de que crecieron en GRANJA. En cambio en las marcas pectoral y supra-anal sólo se existe diferencia en el lugar de crecimiento ( $P < 0.05$ ), siendo en GRANJA donde son más anchas. No se detectó interacción sexo por lugar en ninguno de los casos ( $P > 0.05$ ). La estadística descriptiva se presenta en el cuadro 4; así como también se presentan en las figuras 5 y 6 (Anexo I).

**Cuadro 4. Estadística descriptiva para las marcas en Barbo sumatran (Puntius tetrazona) en dos ambientes.**

	<i>n</i>	<i>M.M.C</i> ± <i>E.E</i>	<i>D.E</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>C.V.</i>
<b>Marca Orbital (mm)</b>	262	1.01 ± 0.02	0.36	0.35	2.29	36.14
Lugar						
Laboratorio	149	0.87 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.28	0.40	1.95	31.66
Granja	113	1.25 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.39	0.35	2.29	33.37
Sexo						
Hembras	142	1.11 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.37	0.35	2.29	36.65
Machos	120	1.01 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.35	0.41	2.08	35.59
<b>Marca Pectoral (mm)</b>	262	2.17 ± 0.03	0.43	1.22	3.43	19.74
Lugar						
Laboratorio	149	2.06 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.40	1.26	3.21	19.61
Granja	113	2.36 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.42	1.22	3.43	18.07
Sexo						
Hembras	142	2.24 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.43	1.35	3.43	19.75
Machos	120	2.17 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.42	1.22	3.23	19.65
<b>Marca Supra-Anal (mm)</b>	262	2.19 ± 0.02	0.40	0.85	3.28	18.34
Lugar						
Laboratorio	149	2.04 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.38	0.85	2.94	18.44
Granja	113	2.40 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.34	1.37	3.28	14.43
Sexo						
Hembras	142	2.23 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.40	1.22	3.28	18.14
Machos	120	2.21 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.41	0.85	3.20	18.64
<b>Marca Caudal</b>	262	1.50 ± 0.02	0.35	0.69	2.49	23.34
Lugar						
Laboratorio	149	1.31 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.24	0.69	1.94	18.57
Granja	113	1.77 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.32	0.92	2.49	18.27
Sexo						
Hembras	142	1.59 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.36	0.69	2.48	23.58
Machos	120	1.49 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.34	0.76	2.49	23.09

*M.M.C* ± *E.E* = Media mínima cuadrática ± error estándar, *D.E* = Desviación estándar, *Mín.* = Mínimo, *Máx.* = Máximo, *C.V.* = Coeficiente de variación (%), <sup>a, b</sup> Literales diferentes dentro de apartado indica diferencia significativa (P<0.05)

## DISCUSIÓN

En algunas especies las hembras son de mayor tamaño que los machos por ejemplo el guppy (*Poecilia reticulata*), el pez betta (*Betta splendens*), la carpa (*Cyprinus carpio*), la cebra (*Brachydanio rerio.*), la piraña de abdomen rojo (*Serrasalmus nattereri*), entre otras<sup>3, 4, 27</sup>. Lo que coincide con los resultados de este trabajo en el que, en edad juvenil las hembras son más grandes y con aletas de mayor tamaño que los machos. Lo cual se puede explicar dado que las correlaciones entre ellas se encuentran en el rango de 0.42 a 0.83 ( $P < 0.05$ ). De tal modo que, siendo las hembras más grandes también sus aletas son de mayor tamaño.

Sobre el efecto del lugar de crecimiento, autores como Cheng-hui y Si-fa (2007)<sup>31</sup> detectaron diferencias en el crecimiento de *Cyprinus carpio L.* en dos sistemas de producción experimentales, por otro lado Czerwinski *et al* (2008)<sup>32</sup> en un estudio realizado con cuatro especies de peces (*Pagellus bogaraveo*, *Brama brama*, *Helicolenus dactylopterus*, y *Trachurus mediterraneus*) sugieren que las variaciones morfométricas en peces pueden estar relacionadas a condiciones ambientales y disponibilidad de alimento. De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo y lo publicado por otros autores, se puede deducir que el lugar influyó en el largo patrón y el pedúnculo caudal debido a las diferencias

ambientales como las características químicas del agua, la temperatura, las horas luz, densidades y el tipo de alimento, entre otras.

La pigmentación en los peces está dada por los cromatóforos en la piel y su funcionamiento está relacionado con diversos factores<sup>33</sup>. Qiang *et al* (2009)<sup>15</sup> detectaron que el sustrato, la intensidad de la luz y la temperatura adecuados está relacionado con cambios en la pigmentación de *H. erectus*. Además, Boeuf y Le Bail (1999)<sup>34</sup> determinaron que la intensidad y/o el patrón de la pigmentación de la piel también pueden cambiar por estimulación hormonal y mencionan que algunas hormonas como la melatonina, la somatropina y las hormonas tiroideas pueden verse afectadas por los cambios de luminosidad.

Es importante mencionar que la intensidad de luz en acuicultura está en función de la transparencia y la turbidez del agua, así como de la profundidad del cuerpo de agua, que alteran la distribución espectral de la luz<sup>34, 35</sup>. Investigaciones realizadas por Szisch *et al.* (2002)<sup>36</sup> y Van der Salm *et al* (2004)<sup>37</sup> han demostrado que un espectro de luz azul puede inducir la palidez del color de la piel en el pargo (*Pagrus pagrus*). Dong Han *et al* (2005)<sup>35</sup> concluye que los peces se pueden adaptar al color del fondo, cambiando el color de la piel y que en una luz más brillante dan normalmente como resultado una reducción del tamaño del cromatóforo lo que conlleva a la palidez de la piel. Por lo que, los resultados obtenidos en *P. tetrazona* en relación a las marcas pueden estar asociados a las

diferencias de iluminación en ambos lugares. En LABORATORIO la calidad, cantidad y periodicidad de la luz fueron constantes (14 horas luz y 10 horas oscuridad), además de que el agua no era turbia y su transparencia fue de 20 cm (total de la columna de agua) ocasionando palidez en el color y la reducción del ancho de las marcas corporales de los peces, mientras que en GRANJA la características de la luz dependieron de las condiciones ambientales que fueron extremadamente variables, el agua era turbia y su transparencia osciló entre los 27.5 y 60.0 cm, incrementando la proliferación de los cromatóforos, lo que se reflejó en la intensidad del color y en que las marcas en éstos organismos fueran más gruesas. Los resultados obtenidos en cuanto a las diferencias de las marcas orbital y caudal entre sexos posiblemente están asociados a caracteres sexuales secundarios.

Se sugiere contar con una metodología que permita identificar el sexo en *P. tetrazona* a las 17 semanas de edad, de una manera mas exacta y que no dependa de observaciones subjetivas. Para la realización de un programa de mejoramiento genético en *Puntius tetrazona* se deben realizar mediciones que incluyan éstas características tanto en el núcleo genético como en granjas comerciales. Se sugiere la realización de estudios para conocer la existencia de efectos de interacción genotipo por ambiente para éstas características.

## CONCLUSIONES

El sexo a las 17 semanas de edad tiene efecto sobre medidas corporales como es el caso de largo patrón, la altura máxima y el pedúnculo caudal, al igual que las mediciones relacionadas a las aletas, en ambos grupos de mediciones las hembras de *Puntius tetrazona*, presentan valores mas altos que los machos, de igual manera las marcas corporales, orbital y caudal son más anchas en hembras que en machos.

El lugar donde crecieron los organismos tiene efecto sobre el largo patrón y el pedúnculo caudal, siendo los animales que crecieron en GRANJA los de mayor longitud en estas medidas, en tanto que sobre las marcas, en estos organismos el ancho de las marcas corporales pectoral y supra-anal también es mayor en comparación con los organismos que crecieron en LABORATORIO. El lugar de crecimiento solo tuvo efecto en el largo de la aleta anal, siendo mayor en GRANJA. Por otro lado no se detectó interacción entre sexo y lugar en las características analizadas.

## REFERENCIAS

1. CRESPI V, COCHE A. Glossary of aquaculture. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Fisheries and Aquaculture Department. Roma, Italia. 2008.
2. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. COMISIÓN NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA. Informe final del plan maestro estatal de peces de ornato del Estado de Morelos. México: CONAPESCA, 2009.
3. AURÓ A, GALLO GC. Acuariología básica de agua dulce. (CD-ROM). México: FMVZ-UNAM. 2006.
4. BREITENSTEIN A. Atlas ilustrado del acuario. Madrid, España: Susaeta. 2004.
5. GJEDREM T. Selection and Breeding Programs in Aquaculture. Netherlands: Springer. 2005.
6. QUILLET E, LE GUILLOU S, AUBIN J, FAUCONNEAU B. Two-way selection for muscle lipid content in pan size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 2005; 245: 49-61
7. ADORNO, TW. Teoría estética. Primera edición. España: Taurus ediciones. 1971.
8. BEAUMONT AR, HOARE K. Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture. Great Britain: Blackwell Publishing Company 2003.
9. PETROVICKY I. Aquarium fish of the world. Caxton Edition. Aventinum Nakladatelství. Czech Republic. 1998.

10. CAMPOS-MONTES GR, MONTALDO HH, MARTÍNEZ ORTEGA A, CASTILLO-JUÁREZ H. Genotype by environment interaction effects for body weight at 130 days of age in the Pacific White shrimp [*Penaeus* (*Litopenaeus*) *vannamei*]. *Vet Mex* 2009; 40 (3): 255-267.
11. FERNÁNDEZ CN, BODOY A. Growth of the oyster, *Ostrea puelchana* (D'Orbigny), at two sites of potential cultivation in Argentina. *Aquaculture* 1987; 65 (2):127-140.
12. GJERDE B, TERJESEN BF, BARR Y, LEIN I, THORLAND I. Genetic variation for juvenile growth and survival in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* 2004; 236: 167-177.
13. MARTÍNEZ-CARDENAS L, PURSER GJ. Effect of tank colour on Artemia ingestion, growth and survival in cultured early juvenile pot-bellied seahorses (*Hippocampus abdominalis*). *Aquaculture* 2007; 264: 92-100.
14. STRAND Å, ALANÄRÄ A, STAFFAN F, MAGNHAGEN C. Effects of tank colour and light intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. *Aquaculture* 2007; 272: 312-318.
15. QIANG L, JUNDA L, LIANGMIN H. Effects of substrate color, light intensity and temperature on survival and skin color change of juvenile seahorses, *Hippocampus erectus* Perry, 1810. *Aquaculture* 2009; 298: 157-161.
16. COBCROFT JM, BETTAGLENE SC. Jaw malformation in striped trumpeter *Latris lineata* larvae linked to walling behaviour and tank colour. *Aquaculture* 2009; 289: 274-282.

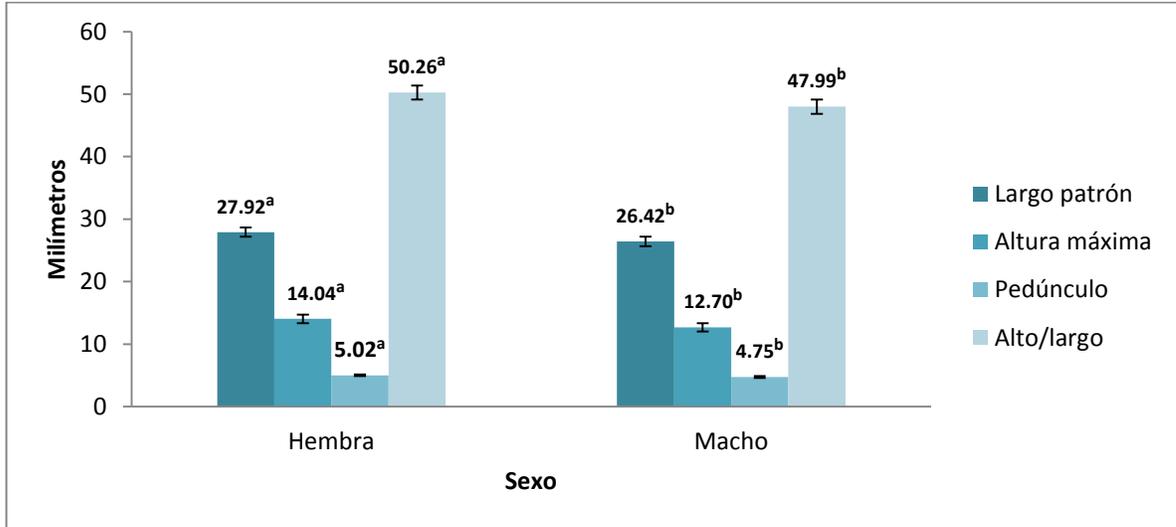
17. KJØGLUM S, GRIMHOLT U, LARSEN S. Non-MHC genetic and tank effects influence disease challenge tests in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 2005; 250: 102-109.
18. GALL GAE, BAKAR Y. Stocking density and tank size in the design of breed improvement programs for body size of tilapia. *Aquaculture* 1999; 173:197-205.
19. TIMMONS MB, EBELING JM, WHEATON FW, SUMMERFELT ST, VINCI BJ. Recirculating aquaculture systems. 2<sup>nd</sup> edition. Northeastern Regional Aquaculture Center. Cayuga Aqua Ventures. NRAC Publication. United States. 2002.
20. WALTER RB, HAZLEWOOD L, KAZIANIS S. The xiphophorus genetic stock center manual. 1<sup>st</sup> edition. Texas State University. San Marcos, Texas. 2006
21. ARCE SM, ARGUE BJ, THOMPSON DA, MOSS SM. Evaluation of a fluorescent, alphanumeric tagging system for penaeid shrimp and its application in selective breeding programs. *Aquaculture* 2003; 228: 267-278.
22. DUNPONT-NIVET M, VANDEPUTTE M, VERGNET A, MERDY O, HAFFRAY P, et al. Heritabilities and GxE interactions for growth in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) using a marker-based pedigree. *Aquaculture* 2008; 275: 81-87.
23. HERBINGER CM, DOYLE RG, PITMAN ER, PAQUET D, MESA KA, MORRIS DB, WRIGHT JM, COOK D. DNA fingerprint based analysis of paternal and maternal effects on offspring growth and survival in communally reared rainbow trout. *Aquaculture* 1995; 137: 245-256.

24. NOGA EJ. Fish disease, diagnosis and treatment. 2<sup>nd</sup> edition. Singapore: Wiley-Blackwell a John Wiley & Sons, Inc. Publication. 2010.
25. GUZMÁN CMA. Indicadores biométricos asociados a características estéticas en *Puntius tetrazona* (tesis de licenciatura). México, D.F. Universidad Autónoma Metropolitana. 2012.
26. COREL CORPORATION. COREL DRAW® (programa de cómputo) versión Graphics Suite X5. Ottawa (Canadá). 2010.
27. MARIANI M. El gran libro de los peces de acuario. Barcelona, España: Editorial Planeta. 2003.
28. SAS INSTITUTE INC. JMP®. (programa de cómputo) versión 7.0. Cary (NC). 1989-2007.
29. THOMPSON R, BROTHERSTONE S. WHITE I. Estimation of quantitative genetic parameters. Phil. Trans. R. Soc. B. 2005; 306: 1469–1477.
30. MENDENHALL W, BEAVER RJ, BEAVER BM. Introducción a la Probabilidad y Estadística. 12a Edición. México. Cengage Learning. 2008.
31. CHENG-HUI W, SI-FA L. Genetic effects and genotype x environment interactions for growth- related in common carp, *Cyprinus carpio* L. Aquaculture 2007; 272: 267-272.
32. CZERWINSKI LA, GUTIÉRREZ-ESTRADA LE, SORIGUER MC, HERNANDO IA. Morphometric relations for body size and mouth dimensions for four fish species in the Strait of Gibraltar. Acta Ichthyol Piscat 2008; 38 (2): 81-90.
33. SUGIMOTO M, UCHIDA N, HATAYAMA M. Apoptosis in skin pigment cells on the medaka, *Oryzias laipes* (Teleostei), during long-term chromatic

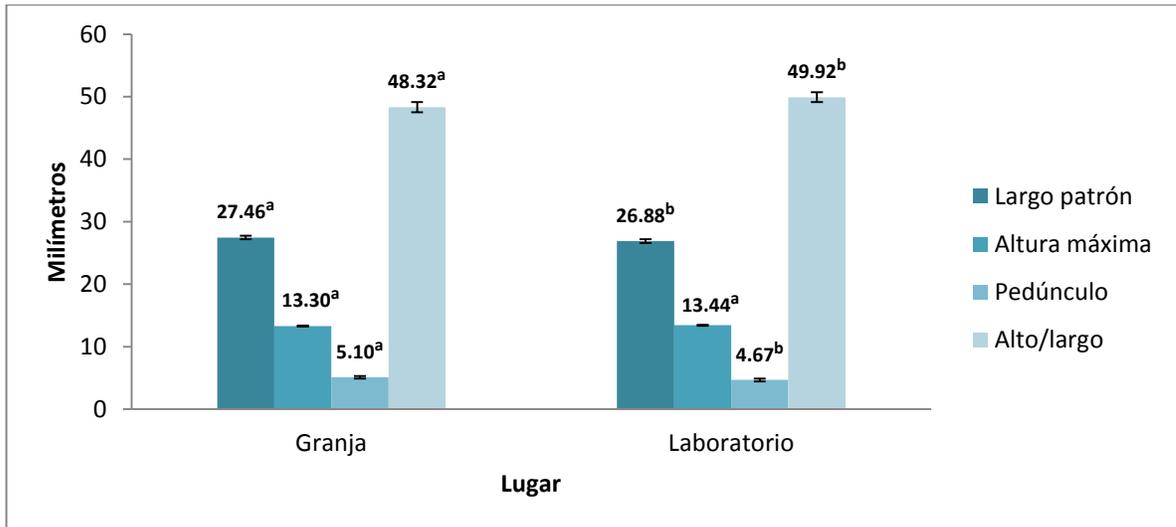
- adaptation: the role of sympathetic innervations. *Cell and tissue research* 2000; 301 (2): 205-216.
34. BOEUF G, LE BAIL P. Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture* 1999; 177 (4): 129-152.
35. DONG H, SHOUQI X, WU L, XIAOMING Z, YUNXIA Y. Effect of light intensity on growth, survival and skin colour of juvenile Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Günher). *Aquaculture* 2005; 248: 299-306.
36. SZISCH V, VAN DER SALM AL, WENDELAAR BONGA SE, PAVLIDIS M. Physiological color in the red porgy, *Pagrus pagrus*, following adaptation to blue lighting spectrum. *Fish Physiol Biochem* 2002; 27 (1-2): 1-8.
37. VAN DER SALM AL, MARTÍNEZ M, FLIK G, WENDELAAR BONGA SE. Effects of husbandry conditions on the skin colour and stress response of red porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquaculture* 2004; 241: 371-386.

## ANEXO I. FIGURAS

### Medidas corporales.

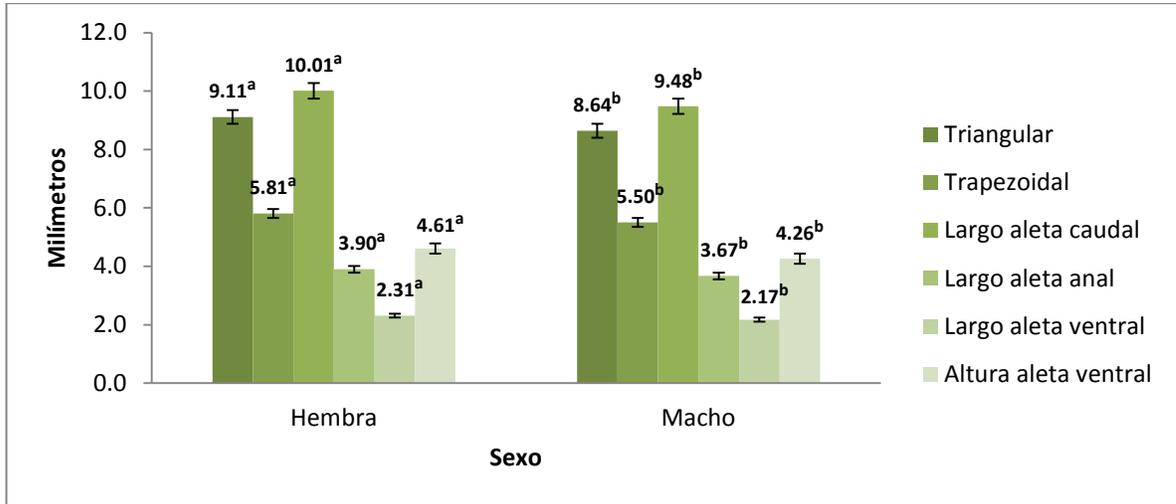


**Figura 1.** Gráfica de barras en donde se muestran las medias mínimas cuadráticas y el error estándar, representado por la barra de error (I), de las medidas corporales en Barbo sumatranos (*Puntius tetrazona*) por sexo. <sup>a, b</sup> Literales diferentes indica diferencia significativa (P<0.05).

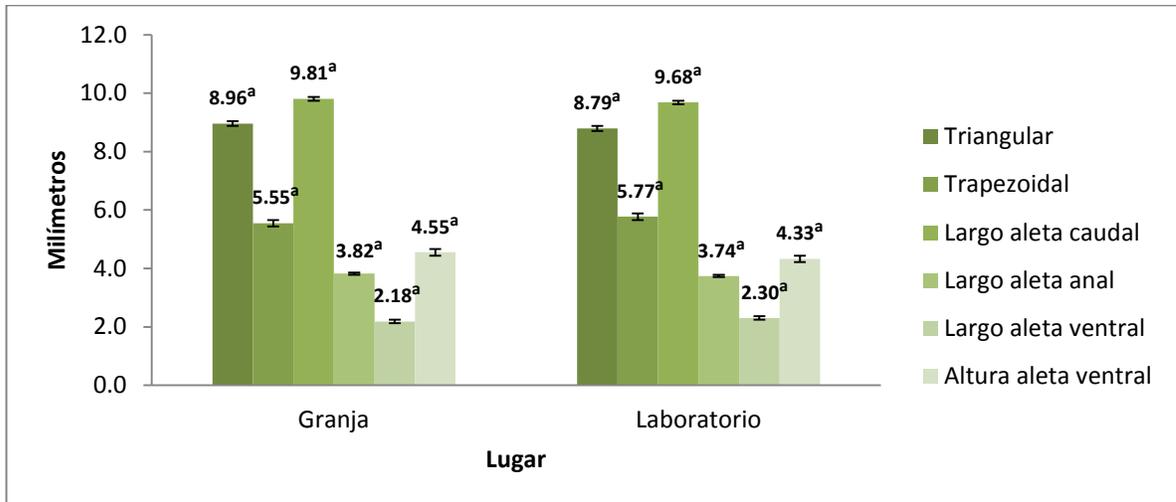


**Figura 2.** Gráfica de barras en donde se muestran las medias mínimas cuadráticas y el error estándar, representado por la barra de error (I), de las medidas corporales en Barbo sumatranos (*Puntius tetrazona*) por lugar. <sup>a, b</sup> Literales diferentes indica diferencia significativa (P<0.05).

## Medidas de las aletas.

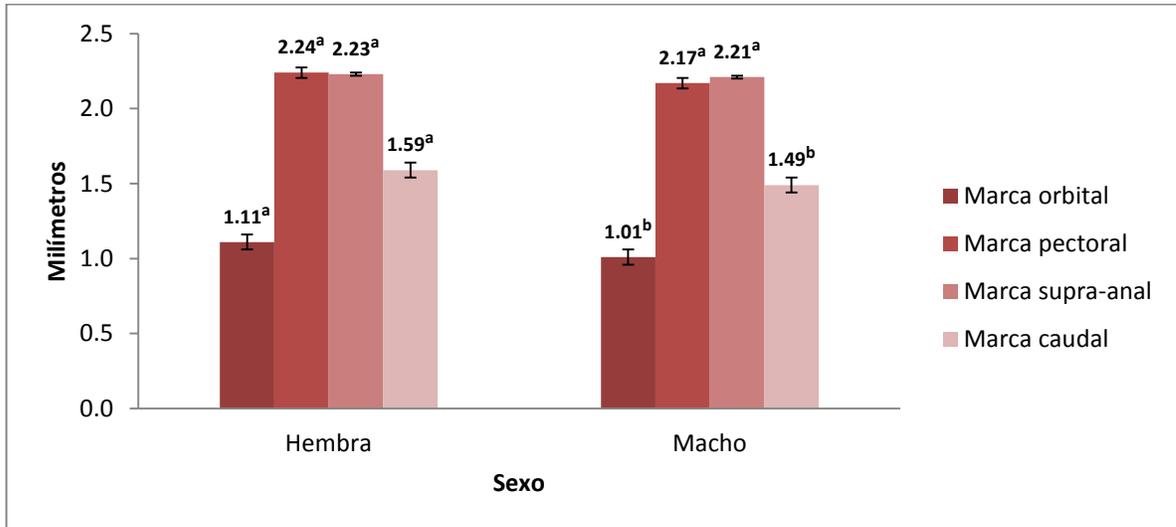


**Figura 3.** Gráfica de barras en donde se muestran las medias mínimas cuadráticas y el error estándar, representado por la barra de error (I), de las medidas de las marcas por en Barbo sumatrano (*Puntius tetrazona*) sexo. <sup>a, b</sup> Literales diferentes indica diferencia significativa (P<0.05).

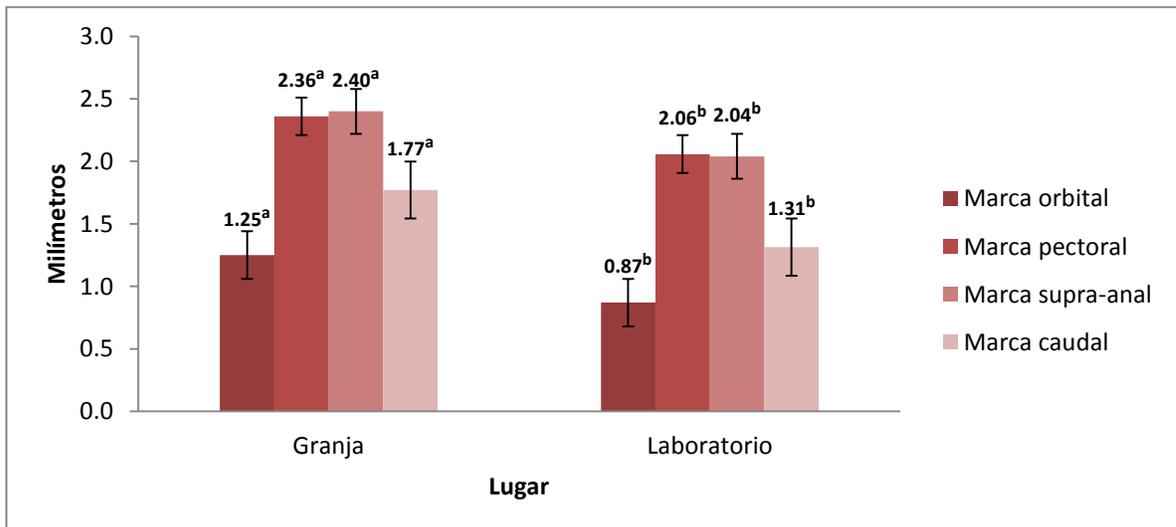


**Figura 4.** Gráfica de barras en donde se muestran las medias mínimas cuadráticas y el error estándar, representado por la barra de error (I), de las medidas de las marcas en Barbo sumatrano (*Puntius tetrazona*) por lugar. <sup>a, b</sup> Literales diferentes indica diferencia significativa (P<0.05).

## Medidas de las marcas corporales



**Figura 5.** Gráfica de barras en donde se muestran las medias mínimas cuadráticas y el error estándar, representado por la barra de error (I), de las medidas de las marcas corporales en Barbo sumatrano (*Puntius tetrazona*) por sexo. <sup>a, b</sup> Literales diferentes indica diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).



**Figura 6.** Gráfica de barras en donde se muestran las medias mínimas cuadráticas y el error estándar, representado por la barra de error (I), de las medidas de las marcas corporales en Barbo sumatrano (*Puntius tetrazona*) por lugar. <sup>a, b</sup> Literales diferentes indica diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).