



SELECCIÓN DE HEMBRAS REPRODUCTORAS DE PEZ TIGRITO (*Pimelodus pictus*), UTILIZANDO ANÁLISIS DISCRIMINANTE

SELECTION OF PICTUS CAT (*Pimelodus pictus*) BREEDING FEMALES, USING DISCRIMINANT ANALYSIS

Marco Antonio Imués-Figueroa¹ Zoot MSc, Milton Sánchez-Delgado² IS Esp

Recibido: 13-nov-2012

Aceptado: 15-ene-2013

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo probar la técnica del Análisis Discriminante, como una herramienta para la selección de reproductores hembras de pez tigrillo (*Pimelodus pictus*). Para ello se utilizó la información de 540 hembras silvestres en edad reproductiva, clasificadas en tres grupos (Seleccionado, Reservado, Desechado), de acuerdo con las variables diámetro de ovocitos antes de la inducción (DOAI), diámetro de ovocitos después de la inducción (DODI) con hormona pituitaria de carpa, peso y longitud, con cuyos datos se realizó un análisis discriminante utilizando el paquete estadístico SPSS. Las dos funciones discriminantes estimadas cubrieron el 100% de la variabilidad e incluyeron todas las variables estudiadas; la primera permitió discriminar a las hembras con mayor DODI, con mayor capacidad discriminante entre los grupos Desechado y Reservado, y la segunda función produjo un DOAI con mayor discriminación sobre los Seleccionados, cuyo modelo clasificó correctamente al 77,23% de los animales, superior a métodos tradicionales que están alrededor del 56% de respuesta.

Palabras clave: reproducción, función discriminante, ovocitos

ABSTRACT

This study aimed to test the Discriminant Analysis technique, as a tool for selecting pictus catfish (*Pimelodus pictus*) breeding females. Information from 540 wild females of reproductive age was used and classified into three groups (Selected, Reserved, Discarded), according to the oocytes diameter variables before induction (DOAI), oocytes diameter after induction (DODI) with carp pituitary hormone as well as weight and length. The discriminant analysis of the data was performed using SPSS. The two estimated discriminant functions covered 100% of the variability and included all the studied variables. The first variable allowed the differentiation of females with higher DODI and with greater discriminatory power between the Discarded and Reserved groups. The second function produced a higher discrimination DOAI over the selected ones. Such model correctly classified the 77.23% of animals, figures that are higher than the ones found in traditional methods with a 56% of responses.

Keywords: reproduction, discriminant function, oocytes

¹ Profesor Asociado, Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. marcoi@udenar.edu.co

² Jefe de Planeación y Calidad, Emssanar, Pasto, Colombia. ingmiltonsanchez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La reproducción, función fisiológica importante en los organismos vivos, abarca mecanismos para asegurar la supervivencia de la especie y hacer que ésta perdure a través de los tiempos, los cuales constituyen la respuesta evolutiva ante los cambios hostiles de la tierra, que amenazan con exterminar a los organismos más susceptibles.

En la acuicultura, los procesos reproductivos representan la base del éxito de la actividad, para la obtención de futuras generaciones. Por esta razón, los acuicultores dedican tiempo y esfuerzo al cuidado de los reproductores y a las técnicas para la obtención de gametos y de descendencia; sin embargo, no es tarea fácil debido a la poca disponibilidad de información sobre la biología reproductiva de las diferentes especies de peces.

Varios factores pueden afectar la preparación, como la producción de óvulos y espermatozoides viables y juveniles de buena calidad; para esto se debe conocer el comportamiento reproductivo de la especie, el origen de los reproductores, la cantidad disponible y el manejo y condiciones de cultivo, especialmente el momento de madurez más adecuado para iniciar la manipulación (Senhorini y Landines, 2001), factores que son el punto de partida para su correcto manejo, pues el éxito del proceso reproductivo depende en gran medida de dicho procedimiento (Senhorini y Landines, 2001), además, la selección de reproductores aptos para ser inducidos es la etapa más importante dentro del proceso de desove en cautiverio (Carosfeld, 1989) y desafortunadamente no siempre se da la importancia que merece.

Muchos investigadores han estudiado la fisiología reproductiva de especies ícticas amazónicas, especialmente pequeños peces que se utilizan en ornamentación, con el fin de disminuir la presión sobre las poblaciones naturales, así como suplir la demanda nacional e internacional, mediante la reproducción y cría en cautiverio.

Pimelodus pictus pertenece a la familia *Pimelodidae*, en el orden de los *Siluriformes*, especie endémica en las cuencas de los ríos

Orinoco y Amazonas en Colombia, Perú, Brasil y Venezuela, se conoce con el nombre común de tigrillo o pictus y ha despertado gran interés en el mundo de la acuarofilia internacional por sus características de forma, tamaño y comportamiento, del cual se sabe poco sobre su biología básica.

Los bagres comprenden 38 familias e incluyen más de 3.000 especies (Sullivan *et al.*, 2006) representando un importante componente de la fauna global de peces (Vergara, *et al.*, 2008), con amplia distribución en ambientes de agua dulce, estuarinos y marinos, en aguas interiores y costeras de todos los continentes, a excepción de la Antártida, donde seguramente estuvieron presentes en el pasado (Grande and Eastman, 1986).

El *P. pictus* es un pez pequeño, con una longitud total que puede alcanzar 15 cm, de forma fusiforme, cabeza deprimida, piel desnuda, coloración plateada azulada brillante y manchas negras bien definidas, barbicelos maxilares protractiles, cilíndricos y largos, que se pueden extender hasta la base de la aleta caudal (Sands, 1988); es de hábitos crepusculares y crípticos, dieta omnívora y tendencia carnívora, conformada por restos de peces e insectos coleópteros y dípteros, por lo que algunos la consideran de hábitos carroñeros (Ramírez y Ajiaco, 2001). Es un pez reofílico que se reproduce en aguas cálidas en la época de subienda, entre los meses de abril y mayo (Blanco, 1988) y no se reproduce en cautiverio, siendo necesario la utilización de hormonas para inducir a la madurez reproductiva a los parentales seleccionados, como hace el Instituto de Acuicultura de los Llanos (Aya y Arias, 2011).

La inducción a la reproducción artificial utilizando hormonas HCG y ovaprim® requiere la selección de reproductores en estado avanzado de maduración, que comúnmente se hace basándose en características externas (Woynarovich y Horvath, 1983; Aya y Arias, 2011), técnica que influye en la tasa de respuesta, surgiendo la necesidad de estudiar otras variables que permitan una selec-

ción más eficiente, aplicando técnicas con mayor refinamiento.

A pesar que las técnicas de inducción hormonal en las especies reofílicas ha producido buenos resultados, siempre queda la duda sobre la selección adecuada de los reproductores para asegurar su máximo aprovechamiento, dado que dicho proceso se basa en características externas determinadas de manera visual, las cuales no permiten su caracterización con la suficiente precisión.

El análisis discriminante es una técnica estadística multivariante que puede ayudar en este proceso, cuya finalidad es describir las diferencias entre g grupos de n objetos sobre los que se observan p variables discrimi-

minantes, es decir, se comparan y describen las medias de las p variables clasificadoras a través de los g grupos. En el caso de existir diferencias, el método permite explicar el sentido en que se dan, y proporcionar procedimientos de clasificación sistemática de nuevas observaciones de origen desconocido en uno de los grupos, utilizando para ello los valores conocidos en las p variables clasificadoras. Con base en estos conceptos, el presente trabajo exploró la utilización de la técnica estadística multivariada del análisis discriminante, como una herramienta para la selección de reproductores hembras de pez tigrilo, sobre la cual no se encuentran referencias de su aplicación (Peña, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el trabajo se utilizó datos suministrados por el Instituto de Acuicultura de los Llanos, cuya estación acuícola está ubicada en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta, Colombia ($4^{\circ}05' N$ y $73^{\circ}37' O$), a 423 msnm, temperatura ambiental media de $26^{\circ}C$, humedad relativa de 75% y precipitación de 274 mm anuales (Ideam, 2012).

Se analizó información de las variables peso (g), talla (cm), diámetro (mm) de los ovocitos antes de la inducción (DOAI) y diámetro (mm) de los ovocitos después de la inducción (DODI) con extracto pituitario de carpa (EPC), de 540 hembras de peces tigrilo; éstas fueron clasificadas en tres grupos de 180 animales cada uno, de la siguiente manera: Seleccionado (cumplen con las condiciones para iniciar un proceso reproductivo), Reservados (no cumplen con todas las con-

diciones, pero pueden ser utilizadas en un futuro próximo) y Desechados (no cumplen con las condiciones).

La selección y clasificación de las hembras reproductoras, de acuerdo con Aya y Arias (2011), se hace sobre animales que producen ovocitos con diámetro de $820,8 \pm 12 \mu m$ a $59,8 \pm 2,6\%$ de los núcleos migrando, además de características externas, como el abdomen abultado y papila urogenital enrojecida.

Con los datos obtenidos se realizó pruebas multivariantes, aplicando la técnica del análisis discriminante para tres grupos, aplicando el método de estimación por pasos, mediante el paquete estadístico SPSS, siguiendo los conceptos y criterios recomendados por Peña (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el proceso, las funciones discriminantes se extraen de manera jerárquica, de tal forma que la primera función explica el máximo posible de las diferencias entre los grupos, la segunda explica el máximo de las diferencias todavía no explicadas, hasta alcanzar el 100% de la variabilidad existente; tales funciones son ortogonales y, en el caso de tres grupos, el efecto final de esta inde-

pendencia es que la primera función intenta discriminar lo mejor posible entre dos de los grupos y la segunda entre los dos grupos que aún se encuentran próximos (Peña, 2001).

Inclusión de variables

El número máximo total de pasos fue ocho, llevados a cabo en su totalidad, para deter-

minar la inclusión de las variables que minimizan el estadístico Lambda de Wilks global, donde el valor de F parcial máximo para excluir la variable fue 2,71 como criterio de salida y el valor de F mínimo para incorporar la variable fue 3,84 como criterio de entrada, lo cual permitió incluir todas las variables. Se pudo establecer que el estadístico Lambda de Wilks disminuye en cada paso, lo cual puede considerarse un síntoma de que, cada vez que se incorporan variables al modelo, los grupos están cada vez menos solapados (Peña, 2001).

Puesto que las variables tienen una baja relación, la disminución de la tolerancia generalmente disminuye la sensibilidad en el momento de incorporar las variables al modelo; quizá esta sensibilidad es mayor en peso y longitud cuando se excluyen y sólo en el caso de la longitud, cuando se incluye al conformar un modelo univariante, lo cual es lógico al existir sólo una variable (SPSS, 2003).

A medida que avanzaron los pasos para probar la inclusión de las variables, el valor del estadístico presentó una tendencia a disminuir, sin embargo, se pudo ver que la significancia era recurrente en todos los casos ($P < 0,05$); lo cual indica que la inclusión de la variable respectiva tiene influencia sobre la discriminación de cada uno de los grupos con respecto al homólogo con el que se compara.

Funciones discriminantes del modelo

Los valores propios (Tabla 1) de las funciones discriminantes son desiguales; la primera explica el 84,7% de la variabilidad disponible en los datos, mientras que la segunda función sólo explica el 15,3% de esa variabilidad, con lo cual se cubre el 100% de la variabilidad, sin que se pierda información.

Con una tendencia similar, la correlación canónica estimada para la primera función es alta (0,807), mientras que, de manera contraria, en la segunda función esta correlación puede considerarse media (0,502), valores que indican la validez que tienen las dos fun-

ciones para representar del modelo establecido (SPSS, 2003).

Tabla 1. Valores propios (VP) para las dos primeras funciones.

| Func. | VP | Var % | Acum. % | Cc |
|-------|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 1,874(a) | 84,7 | 84,7 | 0,807 |
| 2 | 0,337(a) | 15,3 | 100,0 | 0,502 |

(a) Se han empleado las dos primeras funciones discriminantes canónicas en el análisis.

Func = Función. Var = Varianza. Acum = Acumulado. Cc = Correlación canónica.

Adicionalmente se contrastó de manera jerárquica, mediante el estadístico lambda de Wilks, la correlación canónica de las dos funciones obtenidas y la hipótesis nula para tales funciones; para este caso el modelo completo no permite distinguir la media de los grupos. Puesto que lambda de Wilks tiene asociado un nivel crítico $P < 0,05$ el modelo estimado permite distinguir entre los grupos, identificando las diferencias significativas. En los casos en los que las medias de los grupos son iguales en la segunda función discriminante, lambda de Wilks toma un valor mayor que en el caso anterior, pero el valor crítico estimado ($P < 0,05$) permite afirmar que la segunda función discrimine entre al menos dos de los grupos (Hauser-Davis *et al.*, 2010).

La matriz de coeficientes estandarizados, que se muestra en la Tabla 2, presenta las funciones ordenadas según los valores propios que fueron indicados en la Tabla 1, donde se observa que la primera función es la de mayor poder discriminante. La Función 1 discrimina los animales con mayor DODI (0,741), en relación con el mayor peso de los animales (0,515); si bien la variable DOAI tiene un valor estimado del centroide relativamente alto, es claro que no se puede considerar discriminante para esta función, puesto que es menor que el centroide de la Función 2.

Tabla 2. Matriz de coeficientes estandarizados y matriz de estructuras para cada una de las funciones.

| Variable | Coef. estandarizados | | Variable | Coef. de correlación | |
|--------------------|----------------------|-----------|----------|----------------------|-----------|
| | Función 1 | Función 2 | | Función 1 | Función 2 |
| Peso (x_1) | 0,515 | 0,041 | DODI | 0,767* | -0,511 |
| Longitud (x_2) | -0,283 | 0,557 | DOAI | 0,662* | 0,524 |
| DOAI (x_3) | 0,577 | 0,626 | Longitud | 0,072 | 0,620* |
| DODI (x_4) | 0,741 | -0,599 | Peso | 0,135 | 0,489* |

Los coeficientes estandarizados de la segunda función otorgan mayor relevancia al DOAI (0,626), asociada con una mayor longitud de las hembras (0,557) y disminución en el DODI (-0,599) al tener un centroide negativo, que podría interpretarse como la función que discrimina a las que producen ovocitos de mayor diámetro, pero al crecer en longitud, con bajo incremento de peso, no permiten crecer a los ovocitos cuando son inducidos a la reproducción con hormona.

Esto concuerda con lo expresado por Aya y Arias (2011), quienes manifiestan que una fecundidad baja es propia de peso bajo en las hembras y la irregularidad se podría explicar, en parte, por la predisposición que parecen tener los silúridos a una gran variabilidad para este indicador (Legendre, 1996) y con mayor frecuencia en especies del género *Pimelodus* (Pereira, 2007).

Según los valores de la Tabla 2, los modelos de ecuaciones estimados para cada función se expresan de la siguiente manera:

$$z_1 = 0,515x_1 - 0,283x_2 + 0,577x_3 + 0,741x_4$$

$$z_2 = 0,041x_1 + 0,557x_2 + 0,626x_3 - 0,599x_4$$

Los coeficientes de correlación de la matriz de estructura, también incluidos en la Tabla 2, indican la correlación entre las variables independientes y las puntuaciones discriminantes de cada función. El coeficiente más alto de cada variable aparece marcado con un asterisco, que indica cuál es la función con la que más se correlaciona esa variable, función que más discrimina la variable señalada. Si existe alta colinealidad, los

coeficientes de esta tabla pueden ser muy diferentes a los coeficientes estandarizados (Peña, 2001), como de hecho sucede. En este caso, el peso de las hembras y su longitud tienen correlación directa con la primera función y el DOAI y el DODI correlacionan directamente con la segunda función.

Discriminación por grupos

Los centroides de los grupos (Tabla 3) indican su ubicación en cada una de las funciones discriminantes. La primera función distingue fundamentalmente a las hembras del grupo Desechado (-1,665) en la parte negativa y Reservado (1,678) en la positiva, con centroide del Seleccionado (-0,013) cercano al centro entre los dos grupos anteriores.

Tabla 3. Matriz de centroides de los grupos

| Población | Función | |
|--------------|---------|--------|
| | 1 | 2 |
| Desechado | -1,665 | 0,414 |
| Reservado | 1,678 | 0,405 |
| Seleccionado | -0,013 | -0,819 |

Si se analiza la segunda función, el centroide de las reproductoras pertenecientes a los grupos Desechado (0,414) y Reservado (0,405) se ubican en la parte positiva, con valores similares, que no permiten discriminar a estos grupos; por el contrario, el centroide de Seleccionado (-0,819) se ubica en la parte negativa, permitiendo discriminar a

este grupo, que no fue discriminado por la Función 1. Dado que la primera función discrimina principalmente a los animales hacia los extremos de Desechado y Reservado, la segunda función trata de explicar a los restantes en el grupo Seleccionado.

En la Figura 1 es posible observar el mapa territorial que representa el espacio correspondiente a cada uno de los grupos, en el plano definido por las dos funciones discriminantes: la primera función en el eje de las abscisas y la segunda en las ordenadas.

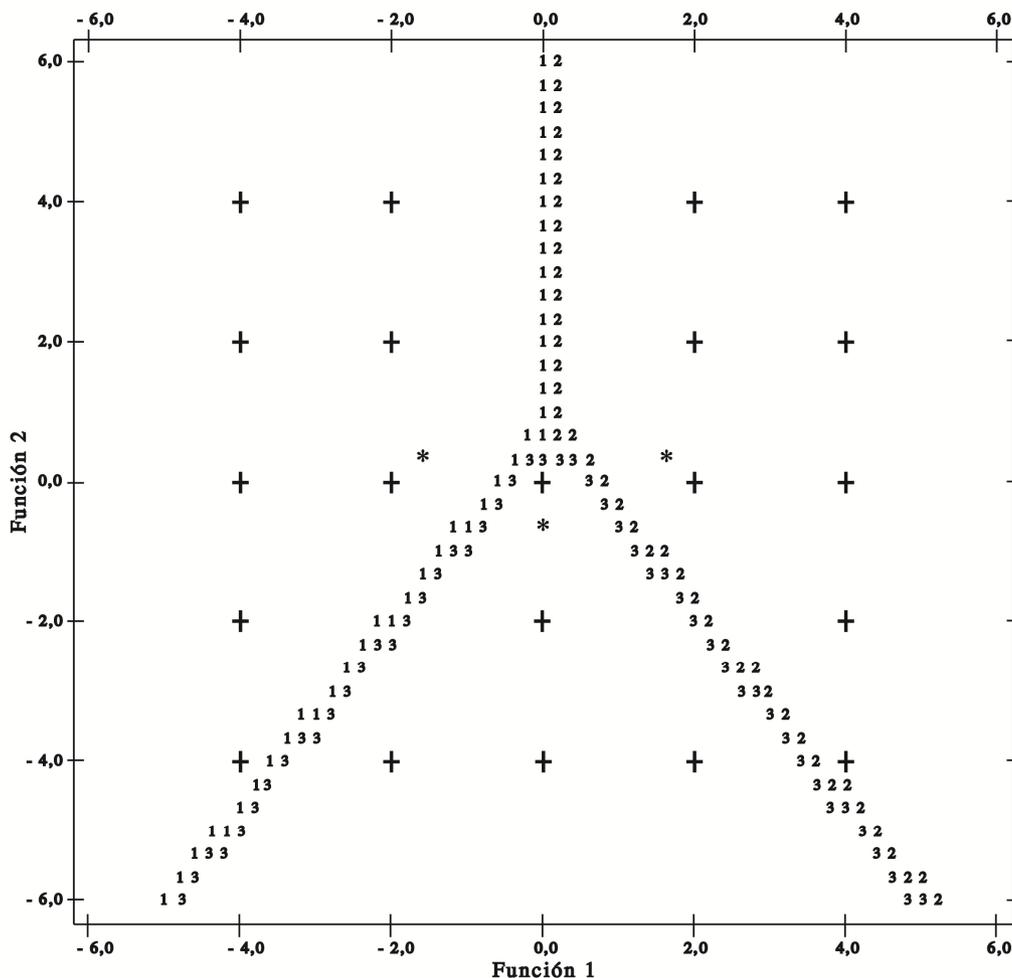


Figura 1. Mapa territorial definido por las funciones discriminantes. (1: Desechado; 2: Reservado; 3: Seleccionado).

Observando la ubicación de los centroides (asteriscos), se aprecia que la primera función tiene mayor capacidad discriminante, pues éstos se alejan o dispersan más en dirección horizontal y la ubicación de tales puntos indica la precisión en cuanto a la discriminación por grupos (SPS, 2003).

Las secuencias de números que aparecen dividiendo el plano en territorios son límites o fronteras impuestos por la regla de clasificación (Vicente-Villardón, 2003). Los números (1: Desechado, 2: Reservado, 3: Seleccionado)

identifican el grupo al que corresponde cada territorio.

Conviene tener en cuenta que, puesto que la regla de clasificación varía al cambiar las probabilidades previas, si se modifica esas probabilidades también cambiarán las fronteras de los territorios. El efecto concreto es que las fronteras se alejan del centroide del grupo al que se le asigna mayor probabilidad (SPSS, 2003).

Para conocer el grupo pronosticado de un caso cualquiera (es decir, el grupo en el que

será clasificado), basta con representar en el mapa territorial el punto definido por sus puntuaciones discriminantes en ambas funciones. El grupo pronosticado es aquel al que corresponde el territorio en el que queda ubicado el punto (Grajales, 2004).

Prestando atención a la disposición de los tres territorios en el mapa territorial, resulta fácil anticipar que los peces con puntuaciones altas en la segunda función, serán clasificados como pertenecientes a los grupos 1 o 2, con mayor posibilidad de error, mientras que los animales con puntuaciones bajas o negativas en esta función tienden a ser clasificados en el grupo 3. Si las puntuaciones de la primera función se alejan de cero hacia la región negativa conjuntamente con cualquier valor en la segunda función, los animales se asignarán al grupo Desechado (1) y si esta puntuación se aleja de cero hacia la región positiva, la asignación puede hacerse al grupo 2 (Reservado). Es importante destacar que si los puntajes están cercanos a cero en las dos funciones, hay dificultad para la asignación en cualquiera de los grupos, induciendo a posibles errores.

La matriz de confusión permitió clasificar correctamente el 77,23% de los animales, lo cual, comparado con el 56% esperable en una clasificación por características externas, puede interpretarse como una mejora considerable. Los errores de clasificación no se distribuyeron de manera simétrica. En el grupo Desechado se consigue el porcentaje más alto de clasificación correcta (68,8%), al igual que en el Reservado con el mismo valor, frente al 63,9% en el grupo Seleccionado. Esta circunstancia resulta especialmente llamativa pues, a pesar de que la regla de clasificación se basa en probabilidades *a priori* iguales para todos los grupos, los porcentajes de clasificación correcta más altos se dan precisamente en los grupos que se esperaría sean los de menor tamaño.

Con base en los porcentajes de clasificación correcta de cada grupo, es posible afirmar que las hembras reproductoras de *P. pictus* clasificadas en el grupo Desechado se confunden, mayoritariamente, con el Reservado y que los animales Seleccionados se

confunden menos con los otros dos grupos. Teniendo en cuenta que interesa el grupo de animales Seleccionados, éste se confunde más con los Desechados (21,7%) que con los Reservados (14,4%), considerados los errores de clasificación más altos.

La utilidad de los diagramas de dispersión radica en la facilidad para identificar, de manera gráfica, los casos en los que hay dificultad para su clasificación por estar muy cercanos o por presentar puntos atípicos de difícil clasificación (Vicente-Villardón, 2003).

Esto es evidente en la Figura 2, en donde se observa que la población de Seleccionados es más dispersa y se entremezcla entre las otras dos poblaciones, especialmente hacia los valores negativos de la Función 2, lo cual podría significar que a medida que disminuye el DOAI, los índices de selección se dispersan, alejándose de los otros dos grupos, a la vez que permiten su identificación.

Si bien los otros dos grupos son más homogéneos, dados especialmente por el DOAI, es la Función 1 la que permite discriminarlos hacia los valores negativos los Desechados y hacia los positivos los Reservados; la mayor confusión se presenta hacia los valores ubicados en posición central con respecto a las dos funciones, quizá debido a una deficiencia en la identificación de las variables que los caracterizan.

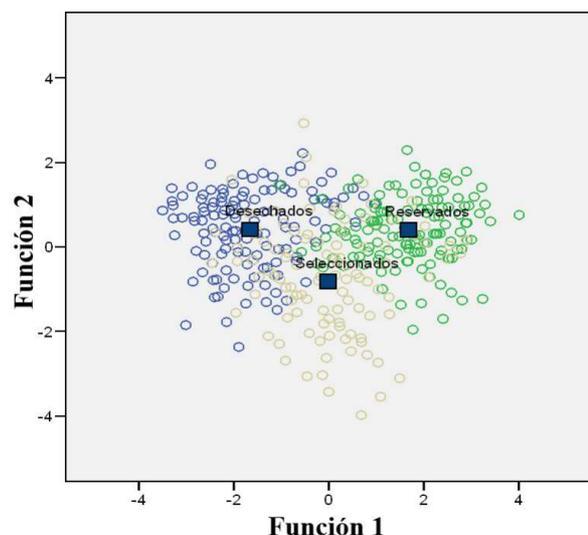


Figura 2. Diagrama de dispersión de los tres grupos.

CONCLUSIONES

Se estimó dos funciones discriminantes, las cuales cubren el 100% de la información e incluyen la totalidad de las variables, las que resultaron significativas ($P < 0,05$) para discriminar los grupos; en consecuencia el modelo permite distinguir adecuadamente los grupos de hembras de tigrillos en Seleccionados, Reservados y Desechados.

La Función 1 discrimina a las hembras con mayor diámetro de los ovocitos después de haber sido sometidos a inducción hormonal (DODI), relacionados con un mayor peso de los animales, y la Función 2 discrimina a hembras con mayor diámetro en los ovocitos antes de la inducción (DOAI), con mayor talla pero de bajo peso; frecuente en hembras pequeñas de silúridos, corroborado por la alta correlación canónica del peso y la longitud

con la primera función y de DOAI y DODI con la segunda.

La Función 1 tiene mayor capacidad discriminante entre los grupos Desechado y Reservado, sin embargo, la Función 2 discrimina mejor al grupo Seleccionado, aunque éste último es más disperso y tiende a confundirse hacia el centro de las dos funciones. Será necesario incluir otras variables que permitan identificar mejor las características de las hembras maduras, para mejorar la capacidad de predicción del modelo.

El modelo estimado permitió clasificar correctamente al 77,23% de los animales, mejorando los índices obtenidos con los métodos tradicionales, los cuales pueden producir una respuesta alrededor del 56%, en esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al Instituto de Acuicultura de los Llanos, especialmente a la Ingeniera en Producción

Acuícola Diana Romo, por haber suministrado los datos que fueron utilizados en el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aya E. y J. A. Arias. (2011). Reproducción inducida de *Pimelodus pictus* con extracto de hipófisis de carpa (EHC) y Ovaprim®. Rev.MVZ Córdoba 16(1): 2317-2323.

Blanco, C. M. (1988). Evaluación preliminar sobre la biología del “tigrillo” *Pimelodus pictus* (Steindachner 1876), en el río Meta y resultados preliminares de algunos ensayos realizados en las instalaciones del vivero La Terraza sobre las especies *Pimelodus pictus*, (Steindachner: 1876) *Megalomphodus sweglesi* (Gery) y *Cheirodon axelrodi* (Schütz). Bogotá: INDERENA.

Carolsfield, J. (1989). Reproductive physiology e induced breeding of fish as related to culture of Collossomas. pp. 37-73. En: Hernandez, A. (Ed.) Cultivo de *Collossoma*. Canadá: SU-DEPE-Colciencias-CIID.

Grajales, T. (2004). El análisis discriminante. España: Altius. 14 p.

Grande, L. and J. T. Eastman. (1986). A review of Antarctic ichthyofaunas in the light of new fossil discoveries. Palaeontology, 29(1): 113-137.

Hauser-Davis, R.A.; T.F. Oliveira; A.M. Silveira; T.B. Silva; R.L. Ziolli. (2010). Case study: Comparing the use of nonlinear discriminating analysis and Artificial Neural Networks in the classification of three fish species: acaras (*Geophagus brasiliensis*), tilapias (*Tilapia rendalli*) and mullets (*Mugil liza*). Ecological Informatics, 5: 474-478.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2012). Cartas climatológicas: Medias mensuales. [en línea]. Subdirección de Meteorología. Citado el 9 de julio de 2012. Disponible en Internet, URL: <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/villao/temperatura.htm>.

Legendre, M.; O. Linhart; R. Billard. (1996). Spawning and management of gametes, fertilized eggs and embryos in Siluroidei. *Aquat Living Resour*, 9:59-80.

Peña, D. (2001). Análisis de datos multivariantes. México: McGraw-Hill. 539 p.

Pereira, M.B.; R.S. Franco; M.P. Bizzotto; V. Volney; G.H. Pereira. (2007). Reproductive activity and recruitment of the yellow-mandi *Pimelodus maculatus* (Teleostei:Pimelodidae) in the Igarapava Reservoir, Grande River, Brazil. *Ichthyology*, 5(2):147-52.

Ramírez, G.H. y M.R. Ajiaco. (2001). La pesca en la baja Orinoquia colombiana: una visión integral. Bogotá: INPA.

Sands, D. A. (1988). Fishkeeper's guide to South American catfishes. Bélgica: Tetra Press.

Senhorini, J.A. y M.A. Landines. (2001). Generalidades sobre manejo y selección de reproductores de peces reofílicos. Bogotá: INCODER. 90 p.

Statistical Product and Service Solutions (SPSS). (2003). Análisis de datos. Chicago: SPSS. 147 p.

Sullivan, P.; J.G. Lundberg; M. Hardman. (2006). A phylogenetic analysis of the major groups of catfishes (Teleostei: Siluriformes) using *rag1* and *rag2* nuclear gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41(3): 636-662.

Vergara, J.; M. Azpelicueta; G. García. (2008). Phylogeography of the neotropical catfish *Pimelodus albicans* (Siluriformes: Pimelodidae) from río de la Plata basin, South America, and conservation remarks. *Neotropical Ichthyology*, 6(1): 75-85.

Vicente-Villardón, J.L. (2003). Análisis discriminante: Introducción. España: Universidad de Salamanca, Departamento de Estadística. 28 p.

Woynarovich, E. e L.A. Horvath. (1983). Propagação artificial de peixes de águas tropicais. Manual de extensão. Brasília, Brazil: FAO.