

ARTICULOS ORIGINALES

CIENCIAS BIOLÓGICAS

DENSIDADES DE CARGA EN EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE “PACO” *Piaractus brachypomus*. PICHARI - CUSCO, 2019

Segundo T. Castro Carranza, Elya S. Bustamante Sosa

Unidad de Investigación e Innovación de Ciencias Biológicas

Programa de Investigación: Biodiversidad y Gestión Ambiental. Línea de investigación: Biodiversidad

E-mail: tcastroca@gmail.com

RESUMEN

Siendo la acuicultura una actividad económica que busca la maximización de sus procesos, en esta investigación se evaluó el efecto de la densidad de carga en el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, buscando determinar la más adecuada para las condiciones de crianza de la Piscigranja Distrital de Pichari – Cusco. A través de un diseño experimental completamente randomizado, se evaluaron tres densidades de carga (25, 50 y 75 peces/m³). Se utilizaron 450 alevinos de la segunda reproducción inducida del año 2019, con un peso promedio de 1,8 g y una longitud total promedio de 3,96 cm. Luego de 42 días de experimentación con un alimento comercial de 28% de proteína total en una tasa del 10% de su biomasa, se obtuvieron los siguientes resultados: no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el incremento en longitud total, siendo estos incrementos del orden de 5,04 cm., 3,80 cm. Y 3,79 cm. en las densidades de carga de 25, 50 y 75 alevinos/m³, respectivamente. Existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el incremento en peso, siendo estos incrementos del orden de 15.47 g., 12,58 g. y 11,97 g. en la densidad de carga de 25, 50 y 75 alevinos/m³, respectivamente. La densidad de carga más adecuada para la crianza de alevinos de *Piaractus brachypomus*, fue la de 25 alevinos/m³.

Palabras clave: densidad de carga, *Piaractus brachypomus*.

CARGO DENSITIES IN THE GROWTH OF “PACO” ALEVINES *Piaractus brachypomus*. PICHARI - CUSCO, 2019

ABSTRACT

Being aquaculture an economic activity that seeks to maximize its processes, in this research the effect of stocking density on the growth of *Piaractus brachypomus* fingerlings was evaluated, seeking to determine the most suitable for the breeding conditions of the District Fish Farm of Pichari - Cusco. Through a completely randomized experimental design, three stocking densities (25, 50 and 75 fish/m³) were evaluated. 450 fingerlings from the second induced reproduction of 2019 were used, with an average weight of 1.8 g and an average total length of 3.96 cm. After 42 days of experimentation with a commercial food of 28% of total protein at a rate of 10% of its biomass, the following results were obtained: no significant differences ($p < 0.05$) were found in the increase in total length, these increments being of the order of 5.04 cm., 3.80 cm. And 3.79 cm. in the stocking densities of 25, 50 and 75 fingerlings/m³, respectively. There were significant differences ($p < 0.05$) in the increase in weight, these increases being of the order of 15.47 g., 12.58 g. and 11.97 g. in the stocking density of 25, 50 and 75 fingerlings/m³, respectively. The most suitable stocking density for the rearing of *Piaractus brachypomus* fingerlings was 25 fingerlings/m³.

Keywords: Charge density, *Piaractus brachypomus*.

INTRODUCCIÓN

La región amazónica del país posee adecuadas condiciones para el desarrollo de la acuicultura como actividad económica con posibilidades de contribuir al PBI nacional. Estas condiciones se resumen de la siguiente manera: posee una gran diversidad biológica, con muchos recursos aún poco conocidos, pero a la vez con posibilidades de cultivo, tales como algas, moluscos, crustáceos, peces de consumo y ornamentales, batracios, reptiles y otros; disponibilidad de tierra barata, en la que fácilmente pueden construirse estanques de cultivo de organismos acuáticos en general; agua abundante, sea que se trate de ríos, quebradas, cochas o lagunas y aun del escurrimiento superficial producto de las lluvias; clima tropical adecuado para el cultivo de cualquiera de los organismos acuáticos; y, mercado creciente, tanto en el ámbito interno como externo (Alcántara y Colace, 2001).

Entre las principales limitantes al desarrollo de la pesquería amazónica, principalmente a la crianza en cautiverio de las especies potenciales como paco, gamitana, sábalo, paiche, doncella y otros, está referida al desconocimiento y optimización de las técnicas más adecuadas de crianza, como por ejemplo la densidad de carga en las diferentes etapas de crecimiento de las especies, y en los diferentes sistemas de crianza.

En las últimas décadas se ha diseñado una serie de sistemas de producción de organismos acuáticos, orientada a disminuir la utilización del agua y de espacio, aumentando considerablemente la densidad de cultivo (Timmons et al., 2002). Investigaciones en acuicultura marina con *Mycteroperca rosácea* (Rossi, 2010) y *Solea senegalensis* (Anguis et al, 2014); y, en acuicultura continental, con trucha arco iris, “cachama blanca” (Poleo et al, 2011) y otros, indican la posibilidad de la crianza de peces en densidades altas.

Los sistemas cerrados de producción intensiva se perciben como una alternativa para aumentar la producción de organismos acuáticos sin incrementar significativamente el uso de agua y tierras, lo que minimiza el impacto de la actividad acuícola sobre el ambiente (Serfling, 2006; Avnimelech, 2009).

Uno de los objetivos en la instalación y manejo de piscigranjas a cargo de los gobiernos distritales, es la transferencia de tecnología a las comunidades de su influencia para disminuir los índices de desnutrición infantil y generar una economía comunal y/o familiar. En esta perspectiva, la presente investigación, tiene como objetivo general evaluar densidades de carga en el crecimiento de alevinos de “paco” *Piaractus brachypomus*, en las condiciones de crianza cotidiana, en la Piscigranja distrital del Distrito de Pichari – Cusco.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de investigación

El experimento se desarrolló en las instalaciones de la Piscigranja Distrital del Distrito de Pichari en la cuenca del Río Apurímac. La misma que está ubicada, geográficamente, en la Provincia de la Convención de la Región Cusco, a una altitud aproximada de 560 msn.

Población y muestra

La población estuvo conformada por el lote de alevinos de “paco” *Piaractus brachypomus* de la segunda reproducción inducida del año 2019 (entre octubre y noviembre). Utilizándose una muestra de 450 alevinos de “paco” *Piaractus brachypomus* de la segunda reproducción inducida del año 2019 (entre octubre y noviembre), con un peso de 1,8 g y 3,96 cm de longitud total en promedio, respectivamente.

Metodología

Para determinar los efectos de diferentes densidades de carga en el crecimiento de alevinos de “paco” *Piaractus brachypomus*, se utilizaron un total de nueve jaulas (tres jaulas por tratamiento) de 1 m³, hechas de tubos de PVC de 1,5” y mallas paño de abertura mínima (0,5 cm de luz) para impedir el escape de los especímenes. Todas las jaulas se dispusieron dentro de un estanque de crianza de forma aleatoria de 268 m² (el estanque N°18 de la batería de estanques de la Piscigranja Municipal de Pichari)

Antes de empezar el experimento, se determinaron algunas características físico-químicas del agua (de acuerdo a la disponibilidad de pruebas del centro piscícola), como oxígeno disuelto, anhídrido carbónico, pH y temperatura; los mismos que fueron monitorizados durante el experimento.

Se realizaron semanalmente seis controles biométricos en las nueve unidades experimentales, seleccionándose para tal efecto, y, en forma aleatoria, cinco alevinos; registrándose en cada uno de ellos el incremento de peso (g), con una balanza portátil de precisión al 0,01gr. y la longitud total, con un ictiómetro al milímetro de precisión. Dicha información semanal, permitió ajustar la cantidad de alimento a suministrar y verificar la salud de los peces.

Los peces fueron alimentados con un alimento comercial de inicio con un tenor de 28% de proteína bruta, elaborada por la firma comercial Aqua-Pro, durante las seis semanas de experimentación (42 días en total). La tasa de alimentación empleada fue del 10% de la biomasa total de cada unidad experimental y durante seis semanas de experimentación en un solo racionamiento en horas de la mañana.

Los indicadores de crecimiento se evaluaron de acuerdo a Deza et al (2002), Rebaza et al. (2002); siendo los siguientes:

Longitud total (LT), expresada en centímetros y basada en la longitud comprendida entre el rostro u hocico y el final de la aleta caudal de cada pez.

Peso, expresada en gramos y basado en el peso vivo, para obtener este indicador de crecimiento se utilizará una balanza con sensibilidad de 0,01gr.

Ganancia de peso (GP), como la diferencia de pesos promedios (final e inicial) obtenidos en cada muestreo, expresado en gramos.

Ganancia de peso diario (GPD), o Velocidad de Crecimiento en Peso. Es la cantidad de peso vivo (gramos) que incrementa la especie, por unidad de tiempo (día).

Tasa de crecimiento específico (TCE) o tasa de crecimiento en peso, se define como el incremento en peso del pez como resultado de procesos bióticos y abióticos, influenciados por el espacio, alimento y temperatura. Está expresado en %/día.

$$\text{TCE} = \frac{\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})}{\text{período (días)}} \times 100$$

Factor de conversión de alimento (F.C.A.)

F.C.A. = Alimento balanceado seco ofrecido/ Peso húmedo ganado

Eficiencia alimenticia (E.A.)

$$\text{E.A.} = \frac{\text{Peso húmedo ganado}}{\text{Alimento seco ofrecido}} \times 100$$

Factor de condición de Fulton (K)

$$K = \frac{P}{L^3} \times 100$$

Porcentaje de supervivencia (PS): Expresa la relación entre el número de individuos que sobrevivieron al final del experimento y el número total de individuos que fueron sembrados al inicio del experimento.

Diseño experimental

Para verificar el efecto de las densidades de carga en el crecimiento de alevinos de “paco” *Piaractus brchypomus* se empleó un Diseño experimental Completamente Randomizado (DCR), con tres repeticiones:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = crecimiento de los alevinos de “paco”

μ = efecto de la media poblacional

t_i = efecto de los tratamientos: densidades de carga

e_{ij} = error muestral (repeticiones)

De acuerdo al diseño, los alevinos de la muestra fueron confinados aleatoriamente en cada una de las jaulas experimentales y de acuerdo a cada tratamiento y repetición.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados a través de un análisis de varianza de un factor (one-way ANOVA) del paquete estadístico SPSS para probar los efectos de tratamientos a un nivel de significación del 0,05. Cuando se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey HSD para determinar la diferencia mínima significativa entre los grupos y establecer las relaciones de diferencias entre tratamientos (Steel y Torrie, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como en cualquier actividad de crianza de animales bajo condiciones controladas de manejo, la piscicultura se encarga del mantenimiento de cierta población de peces en un área y tiempo determinado; por lo que, la determinación del número de individuos o biomasa a “sembrar” es de vital importancia.

La razón entre el número de individuos o biomasa por unidad de área o volumen a ser confinados, se denomina densidad de siembra o densidad de carga. Esta razón, depende de muchos factores, por ejemplo, el sistema de crianza, la especie y sus diferentes etapas de crecimiento, la cantidad y calidad del agua, las características del alimento ofrecido, entre otros.

La presente investigación se ejecutó en las condiciones que habitualmente se desarrollan en las instalaciones de la piscigranja municipal de Pichari; es decir, con el alimento que se ofrecen en las etapas de alevinaje y la misma calidad del agua de los estanques de crianza.

Los resultados durante las cinco semanas de experimentación fueron, en promedio, los siguientes: 7,5 de concentración de hidrogeniones, 3,12 mg/l. de oxígeno disuelto, 14 ppm. de anhídrido carbónico y 29°C de temperatura; valores que están dentro del rango recomendados para la crianza del “paco”, y que se corresponden con las características de los cuerpos de agua de algunos ríos y “cochas” de la cuenca del río Apurímac, consideradas como aguas “blancas y claras” según la clasificación de Sioli (1968) (citado por Paredes, 2010), aunque por el color verde-amarillento que se observa, da cuenta de una buena productividad primaria.

Con respecto a la influencia de la densidad de carga diferenciada sobre el crecimiento en longitud y peso de los alevinos de *Piaractus brachypomus*, los resultados obtenidos indicaron que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos a nivel del análisis de varianza, ni a nivel del comparativo de medias respecto a la variable longitud total; en tanto que, para la variable peso, la prueba del análisis de varianza determinó que el efecto de los tratamientos fue diferente, y la prueba de comparaciones múltiples encontró diferencias entre la densidad de carga 25 alevinos/m³ y la densidad de carga 75 alevinos/m³, pero no encontró diferencia entre las densidades de carga 25 alevinos/m³ y 50 alevinos/m³, asimismo entre 50 alevinos/m³ y 75 alevinos/m³ (Tablas 1 y 2).

Sin embargo, a pesar de que el tratamiento con 25 alevinos/m³ presenta un mejor incremento en el peso (15,47 gr), respecto a los otros dos tratamientos, el valor de Fisher (F = 5,852) y su significancia estadística (sig. = 0,039) no son valores que indiquen una gran diferencia a nivel de $\alpha = 0,05$; indicativo de que con esta especie se pueden utilizar estas densidades de carga y conseguir incremento de pesos no muy diferentes, no obstante, densidades mayores pueda que las diferencias sean de consideración.

En una investigación en la ciudad de Pucallpa con densidades de siembra de 5.000, 10.000 y 15.000 peces/ha de *Piaractus brachypomus* no se encontraron diferencias significativas en crecimiento en longitud y peso, con un ligero incremento en el peso en el tratamiento con 5.000 peces/ha (Deza y col., 2002), similar a los resultados encontrados en esta experiencia, es decir, por la densidad de menor magnitud. Según los resultados observamos que el incremento de la densidad de siembra retarda el crecimiento en los peces, como consecuencia hay crecimiento lento. Al respecto Reyes, 1998 (mencionado por Deza y col., 2002), indica que la densidad de siembra de los peces afecta el crecimiento de los peces en proporción inversa, es decir, que si se incrementa la densidad se reduce la tasa de crecimiento específico.

Tabla 1. Valores promedio de la longitud total, peso, inicial y final, e incrementos en longitud y peso de alevinos de *Piaractus brachypomus*, en diferentes densidades de carga. Pichari, 2019.

Densidad de carga (alevinos/m ³)	Longitud total promedio (cm)		Incremento promedio (cm)	Peso promedio (gr)		Incremento Promedio (gr)
	Inicio	Final		Inicio	Final	
25	4,03	9,07	5,04	1,93	17,40	15,47
50	3,85	7,65	3,80	1,73	14,31	12,58
75	3,96	7,75	3,79	1,75	13,72	11,97

Tabla 2. Análisis de varianza (ANVA) de crecimiento en longitud y peso de alevinos de *Piaractus brachypomus*, criados en tres diferentes densidades de carga. Pichari 2019.

Incremento en longitud	SC	gl	CM	F	sig.
Entre grupos	3,769	2	1,546	2,707	0,139
Dentro de grupos 3	316	6	0,553		
Total	6,408	8			
Incremento en peso					
Entre grupos	21,014	2	10,507	5,852	0,039*
Dentro de grupos 1	0,774	6	1,796		
Total	31,788	8			

* diferencia significativa al 0,05

Las diferencias de crecimiento en peso de los alevinos, en las diferentes densidades de carga, se hacen de manifiesto en los parámetros de crecimiento, reportados en la tabla 3 (y tabla 20 del anexo). Así, la ganancia de peso diario, la

tasa de crecimiento efectivo y la eficiencia alimentaria son mayores por efecto de la densidad de carga 25 alevinos/m³; resultados coincidentes con los reportados por Deza y colaboradores (2002) con densidades de siembra de 5.000, 10.000 y 15.000 peces/ha; es decir, a menor densidad los valores son mayores. Sin embargo, del análisis de la comparación de medias, se verifica que sólo existe diferencias significativas para la ganancia de peso diario ($p < 0,05$), más no así para los otros parámetros.

Con el alimento comercial Aqua-Pro, con 28% de proteína, una tasa de alimentación del 10% de la biomasa y un solo racionamiento diario, se obtuvieron tasas de conversión de alimentación de 1,76 a 1,86, siendo el tratamiento de 25 alevinos/m³ aparentemente el más eficiente, resultado que se correlaciona con el mayor porcentaje de eficiencia alimentaria (64,28%) en este mismo tratamiento. Debido a que es imposible alcanzar una tasa de conversión alimentaria de 1,0 es decir, un kilo de alimento que es consumido por el animal éste lo convierte en un kilo de su peso. Esto se debe a que, a pesar de que los organismos vivos son más eficientes que cualquier máquina construida por el hombre, existen pérdidas desde el momento que el alimento ingresa al tracto digestivo. Ningún alimento es cien por ciento digerido, la parte no digestible forma parte de las heces, luego, como producto del metabolismo,

Tabla 3. Parámetros de crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, en tres diferentes densidades de carga. Pichari, 2019.

Densidad de carga (alevinos/m ³)	GPD (gr/día)	TCE (%)	FCA	EA (%)	K	PS (%)
25	0,368	5,24	1,76	64,28	2,44	100
50	0,300	5,04	1,80	63,94	2,61	100
75	0,285	4,90	1,86	61,67	2,57	100

GPD = ganancia de peso diario

TCE = tasa de crecimiento efectivo

FCA = factor de conversión de alimento

EA = eficiencia alimentaria

K = factor de condición

PS = porcentaje de supervivencia

parte se excreta en la orina, y finalmente, existe pérdida como calor (incremento calórico producto del metabolismo del alimento). Por la experiencia de muchos piscicultores de peces recreos (tipo trucha), alimentados exclusivamente con alimento artificial, es común reportar tasas de conversión alimentaria entre 1,5 y 1,8; pero, cuando se trata de peces amazónicos, en los que el recambio del agua se realiza para subsanar la evaporación de los estanques de crianza, estos valores debemos analizarlos conjuntamente con los valores de eficiencia alimentaria, que bordea en aproximadamente el 60% en los tres tratamientos en esta experiencia. Es muy probable que un porcentaje de estos valores se deba al alimento natural. Se debe considerar la cantidad de alimento natural que puede ser capturado por los peces, ya que los organismos más pequeños que hay en el estanque, como los unicelulares y los rotíferos, son un buen alimento para los peces, especialmente en la fase alevinos y juveniles. Estos alimentos naturales abastecen con los nutrientes esenciales que los peces necesitan para alcanzar su máximo crecimiento potencial (Woynarovich, 1998). Algunos autores manifiestan que, en promedio, hasta un 20% del crecimiento de los peces, es atribuible al alimento natural abundante en estanques excavados y con poco recambio de agua.

El uso del factor de condición de Fulton (K) permite obtener información sobre estrategias de crecimiento, estado nutricional y reproducción y analizar cómo las condiciones ambientales de los ecosistemas acuáticos afectan las poblaciones de peces (Cifuentes et al., 2012); es decir, por ejemplo, que valores menores a 1, indican que los peces están sometidos a stress por las condiciones ambientales y valores mayores a 1 que los peces están en ambientes favorables. Igualmente, estos índices han sido utilizados por los piscicultores como indicadores del "bienestar o idoneidad" general de la población en estudio porque pueden alertar a los pescadores ante la aparición de enfermedades u otros factores fisiológicos antes de que se presenten altas tasas de mortalidad (Jones et al., 1999). De igual forma, permiten determinar el tipo de crecimiento de los individuos, es decir, crecimiento isométrico (valores menores a 2) y crecimiento alométrico (valores mayores a 2). Los valores reportados en esta experiencia presentan ciertas diferencias, estadísticamente no significativas con un promedio de 2,54, indicativo de una crianza sin stress, corroborado por el 100% de sobrevivencia de los ejemplares en experimentación en todos los tratamientos, e indicativo de que esta especie tiene un crecimiento de tipo alométrico. Valores superiores a 2 nos indican la gran capacidad y posibilidades de esta especie para desarrollar un sistema de cultivo intensivo (Martínez, 1987).

Del análisis realizado a los resultados de este experimento con alevinos de "paco", se puede concluir en lo siguiente: no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el incremento en longitud total de los alevinos de *Piaractus brachypomus*, por efecto de las diferentes densidades de carga. Estos incrementos fueron del orden de 5,04 cm. en la densidad de carga de 25 alevinos/m³, de 3,80 cm. en la densidad de carga de 50 alevinos/m³, y de 3,79 cm. en la densidad de carga de 75 alevinos/m³; pero si se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el incremento en

peso de los alevinos de *Piaractus brachypomus*, por efecto de las diferentes densidades de carga. Estos incrementos fueron del orden de 15,47 g. en la densidad de carga de 25 alevinos/m³, de 12,58 g. en la densidad de carga de 50 alevinos/m³, y de 11,97 g. en la densidad de carga de 75 alevinos/m³. La densidad de carga más adecuada para la crianza de alevinos de *Piaractus brachypomus*, está en orden de los 25 alevinos/m³; sin embargo, a pesar que estadísticamente existió diferencias significativas ($p < 0,05$), entre este tratamiento y el de 75 alevinos/m³, no se encontró esta significación con el tratamiento de 50 alevinos/m³ y de éste con el tratamiento de 75 alevinos/m³. Y, finalmente, las condiciones de crianza en la estación piscícola de la Municipalidad de Pichari, no causan stress en los peces al no observarse mortalidad de alevinos en los tratamientos y el factor de condición estuvo sobre el valor de 2.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento al Señor Alcalde de la Municipalidad Distrital de Pichari y al personal que laboran en las instalaciones de la piscigranja, por permitirnos realizar el experimento. A los estudiantes de la Especialidad de Ecología y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Biológicas, Mayra Gutierrez Quintanilla y Kevin Cuya López en la implementación del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Icañtara, F.; Colace, B. M. (2001). Piscicultura, seguridad alimentaria y desarrollo sostenible en la carretera Iquitos Nauta y el Río Tigre. Valorando y reservando nuestros peces amazónicos. Programa de seguridad alimentaria para unidades productivas familiares de la carretera Iquitos Nauta y el río Tigre. Unión Europea. Terra Nuova. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos. Perú. 83pp.
2. Anguís, V.; Esther Asensio, E. y Salas-Leiton, E. (2014). Uso de Altas Densidades de Cultivo en Engorde de Lenguado Senegalés (*Solea senegalensis*). IFAPA Centro El Toruño. El Puerto de Santa María (Cádiz)–Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. 1-12 p.
3. Avnimelech, Y. (2009). Biofloc technology: a practical guide book. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 181p.
4. Cifuentes, Roberto, González, Jorge, Montoya, Germán, Jara, Alfonso, Ortíz, Néstor, Piedra, Priscila, & Habit, Evelyn. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). Guayana, 76, 101-110.
5. Deza, S.; Quiroz, S.; Rebaza, M. & Rebaza, C. (2002). Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) “Paco” en estanques seminaturales de Pucallpa. Folia Amazónica 13 (1 – 2): 49 – 64 pág.
6. Jones, R., Petrell, R., Pauly, D. (1999). Using modified length-weight relationships to assess the condition of fish. Aquacultural Engineering, 20, 261-276.
7. Martínez, M. (1987). Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. Alimentación en Acuicultura, Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Espinoza y Labarta editores. Madrid España. P. 295-325.
8. Paredes, P.; Saldaña, V. (2010). Hidrografía, Informe temático. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la Selva de Huánuco, Iquitos – Perú.
9. Poleo, G.; Aranbarrio, J.V.; Mendoza, L. y Romero, O. (2011). Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.4, p.429-437.
10. Rebaza, C.; Villafana, E.; Rebaza, M. & Deza, S. 2002. Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus*. “Paco”, en segunda fase de alevinaje en estanques
11. Serfling, S.A. (2006). Microbial flocs: natural treatment method supports fresh-water, marine species in recirculating systems. Global Aquaculture Advocate, v.9, p.34-36.
12. Steel, R.G.D. y J.A. Torrie. 1989. Bioestadística: Principios y procedimientos. Edit. McGraw Hill/ Interamericana, México. 622 pp.
13. Timmons, M.B.; Ebeling, J.M.; Wheaton, F.W.; Summerrfelt, S.T.; Vinci, B.J. (2002). Recirculating aquaculture systems. 2nd ed. New York: Cayuga Aqua Venture, 769p.
14. Woynarovich, A E. 1998. Guía detallada para la producción de alevines de gamitada, paco y caraña. Edición fondo nacional de desarrollo pesquero