



Influence of diet on the survival of Fingerlings *Collossoma macropomum* (♀) x *Piaractus brachypomus* (♂) and their repercussion on water quality.

Influencia de las dietas en la sobrevivencia de Alevines del híbrido *Collossoma macropomum* (♀) x *Piaractus brachypomus* (♂) y su repercusión en la calidad del agua.

Ascanio Rodríguez, A.Y.^{1*}, Brito Diagnora, J.¹, Marchán Martínez, I.J.², Subero Osorio, J.E.¹.

Universidad de Oriente, ¹Escuela de Zootecnia, Departamento de Biología y Sanidad Animal. ²Escuela de Ciencias Sociales y Administrativas, Departamento de Contaduría pública. C.P. 6201. Maturín, Estado Monagas, Venezuela.

ABSTRACT

Appropriate feeding practices in pisciculture consist in adjusting food ration according to the requirements and phase of growth of the species to cultivate, avoiding the loss of food and overfeeding. This affects the survival of the fish, the physical-chemical characteristics of the water and increases production costs. With the objective to evaluate the influence of the diets in the survival of cachamoto fingerlings and their repercussion in the water quality, an assay was performed in the Laboratory of Agricultural Zoology, in the University of East Monagas Nucleus, Maturín, Venezuela, using 96 fingerlings with initial weight of 2.30 g, distributed in 12 clear glass aquariums, with useful capacity of 40 L, with density of 8 fish/aquarium, providing four diets with two protein levels 25 % and 45 %, respectively, with and without phytoplankton. The feeding frequency was twice daily, considering 10 % of the biomass adjusted to 7 %. The results showed less mortality in diet 2 with 25 % of protein plus phytoplankton (survival 100 %) and diet 1 with 25 % of protein (survival 75 %). The highest mortality rate registered was in diet 4 of 45 % of protein plus phytoplankton (survival

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: December 6th 2014.

Accepted/Aceptado: February 3rd 2015.

RESUMEN

En piscicultura, las prácticas adecuadas de alimentación consisten en ajustar la ración alimenticia de acuerdo a los requerimientos y fase de crecimiento de la especie a cultivar, evitando de esta manera pérdidas de alimento y la sobrealimentación. Esto afecta la sobrevivencia del pez, las características físico-químicas del agua e incrementa los costos de producción. Con el objetivo de evaluar la influencia de las dietas en la sobrevivencia de alevines de cachamoto y su repercusión en la calidad del agua, se realizó un ensayo en el Laboratorio de Zoología Agrícola, de la Universidad de Oriente Núcleo Monagas, Maturín, Venezuela utilizando 96 alevines con peso inicial de 2.30 g, distribuidos en 12 acuarios de vidrio claro, con capacidad útil de 40 L, a una densidad de 8 peces/acuario, suministrando cuatro dietas con dos niveles proteicos 25 y 45 %, respectivamente, con y sin fitoplancton. La frecuencia de alimentación fue de dos veces al día, considerando el 10 % de la biomasa ajustada hasta 7 %. Los resultados mostraron menor mortalidad en la dieta 2 con 25 % de proteína más fitoplancton (sobrevivencia 100 %) y la dieta 1 con 25 % de proteína (sobrevivencia 75 %). La mayor mortalidad registrada fue en la dieta 4 de 45 % de proteína más fitoplancton (sobrevivencia 25 %) y dieta 3 de 45 % de proteína (sobrevivencia 29 %). Los parámetros del agua: temperatura (29.25 °C), sólidos disueltos totales

***Corresponding Author:**

Ascanio Rodríguez, A.Y., Universidad de Oriente, Escuela de Zootecnia, Departamento de Biología y Sanidad Animal, Maturín, C.P. 6201, Estado Monagas, Venezuela. Phone: +58 426-590 1780. E-mail: Anascar2006@gmail.com.

25 %) and diet 3 of 45 % of protein (survival 29 %). The parameters of the water: temperature (29.25 °C), total dissolved solids (0.23 mg L⁻¹), electrical conductivity (0.47 μS cm⁻¹) and pH (6.44) did not affect the survival or water quality, staying within the acceptable limits for the species, but the nitrites (2.76 mg L⁻¹) and nitrates (33.67 mg L⁻¹) influenced in these two aspects. The diet with 25 % of protein plus phytoplankton registered greater survival and maintained the quality of the water in the cultures of cachamoto fingerlings.

KEY WORDS

Food, cachamoto, mortality, physical-chemical parameters.

Introduction

One of the main features of fish farming production in Venezuela are the species cachama, morocoto and their hybrids. The hybrid *Colossoma x Piaractus*, commonly called cachamoto, possesses a high growth rate (Martino, 2002). Nevertheless, inadequate practices in the feeding of fishes impacts on the growth and survival of cachamotos in culture and increase the production cost. For this reason, feed ration must be adjusted in each growing phase in proportion to the biomass, reducing food losses and their accumulation in the bottom of the aquarium or tank, affecting water characteristics and species survival (Bauza, 2008).

Feeding is a main importance aspect in fish culture, it guarantees their growth and development. However, concentrated feed are formulated for a particular group of organisms and age range, therefore, producers supply diets formulated for other fish species, not considering the protein content and the nutritional requirements of the animals, provoking overfeeding and continual deterioration of water quality (Gutiérrez *et al.*, 2009).

Use of microalgae in fish cultures causes a positive effect in growth and survival, in addition to improving water quality (Cañavate, 2010). Water quality is a fundamental aspect in the systems of fish farming. Any change in the physical-chemical parameters (temperature, total dissolved solids, conductivity, pH, dissolved oxygen, nitrites, nitrates, ammonium, amongst

(0.23 mg L⁻¹), conductividad eléctrica (0.47 μS cm⁻¹) y pH (6.44) no afectaron la sobrevivencia ni la calidad del agua, manteniéndose dentro de los límites aceptables para la especie, sin embargo, los nitritos (2.70 mg L⁻¹) y nitratos (33.67 mg L⁻¹) sí influyeron en estos dos aspectos. La dieta con 25 % de proteína más fitoplancton fue la que registró mayor sobrevivencia y mantuvo la calidad del agua en los cultivos de alevines de cachamoto.

PALABRAS CLAVE

Alimento, cachamoto, mortalidad, parámetros físico-químicos.

Introducción

Uno de los principales rubros de producción piscícola, son las especies cachama, morocoto y sus híbridos. El híbrido *Colossoma x Piaractus* llamado comúnmente cachamoto, cuenta con una alta tasa de crecimiento (Martino, 2002). No obstante, prácticas inadecuadas en la alimentación de peces repercute en el crecimiento y la sobrevivencia de los cachamotos en cultivo e incrementan los costos de producción. Por esta razón, se debe ajustar la ración de alimento en cada fase de crecimiento, en proporción a la biomasa, reduciendo las pérdidas de alimento y su acumulación en el fondo del acuario o estanque, afectando las características del agua y la sobrevivencia de la especie (Bauza, 2008).

La alimentación es un aspecto de primera importancia en el cultivo de peces, garantiza su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, los alimentos concentrados, están formulados para un conjunto particular de organismos y grupo etario, por lo tanto, los productores suministran dietas formuladas para otras especies de peces, sin considerar el contenido proteico y los requerimientos nutricionales de los animales, provocando la sobrealimentación y el deterioro continuo de la calidad del agua (Gutiérrez *et al.*, 2009).

La utilización de microalgas en los cultivos de peces ejerce un efecto positivo en el crecimiento y sobrevivencia de los mismos, además de mejorar la calidad del agua (Cañavate, 2010). La calidad del agua es un aspecto fundamental en los sistemas de cría de peces. Cualquier cambio en los parámetros físico-químicos (temperatura, sólidos disueltos totales, conductividad, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, amonio, entre otros), puede ocasionar una disminución en la producción e inclusive la pérdida total de las especies (Fernández *et al.*, 2010). Contreras (1998), considera el

others) can cause a decrease in the production and even the total loss of species (Fernández *et al.*, 2010). Contreras (1998) considers optimum maintenance of water parameters according to the cultured species to guarantee animal health.

Experiences by Silva and Guevara (2002) with the cachamoto hybrid fed with different protein levels evidenced the feasibility to obtain high production and survival in a short period of time using feed with low protein content, considering the nutritional needs of the hybrid. The aim of this study is to know the influence of diets in the survival of cachamoto fingerlings and their repercussion in water quality, in order to optimize feeding techniques.

Materials and Methods

This research was made in the Laboratory of Agricultural Zoology, in the University of East Monagas Nucleus, located in the Campus "Los Guaritos" – Monagas State with a duration of 60 days.

Experimental conditions

A total of 96 hybrid fingerlings of *Colossoma macropomum* (♀) x *Piaractus brachypomus* (♂) with an average weight of 2.30 g produced in a fish farm unit located in the Isla de Guara, Monagas State (coordinates 8°59'27"N and 62°8'24"O) were used. Species previously acclimated were placed randomly in 12 aquariums of clear glass with 50 cm length x 30 cm width x 35 cm depth, with capacity for 40 L, at a density of 8 fishes/aquarium.

Each aquarium was equipped with an aeration system formed by a plastic hose and an air stone. Water supply for aquariums was taken from the faucet, previously aired. Water change of each aquarium was of 40 % and performed weekly before each feeding by syphoning using a plastic hose.

Experimental diets

Fingerlings were supplied with four experimental diets distributed by triplicate in 12 aquariums. Diet 1: balanced feed with 25 % of protein (puricachama); Diet 2: Puricachama + phytoplankton reason of 300×10^3 cel of chlorophytes mL⁻¹. Diet 3: concentrated feed with 45 % of

mantenimiento óptimo de los parámetros del agua de acuerdo a la especie cultivada para garantizar la salud de los animales.

Experiencias efectuadas por Silva y Guevara (2002) con el híbrido cachamoto, alimentados con diferentes niveles proteicos, evidenciaron la factibilidad de obtener elevadas producciones y sobrevivencia en un corto período de tiempo, empleando alimentos con bajo contenido proteico, considerando las necesidades nutrimentales del híbrido. En este estudio se pretende conocer la influencia de las dietas en la sobrevivencia de alevines de cachamoto y su repercusión en la calidad del agua, con el fin de optimizar las técnicas de alimentación.

Materiales y Métodos

La presente investigación se efectuó en el Laboratorio de Zoología de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, ubicado en el "Campus Los Guaritos" - Estado Monagas, con una duración de 60 días.

Condiciones Experimentales

Se utilizaron 96 alevines híbridos de *Colossoma macropomum* (♀) x *Piaractus brachypomus* (♂) con un peso promedio de 2.30 g, producidos en una unidad piscícola ubicada en Isla de Guara, Estado Monagas (coordenadas 8°59'27"N y 62°8'24"O). Las especies previamente aclimatadas se colocaron al azar en 12 acuarios de vidrio claro con dimensiones 50 cm de largo x 30 cm de ancho x 35 cm de profundidad, con capacidad para 40 L, a una densidad de 8 peces/acuario.

Cada acuario se equipó con un sistema de aireación, conformado por una manguera plástica y una piedra difusora conectada a una bomba propulsora de aire. El agua para el abastecimiento de los acuarios, se tomó del grifo, previamente aireada. El recambio del agua de cada acuario fue de 40 % y se realizó semanalmente, antes de cada alimentación, mediante sifoneo utilizando una manguera plástica.

Dietas experimentales

Se suministraron a los alevines cuatro dietas experimentales distribuidas por triplicado en 12 acuarios. La dieta 1: Alimento balanceado con 25 % de proteína (puricachama); Dieta 2: Puricachama + fitoplancton a razón de 300×10^3 cel de clorofitas mL⁻¹. Dieta 3: Alimento concentrado

protein (Nutrafin); Diet 4: Nutrafin + phytoplankton reason of 300×10^3 cel of mL^{-1} . Feed was administered twice a day (9 am and 4 pm) as indicated by Mora *et al.*, (1997). Ration adjustment was made weekly in accordance to the average weight of fingerlings, supplying a feeding rate of 10 % of their biomass adjusted up to 7 %, during a period of 60 days, in accordance to Bautista *et al.*, (2006); Rodríguez *et al.*, (2006). To verify the content of protein represented in the tag, a proximal analysis of concentrated feed was made using the methodology described by the AOAC (1980).

Fingerlings survival

Survival (S) was calculated with the formula proposed by Pineda (1999); Cruz *et al.*, (2010), expressed as follows:

$$\% S = \frac{\text{Final number of animals}}{\text{Initial number of animals}} \times 100$$

This parameter was taken daily, when observing dead fishes in the aquariums they were withdrawn and so it was noted in the respective. Weekly, the values obtained per treatment were averaged, substituting such values in the previous formula to calculate percentage of survival during the 60 days of experiment.

Estimation of physical-chemical parameters in cachamote cultures

For the estimation of pH (H+), temperature (°C), electric conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1}$) and total dissolved solids (mg L^{-1}) a multifunctional digital conductivity meter with an integrated sensor in a probe, model Hanna Instruments HI 991301® was used. Obtained values were recorded daily using a worksheet and then weekly averaged. Dissolved oxygen, nitrites, nitrates and ammonium were measured weekly, taking a water sample from each aquarium, using a portable test Kit model Hanna Instruments, equipped with reagents for each evaluating parameter, in addition of colorimetric tables to visualize obtained color and compare the result.

Analysis of data

A completely random experimental design was used with factorial arrangement where factor A corresponds to the type of diet with four levels and factor B to time (9 weeks). Obtained data were applied with a variance analysis (ANOVA); once the normality

con 45 % de proteína (Nutrafin); Dieta 4: Nutrafin + fitoplancton a razón de 300×10^3 cel mL^{-1} . El alimento se suministró dos veces al día (9 am y 4 pm) así como lo indica Mora *et al.*, (1997). El ajuste de la ración se realizó semanalmente en función del peso promedio de los alevines, suministrado a una tasa de alimentación de 10 % de su biomasa ajustada hasta 7 %, durante un periodo de 60 días, de acuerdo a lo señalado por Bautista *et al.*, (2006); Rodríguez *et al.*, (2006). Para verificar el contenido de proteína representado en la etiqueta se realizó un análisis proximal a los alimentos concentrados, empleando la metodología descrita por la AOAC (1980).

Sobrevivencia de los alevines

La sobrevivencia (S) se calculó con la fórmula propuesta por Pineda (1999) Cruz *et al.*, (2010), expresada mediante la siguiente fórmula:

$$\% S = \frac{\text{Nº final de animales}}{\text{Nº inicial de animales}} \times 100$$

Este parámetro fue tomado diariamente, al observar peces muertos en los acuarios, éstos se retiraron, y se reflejó en la planilla respectiva. Semanalmente se promediaron por tratamiento los valores obtenidos, se sustituyeron en la formula anterior para calcular el porcentaje de sobrevivencia durante los 60 días de experimento.

Estimación de los parámetros físico-químicos en cultivos de cachamote

Para la estimación del pH (H+), temperatura (°C), conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) y sólidos disueltos totales (mg L^{-1}) se empleó un conductímetro digital multifuncional con un sensor integrado en una sonda, modelo Hanna Instruments, HI 991301®. Los valores obtenidos se registraron diariamente utilizando una planilla y posteriormente se promediaron semanalmente. El oxígeno disuelto, los nitritos, nitratos y amonio se midieron semanalmente, tomando una muestra de agua de cada acuario, utilizando un Kit de pruebas portátil modelo Hanna Instruments, equipado con reactivos para cada parámetro a evaluar, además de tablas colorimétricas para visualizar el color obtenido y comparar el resultado.

Análisis de los datos

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio, con arreglo factorial donde el factor A corresponde al tipo de dieta con cuatro niveles y el factor B al tiempo (9 semanas). A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) una vez cumplido los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas, para determinar los efectos de las variables independientes

and homogeneity hypothesis were fulfilled to determine the effects of the independent variables of diet and time (week) on the dependent variables: survival, pH, temperature, total dissolved solids, electric conductivity, dissolved oxygen, nitrites, nitrates and ammonium. Those variables with significant effect were applied with the comparison test of Duncan, with significance level of 95 %, following the procedure of the statistical package SAS (SAS, 1998).

Results and Discussion

Survival of fingerlings in the different diets

In Figure 1, the percentage of cachamoto fingerlings survival in the supplied diets can be observed. Higher survival of cachamotos (100 %) was recorded in diet 2 (100 %), followed by diet 1 (75 %), diet 3 (29 %) and diet 4 (25 %). One of the possible causes of this response is the protein concentration in the supplied diets and the presence or absence of phytoplankton. Diets with less crude protein content 25 % and phytoplankton kept ideal conditions of water and nutrients supply required for the cultured species, in addition to enhance tolerance capacity of this hybrid to variation in water quality.

Uribe and Luna (2003) reported survival of 100 % in catfish when supplied in diets with less than 30 % protein content, while feed with 40 % protein content affect water quality because of nitrogen and phosphorous intake of not ingested feed. These results coincide with those obtained in this work, where survival and water quality of the culture was negatively affected by the type of diet. Likewise, Valdez (2011) considers food supply with protein levels superior to 40 %, the main cause of water deterioration and decrease of survival in fish culture.

Nevertheless, Hernández *et al.*, (2010) found in copore larvae fed with concentrates of 30, 35 and 40 % of protein survival of 94 to 99 %, with no difference between diets. These results contrast with those obtained in cachamoto in this research, presenting less survival levels of 45 % of protein. Possibly, cachamoto fed with 45 % protein raise excrete product concentration and along with feed residuals, they accumulate at the bottom of the aquarium, provoking high indexes of mortality due to toxic metabolites present in culture water.

dieta y tiempo (semana) sobre la variables dependientes: sobrevivencia, pH, temperatura, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y amonio. A aquellas variables con efecto significativo se les aplicó la prueba de comparación de Duncan, con nivel de significancia de 95 %, siguiendo el procedimiento del paquete estadístico SAS (SAS, 1998).

Resultados y Discusión

Sobrevivencia de los alevines en las diferentes dietas

En la Figura 1, se puede observar el porcentaje de sobrevivencia de los alevines de cachamoto en las dietas suministradas. En la dieta 2 se registró la mayor sobrevivencia de los cachamotos (100 %), seguido de la dieta 1 (75 %), dieta 3 (29 %) y la dieta 4 (25 %). Una de las posibles causas de esta respuesta es la concentración de proteína en las dietas suministradas y la presencia o ausencia de fitoplancton. Las dietas con menor contenido de proteína cruda 25 % y fitoplancton, mantuvieron las condiciones idóneas de agua y el aporte de nutrientes requeridos por la especie cultivada, además de destacar la capacidad de tolerancia de este híbrido a la variación de la calidad del agua.

Uribe y Luna (2003), reportaron en bagres sobrevivencia del 100 % al suministrarles dietas con contenido proteico menor a 30 %, mientras los alimentos con niveles proteicos de 40 % afectan la calidad del agua, por el aporte de nitrógeno y fósforo del alimento no ingerido. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el presente trabajo, donde la sobrevivencia y calidad del agua del cultivo fue afectada negativamente por el tipo de dieta. Asimismo, Valdez (2011) considera el suministro de alimentos con niveles proteicos superiores a 40 %, la causa principal del deterioro de la calidad del agua y la disminución de la sobrevivencia en cultivo de peces.

Sin embargo, Hernández *et al.*, (2010), encontraron en cultivos de larvas de coporo alimentados con concentrados de 30, 35 y 40 % de proteína, sobrevivencia de 94 a 99 %, sin diferencias entre dietas. Estos resultados contrastan con los obtenidos en cachamoto en la presente investigación, presentando menores sobrevivencias en niveles de 45 % de proteína. Posiblemente los cachamotos alimentados con 45 % de proteína; aumentan la concentración de los productos de excreción y junto con los residuos de alimento se acumulan en el fondo de los acuario, provocando altos índices de mortalidad por los metabolitos tóxicos presentes en el agua de cultivo. Por otro lado, Quiroz *et al.*, (2007), evaluando la abundancia fitoplanctónica en un cultivo de peces, encontraron un 87 % de sobrevivencia con las clorofitas sembradas, señalando la contribución de estas especies en el mantenimiento de la calidad del agua.

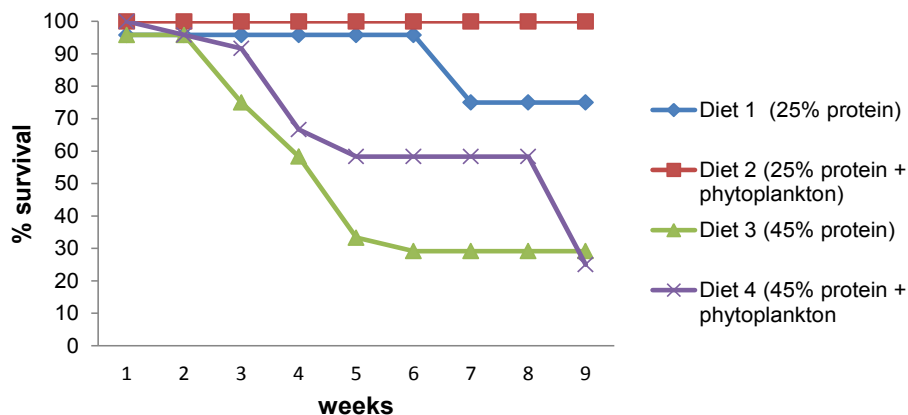


Figure 1. Survival of cachamato Fingerlings in the different diets.

Figura 1. Sobrevivencia de los alevines de cachamato en las diferentes dietas.

On the other hand, Quiroz *et al.*, (2007) when evaluating phytoplankton abundance in fish culture found 87 % survival with sown chlorophytes, showing the contribution of these species in water quality maintenance.

Physical-chemical water parameters in cachamato cultures in respect to diet

Physical characteristics of water were affected by the type of diet given to fingerlings (Table 1). In regard to temperature, higher average was 29.70 °C in diet 3 (Nutrafin with 45 % protein) existing statistical differences ($p < 0.05$) with other diets, which values ranged between 29.32 to 29.35 °C, this is due to the high amount of suspended solids and water turbidity given by the diet, which absorb more heat and therefore water turns hotter. In spite of the increase in temperature, Murphy (2007) states as limit values 24.4 °C and 30.0 °C, related to a good condition for aquatic ecosystems.

Highest values of electric conductivity ($0.45 \mu\text{S cm}^{-1}$) and total dissolved solids (0.22 mg L^{-1}) correspond to diet 4, followed by diets 3, 1 and 2 (Table 1). The increase of these parameters in diets 4 and 3 is probably due to the high protein content, where fishes cover their nutritional requirements with a less feed consumption and organic matter in water increases, propitiating a bacterial increase capable of transforming ions into solution. Despite of the statistical differences found in the different types of diets, these parameters were kept within the limits signed by Chapman and Kimstach

Parámetros físico-químicos del agua en cultivos de cachamato con respecto a la dieta

Las características físicas del agua fueron afectadas por el tipo de dieta proporcionado a los alevines (Tabla 1). Con relación a la temperatura, el promedio más alto fue de 29.70 °C en la dieta 3 (Nutrafin con 45 % de proteína) existiendo diferencias estadísticas ($p < 0.05$) con las demás dietas, cuyos valores oscilaron entre 29.32 a 29.35 °C, esto se debe a la mayor cantidad de sólidos suspendidos y a la turbidez del agua aportados por la dieta, los cuales absorben más calor y por ende el agua se torna más caliente. A pesar del incremento de la temperatura, Murphy (2007), sostiene como límites valores de 24.4 °C y 30.0 °C, asociados a una condición buena para ecosistemas acuáticos.

Los valores más altos de conductividad eléctrica ($0.45 \mu\text{S cm}^{-1}$) y sólidos disueltos totales (0.22 mg L^{-1}), corresponden a la dieta 4, seguido de la dieta 3, 1 y 2 (Tabla 1). El aumento de estos parámetros en la dieta 4 y 3 probablemente sea el producto del elevado contenido proteico, en donde los peces cubren sus requerimientos nutricionales con un menor consumo de alimento y aumenta la materia orgánica en el agua, propiciando un incremento bacteriano capaz de transformarla en iones en solución. A pesar de las diferencias estadísticas halladas con los distintos tipos de dietas, estos parámetros se mantuvieron dentro de los límites señalados por Chapman y Kimstach, (1992) reportando valores de conductividad eléctrica para ambientes de agua dulce entre 10 y 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pero pueden exceder este límite, especialmente en aguas contaminadas, lo cual no sucedió en este estudio. En general los valores obtenidos de sólidos disueltos totales y conductividad eléctrica no afectaron la sobrevivencia de la

Table 1.
Physical characteristics of culture water of cachamoto in the different diets.

Tabla 1.
Características físicas del agua de cultivo de cachamoto en las diferentes dietas.

Diet	Temperature (°C)	Total dissolved solids (mg L ⁻¹)	Conductivity (µS cm ⁻¹)
1	29.32±0.19 ^b	0.20±0.01 ^{bc}	0.41±0.02 ^{bc}
2	29.35±0.28 ^b	0.19±0.01 ^c	0.39±0.03 ^c
3	29.71±0.32 ^a	0.21±0.02 ^b	0.42±0.04 ^b
4	29.35± 0.17 ^b	0.22±0.02 ^a	0.45±0.04 ^a

^{a,b,c}Different letters in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

^{a,b,c}Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

(1992) reporting values of electric conductivity for fresh water environments between 10 and 1000 µS cm⁻¹, but they cannot exceed this limit, especially in contaminated waters, which did not happen in this research. In general, obtained total dissolved solids values and electric conductivity did not affect species survival, possibly because of the low majority and minority ion concentration present in water.

Regarding chemical characteristics, pH was kept between 6.46 and 6.54 in all diets, with no statistical differences ($p > 0.05$). These results are found within the acceptable limits for the species (6.5 to 8.5). It is important to keep an alkaline pH for cachamotos because values close to 5 produce lethargy, respiratory problems and mortality in animals (Talavera *et al.*, 1998).

Dissolved oxygen, parameter of great importance for organisms, was significantly affected ($p < 0.05$) by the diet. Dissolved oxygen variations in the different diets are shown in Table 2, indicating the less content in diet 1 (2.46 mg L⁻¹), followed by diet 4 (3.38 mg L⁻¹), diet 2 (3.94 mg L⁻¹) and diet 3 (4.32 mg L⁻¹) with the highest concentration. These responses are mainly attributed to population density of fishes in each treatment, to protein content in diet and phytoplankton deterioration. Costas *et al.*, (2007) explain that one of the problems of population density is presented only under culture conditions, by having a high number of organisms per unit of volume causes a higher consumption of oxygen and feed, higher toxic metabolite production and less

especie, posiblemente por la poca concentración de iones mayoritarios y minoritarios presentes en el agua.

Con respecto a las características químicas, el pH se mantuvo entre 6.46 y 6.54 en todas las dietas, sin diferencias estadísticas ($p > 0.05$). Estos resultados se encuentran dentro de los límites aceptables para la especie (6.5 a 8.5). Es importante mantener un pH alcalino para los cachamotos, porque, valores cercanos a 5 producen letargia, problemas respiratorios y finalmente mortalidad en los animales (Talavera *et al.*, 1998).

El oxígeno disuelto, parámetro de importancia para los organismos, fue afectado significativamente ($p < 0.05$) por la dieta. Las variaciones de oxígeno disuelto en las distintas dietas se muestran en el Tabla 2, indicando el menor contenido en la dieta 1 (2.46 mg L⁻¹), seguido de la dieta 4 (3.38 mg L⁻¹), dieta 2 (3.94 mg L⁻¹) y la dieta 3 (4.32 mg L⁻¹) con la mayor concentración. Estas respuestas son atribuidas principalmente a la densidad poblacional de peces en cada tratamiento, al contenido proteico de la dieta y al deterioro del fitoplancton. Costas *et al.*, (2007), explican que uno de los problemas de la densidad poblacional se presenta solo bajo condiciones de cultivo, al haber un elevado número de organismos por unidad de volumen, ocasiona un mayor consumo de oxígeno y de alimento, mayor producción de metabolitos tóxicos y menor espacio entre organismos; todo esto conlleva al estrés del organismo, lo cual representa un aumento adicional a la demanda energética, afectando negativamente el crecimiento y la sobrevivencia.

space between organisms; all of this carries organism stress, which represents an additional increase to energetic demand, affecting growth and survival negatively.

Lopez and Anzoategui (2012), indicate superior levels to 5.6 mg L⁻¹ is optimal for the adequate development of cachamotos. Martinez (2008) state that oxygen values of less than 3 mg L⁻¹ affect growth and fish survival, as what happened in this research.

On the other hand, nitrate values ranged between 12.22 mg L⁻¹ and 17.40 mg L⁻¹, with no significant differences between diets ($p>0.05$). These results are superior to those reported by Jimenez and Balcazar (2003), where they state nitrate levels of 0 to 3 mg L⁻¹ for water systems. However, Poleo *et al.*, (2011) found average values of nitrate in recirculation water systems of 16.7 mg L⁻¹ in diets with 28 % of protein with no effect in organisms' survival, designating tolerance of tilapias to nitrate concentrations low to 100 mg L⁻¹.

In regard of nitrites and ammonium, higher averages are observed in diet 3 (1.35 mg L⁻¹ and 5.63 mg L⁻¹) (Tabla 1), possibly due to population density, phytoplankton absence and their high protein intake (45 % PC). Moreno (2011) indicates that concentrations superior to 0.1 mg L⁻¹ of these elements can result toxic for the fishes; besides, animal feces carry great amount of non-assimilable protein matter and affect water quality.

López y Anzoátegui (2012), indican que niveles superiores a 5.6 mg L⁻¹ son óptimos para el adecuado desarrollo de los cachamotos. Martínez (2008), señalan valores de oxígeno menores a 3 mg L⁻¹ afectan el crecimiento y la sobrevivencia de los peces, como lo sucedido en la presente investigación.

Por otra parte, los valores de nitrato oscilaron entre 12.22 mg L⁻¹ y 17.40 mg L⁻¹, sin diferencias significativas entre las dietas ($p>0.05$). Estos resultados son superiores a los reportados por Jiménez y Balcázar (2003), donde señalan para los sistemas acuícolas niveles de nitratos de 0 a 3 mg L⁻¹. Sin embargo, Poleo *et al.*, (2011), encontraron valores promedios de nitrato en sistemas de recirculación de agua de 16.7 mg L⁻¹ en dietas con 28 % de proteína sin efecto alguno en la sobrevivencia de los organismos, señalando la tolerancia de las tilapias a concentraciones de nitrato inferiores a 100 mg L⁻¹.

En cuanto a los nitritos y amonio, los promedios más altos se observan en la dieta 3 (1.35 mg L⁻¹ y 5.63 mg L⁻¹) (Tabla 2), posiblemente por la densidad poblacional, la ausencia de fitoplancton y su alto aporte proteínico (45 % PC). Moreno (2011), señala concentraciones de estos elementos superiores a 0.1 mg L⁻¹ pueden resultar tóxicos para los peces; además indica que las heces de los animales contienen grandes cantidades de materia proteínica no asimilable y afectan la calidad del agua.

Parámetros físico-químicos del agua en cultivos de cachamoto con respecto al tiempo

Con relación al tiempo de experimentación, los parámetros físicos no afectaron la calidad del agua,

Table 2.
Chemical characteristics of water of cachamoto culture in different diets.

Tabla 2.
Características químicas del agua de cultivo de cachamoto en las diferentes dietas.

Diets	pH	Dissolved Oxygen (mg L ⁻¹)	Nitrites (NO ₂ - mg L ⁻¹)	Nitrates (NO ₃ - mg L ⁻¹)	Ammonium (NH ₄ -mg L ⁻¹)
1	6.53 ^a	2.46±1.14 ^b	0.90±0.97 ^{ab}	17.40±12.28 ^a	0.13± 0.19 ^b
2	6.54 ^a	3.94±1.93 ^a	0.96±0.83 ^{ab}	12.22± 7.50 ^a	0.14± 0.18 ^b
3	6.48 ^a	4.32±2.64 ^a	1.35±1.52 ^a	13.14±13.93 ^a	5.63±11.43 ^a
4	6.46 ^a	3.38±2.69 ^{ab}	0.55±0.63 ^b	15.00±14.39 ^a	0.31± 0.25 ^b

^{a,b,c}Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$).

^{a,b,c}Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p<0.05$).

Physical-chemical water parameters in cachamato cultures in respect to time

In regard to experimentation time, physical parameters did not affect water quality, keeping them within the acceptable limits for the species. For total dissolved solids and electric conductivity, values oscillate between 0.19 and 0.23 mg L⁻¹ and 0.38 to 0.47 μS cm⁻¹, respectively.

For the case of chemical parameters, pH was kept close to neutral, without affecting cultured species nor water quality. Dissolved oxygen showed significant differences ($p < 0.05$) with respect to weeks, observing critical values in week 3 (0.93 mg L⁻¹) (Figure 2). Variations of dissolved oxygen in time are influenced mainly by the decomposition of organic matter through bacteria, decrease of this gas by the consumption of heterotrophs organisms and temperature. Rodríguez and Anzola (2007) indicate that if dissolved oxygen concentration is low, organisms can be vulnerable to diseases, parasites, or even die for the lack of this element. Poleo *et al.*, (2011) found in cachama cultures oxygen values superior to 4 mg L⁻¹, which can be acceptable for aquatic organisms in natural and controlled conditions.

Nitrites and ammonium are substances capable to alter water quality, species growth and survival, turning into very toxic compounds in high concentrations. For the case of nitrites, their raise was considerable from week 1 until week 9 (2.76 mg L⁻¹), while ammonium, despite not presenting significant differences ($p > 0.05$) in experimentation weeks, presented a raise from week 4 (2.40 mg L⁻¹) only in diet 3, surpassing the acceptable limit for cachamato (Figure 3). These responses are

manteniéndose dentro de los límites aceptables para la especie. Para sólidos disueltos totales y conductividad eléctrica los valores oscilaron entre 0.19 a 0.23 mg L⁻¹ y 0.38 a 0.47 μS cm⁻¹, respectivamente.

Para el caso de los parámetros químicos, el pH se mantuvo cercano a la neutralidad, sin afectar a las especies cultivadas ni la calidad del agua. El oxígeno disuelto, mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto a las semanas, observándose un valor crítico en la semana 3 (0.93 mg L⁻¹) (Figura 2). Las variaciones del oxígeno disuelto en el tiempo están influenciadas principalmente por la descomposición de la materia orgánica a través de las bacterias, disminución de este gas por el consumo de los organismos heterótrofos y la temperatura. Rodríguez y Anzola (2007), indican si la concentración de oxígeno disuelto es baja, los organismos pueden ser vulnerables a enfermedades, parásitos, o morir por falta de este elemento. Poleo *et al.*, (2011), encontraron en cultivos de cachama, valores de oxígeno disuelto superiores a 4 mg L⁻¹, lo cual puede ser aceptable para los organismos acuáticos en condiciones naturales y controladas.

Los nitritos y el amonio son sustancias capaces de alterar la calidad del agua, el crecimiento y sobrevivencia de las especies, convirtiéndose en compuestos muy tóxicos en altas concentraciones. Para el caso de los nitritos, su aumento fue considerable desde la semana 1 hasta la semana 9 (2.76 mg L⁻¹), mientras el amonio a pesar de no presentar diferencias significativas ($p > 0.05$) en las semanas de experimentación, se observó un aumento a partir de la semana 4 (2.40 mg L⁻¹) solo en la dieta 3, superando el límite aceptable para el cachamato

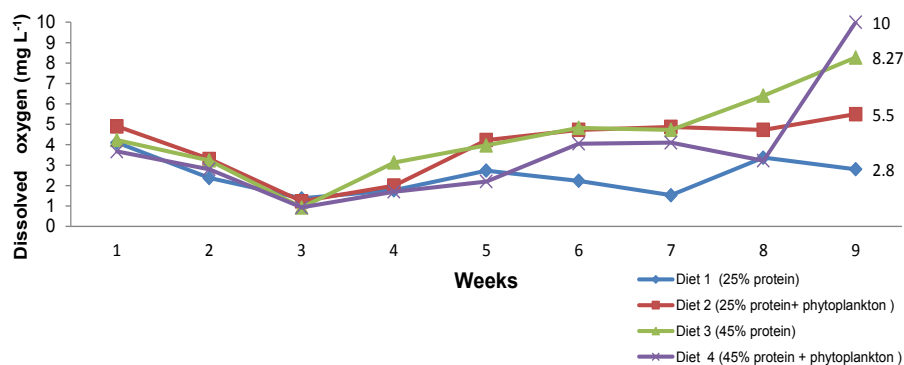


Figure 2. Chemical parameters (Dissolved oxygen) in relation to time.

Figura 2. Parámetros químicos (oxígeno disuelto) con relación al tiempo.

sustained by the weekly change of 40 % of water in culture, increase the amount of non-ingested feed, raise of excreta and defecation in the aquariums, causing accumulation of organic matter and constant deterioration of water quality and survival decrease. Martínez (2008) explains these nitrogen compounds originated as metabolism products of organisms under culture, and freed during decomposition of bacteria on the animal or vegetal organic matter, which when accumulated in tanks and aquariums can deteriorate the system. On the other hand, Poleo *et al.*, (2011) signed nitrogenous compounds as toxic elements for any heterotrophic aquatic organism when concentration surpasses 0.28 mg of nitrites L⁻¹ and between 0.60 and 2 mg of ammonium L⁻¹. These values are inferior to those reported in this research, where direct effects in the health of fishes can be observed, such as deformed mouth, reddish caps, damaged gills, exophthalmia (sprouted eyes), diminishment to survival and growth.

On the other hand, nitrate turned out to be significant ($p < 0.05$) with a maximum value in week 9 (33.67 mg L⁻¹), effect caused by the protein level of supplied diets, non-ingested feed and metabolic waste accumulation of fishes (Figure 3). It is important to appoint that reactions to this element in fresh water can cause oxygen depletion, generating animal stress; its effects can be observed when species within the aquatic system are exposed to concentrations of 50 mg L⁻¹, provoking animal death (Moreno, 2011). This value surpasses those shown in this research.

Conclusions

In this research, protein levels of 45 % caused higher mortality of fishes and water quality deterioration of culture, mainly due to the accumulation of nitrogen compounds, produced by non-consumed feed and fish excretion. Diet 2 (25 % PC and phytoplankton) presented a survival of 100 %. In regard of physical-chemical parameters (temperature, electric conductivity, total dissolved solids and pH) of water, they were within the acceptable limits for the cachamoto hybrid during the assay. However, nitrites and nitrates are found over the accepted ranges for the species.

(Figura 3). Estas respuestas se sustentan por el recambio semanal solo del 40 % de agua en el cultivo, incrementando la cantidad de alimento no ingerido, aumento en las excreciones y defecaciones en los acuarios, causando la acumulación de materia orgánica y el constante deterioro de la calidad del agua y disminución de la sobrevivencia. Martínez, (2008), explica estos compuestos nitrogenados se originan como productos del metabolismo de los organismos bajo cultivo y son liberados durante la descomposición de las bacterias sobre la materia orgánica animal o vegetal, que al acumularse en los estanques y acuarios pueden deteriorar el sistema. Por otra parte, Poleo *et al.*, (2011), señalan a los compuestos nitrogenados elementos tóxicos para cualquier organismo heterotrófico acuático, cuando la concentración supera 0.28 mg de nitritos L⁻¹ y entre 0.60 y 2 mg de amonio L⁻¹. Estos valores son inferiores a los reportados en la presente investigación, donde se puede observar efectos directos en la salud de los peces como boca deforme, opérculos enrojecidos, branquias dañadas, exoftalmia (ojos brotados), disminución de la sobrevivencia y el crecimiento.

El nitrato por su parte resultó significativo ($p < 0.05$) con un valor máximo en la semana 9 (33.67 mg L⁻¹), efecto causado por el nivel de la proteína de las dietas suministradas, alimentos no ingeridos y la acumulación de desechos metabólicos de los peces (Figura 3). Es importante señalar las reacciones de este elemento en el agua dulce pueden causar el agotamiento de oxígeno, generando estrés en los animales, observándose sus efectos cuando las especies dentro del sistema acuático son expuestas a concentraciones de 50 mg L⁻¹, provocando la muerte del animal (Moreno, 2011). Este valor supera a los mostrados en la presente investigación.

Conclusiones

En esta investigación, los niveles de proteína de 45 % causaron mayor mortalidad de peces y deterioro de la calidad del agua de cultivo, principalmente por la acumulación de compuestos nitrogenados, producto del alimento no consumido y las excreciones de los peces. Presentado la dieta 2 (25 % PC y fitoplancton) una sobrevivencia de 100 %. Con relación a los parámetros físico-químicos (temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y pH) del agua durante el ensayo se mantuvieron dentro de los límites aceptables para el híbrido cachamoto. Sin embargo, los nitritos y nitratos se encontraron por encima de los rangos aceptados para la especie.

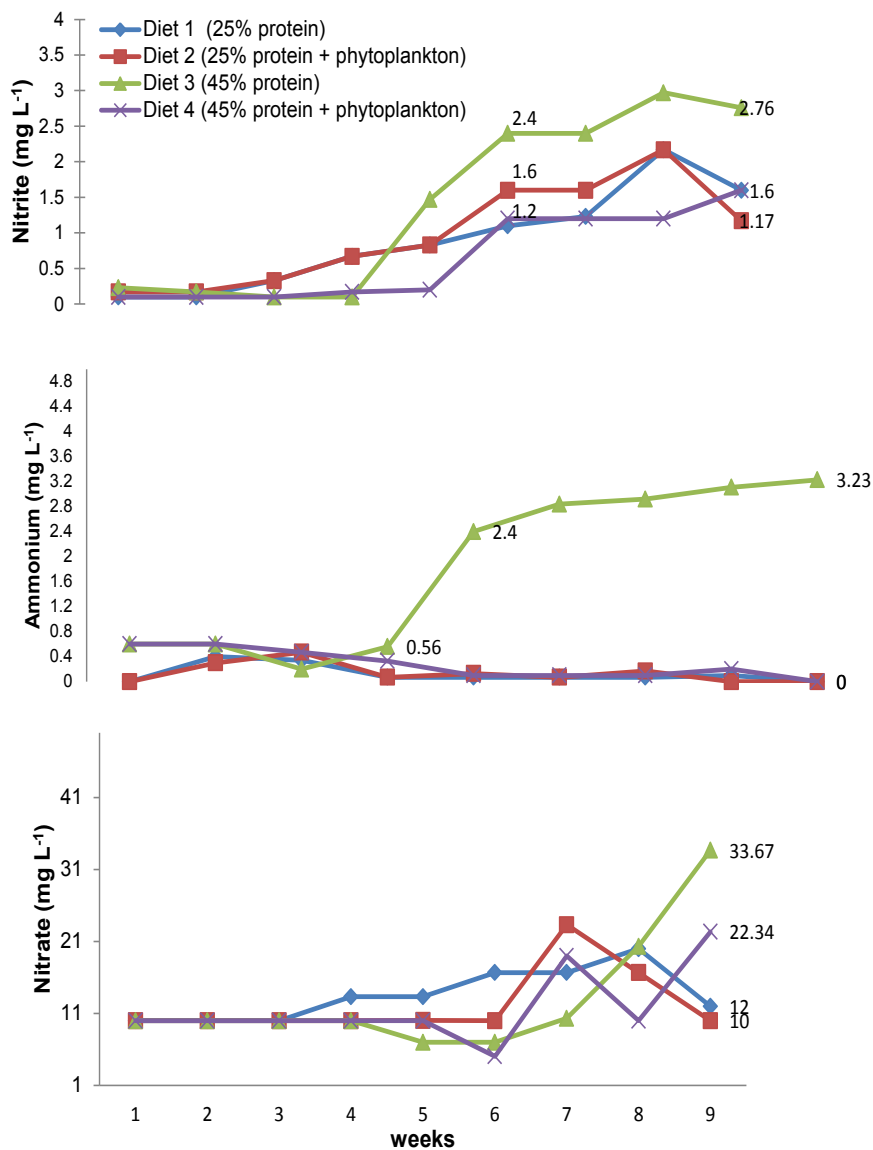


Figure 3. Chemical parameters (nitrites, ammonium and nitrates) in relation to time.
Figura 3. Parámetros químicos (nitritos, amonio y nitratos) con relación al tiempo.

References

AOAC. Association of Official Analytical Chemists.1980. Official methods of analysis. Thirteen th Edition.Washing-
 ton, DC: 565 pp.
 Bautista, E., Ornelas, P., Pedraza, C. and Gutiérrez, P. 2006 Influencia de la administración de alimento complementario
 sobre el crecimiento de *Oreochromis mossambicus* cultivada en jaulas flotantes en un embalse eutrofizado.

- En: IV Congreso Iberoamericano virtual de acuicultura. 579-589; México D.F. <http://www.revistaaquatic.com/civa2006/coms/completo.asp?cod=128>
- Bauza, R. 2008. Composición bromatológica de dos dietas preparadas con harina del camarón *macrobrachium* sp y su influencia sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevines de cachama (*Colossoma macropomum*) Tesis de licenciatura. Universidad de Oriente, Cumaná.
- Cañavate, J.P. 2010. El papel de las microalgas en acuicultura. IFAPA Centro El Toruño, Puerto Santa María, Cadiz, Spain.
- Chapman, D and Kimstach, V. 1992. La selección de variables de calidad del agua. Londres: editorial Unesco, 119 pp.
- Contreras, L. 1998. Manual de prevención de enfermedades que afectan a los organismos en cultivo. México. D.F: editorial secretaria de pesca, 83 pp.
- Costas, B., Aragão, C., Mancera, J., Dinis, M. and Conceição. 2007. High stocking density induces crowding stress and affects amino acid metabolism in Senegalese sole *Solea senegalensis* juveniles. *Aquaculture Research* 39:1-9. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.13652109.2007.01845.x/abstract>
- Cruz, E., Vinjoy, M., Martínez, V., García, M., Plasencia, J., García, E., et al. 2010. Evaluación microbiológica de la producción de peces en tres estanques fertilizados con residuales porcinos. Producción porcina [serie en internet]. [consultado 2014 noviembre 25]; 2 (4):1-64. Disponible en: <http://www.iip.co.cu/RCP/ant/RCP4.2.pdf>
- Fernández, A., Schenone, N., Pérez, A. and Volpedo, V. 2010. Calidad de agua para la producción de especies animales tradicionales y no tradicionales en Argentina. *Revista ambiente* 1:45-66. <http://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/viewFile/89/72>
- Gutiérrez-Yara, G., Cruz-Casallas, P. and Velasco-Santamaría, Y. 2009. Efectos de extracto de algas marinas sobre parámetros productivos de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*): ensayos en laboratorio y a escala comercial. *Revista Orinoquia* 13 suppl 1: 37-45. <http://www.redalyc.org/pdf/896/89612776007.pdf>
- Hernández, G., González, J., Alfonzo, E., Salmeron, Y. and Pizzani, P. 2010. Efectos de la relación energía/proteína sobre el desempeño productivo en larvas de Coporo (*Prochilodus mariae*). *Revista zootecnia tropical* 28(2): 173-182. http://www.sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2802/pdf/2802_Hernandez_g.pdf
- Jiménez, M y Balcázar, J.2003. Uso de filtros biológicos en larvicultura de *Litopenaeus vannamei*. *Revista Aquatic* 18: 11-14. http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/18_3.pdf
- López, P. y Anzoátegui, D. 2012. Crecimiento del híbrido Cachamoto (*Colossoma Macropomum x Piaractus Brachypomus*) en un sistema de recirculación de agua. *Revista zootecnia tropical* 30 suppl 4: 335-342. http://www.sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt3004/pdf/zt3004_lopez_p.pdf
- Martínez, F. 2008. Parámetros importantes a controlar en un cultivo de peces. Trabajo de maestría. Universidad del Valle, Santiago de Cali.
- Martino, G. 2002. Retrocruce de hembras híbridas (F1) (*Colossoma macropomun x Piaractus brachypomus*) con machos de las especies parentales. En: I Congreso Iberoamericano virtual de Acuicultura. Venezuela. Jun 688-693.
- Mora, J., Bereciartu, G., Garrido, G. and Torres, N. 1997. Engorde de tilapia roja e híbridos de cachamas para el Aprovechamiento de reservorios acuáticos en plantaciones de Caña de azúcar en la región Centroccidental de Venezuela. En: Encuentro Nacional de Acuicultura. Mar 210-226; Guárico, Venezuela.
- Moreno, F. 2011. Parámetros químicos de calidad de las aguas, nitritos, nitratos y fosfatos. [Monografía en internet]. Barcelona: Grupo Intercom.
- Murphy, S. 2007. General information on temperature. USGS Water Quality Monitoring, Boulder, Colorado, EEUU.
- Pineda, R. 1999. Elaboración y evaluación de dietas a partir de harinas de barrilete y rasposa (*Haemulon maculiconda*) como alimento de bagre (*Ictalurus punctatus*) en condiciones de laboratorio. Trabajo de maestría. Universidad de Colima, México D.F.
- Poleo, G., Aranbarrio, J., Mendoza, L. and Romero, O. 2011. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrado. *Revista Pesquera. Agropecuaria Brasileña* vol 46 no. 4: 429-437. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2011000400013&script=sci_abstract
- Quiroz, H., Molina, I. and Ortega, A. 2007. Abundancia y diversidad del fitoplancton en estanques con policultivo de peces, utilizando fertilizantes orgánicos, inorgánicos y combinados. *Ciencia y mar* [serie en internet]. [consultado 2014 noviembre 25]; (7): [aprox. 12 pp]. Disponible en: <http://www.umar.mx/revistas/7/abundancia.pdf>
- Rodríguez, A. and Arzola, P. 2007. Evaluación del oxígeno disuelto en el agua de dos lagunas piscícolas y la ganancia de peso de cerdos en crecimiento. *Revista Zootecnia Tropical* 1 suppl 14: 99-104.

- Rodríguez, L., Mora D., Moreno, P., Rodríguez, D. and Hurtado, H. 2006. Estudio preliminar de la influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y mortalidad de alevinos de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) en un sistema cerrado con recirculación de agua. En: IV Congreso Iberoamericano virtual de acuicultura. dic 1087-1094; México D.F. <http://www.revistaaquatic.com/civa2006/coms/completo.asp?cod=220>
- SAS (1998) Statistical Analysis System. User's guide statistics (version 6.01). SAS Institute Cory, NC, USA.
- Silva, A. and Guevara, M. 2002 Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Zootecnia Tropical 4 suppl 20: 449-459. http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2004/texto/asilva.htm
- Talavera, V., Sánchez, D. and Zapata, L. 1998. Crianza de la tilapia. Nicovita. 60. Lima. [serie en internet]. [consultado 2014 noviembre 30]; 10 (3).[aprox. 48 pp]. Disponible en: <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>
- Uribe, E. and Luna-Figueroa, J. 2003. Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas en condiciones de cautiverio *Revista Aquatic* 18: 39-47. http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/18_7.pdf
- Valdez, C. 2011. Evaluación de la gestión ambiental sobre la actividad acuícola en el municipio de guasave. Tesis de Maestría. Colegio de la Frontera Norte, Tijuana.
- Van der Meeren, T., R.E. Olsen, K. Hamre, H.J. Fyhn 2008 Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish Aquaculture, 274 pp. 375–397. http://www.researchgate.net/publication/222002067_Biochemical_composition_of_copepods_for_evaluation_of_feed_quality_in_production_of_juvenile_marine_fish

Cite this paper/Como citar este artículo: Ascanio Rodríguez, A.Y., Brito Diagnora J., Marchán Martínez I.J., Subero Osorio J.E. (2016). Influence of diet on the survival of Fingerlings *Colossoma macropomum* (♀) x *Piaractus brachypomus* (♂) and their repercussion on water quality. *Revista Bio Ciencias* 3(4): 298-310. <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/article/view/161/228>

