

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Ictalurus balsanus* (Jordan and Snyder, 1899) EN JAULAS FLOTANTES

EVALUATION OF GROWTH OF *Ictalurus balsanus* (Jordan and Snyder, 1899) IN FLOATING CAGES

José Guadalupe Granados-Ramírez¹, Roberto Trejo-Albarrán^{2*},
Nereida Mena-Méndez¹

¹Laboratorio de Invertebrados. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa. C. P. 62209. Cuernavaca, Morelos, México.

²Laboratorio de Hidrobiología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa. C. P. 62209. Cuernavaca, Morelos, México.

*Autor para correspondencia. Correo-e: trejo@uaem.mx

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el crecimiento de *Ictalurus balsanus* en un cultivo extensivo en jaulas por medio de la relación peso-longitud. Los ejemplares de *I. balsanus* fueron recolectados en el río Mixteco utilizando tres artes de pesca artesanales (ayates, red anillada y atarraya). 24 especímenes fueron capturados y transportados con oxígeno a las jaulas flotantes donde fueron cultivados y mantenidos con alimento balanceado Nutripec 2804 a partir de septiembre del 2008 hasta abril del 2009. Se registró la longitud estándar de cada individuo (en centímetros) y el peso (en gramos) en cada muestreo, realizándose cada 30 días tres veces más, durante el cultivo extensivo en jaulas (0, 30, 60, 90 días). La relación peso

longitud fue calculada usando la ecuación logarítmica: $\log W = \log a + b \log L$. El significado de la regresión se evaluó mediante el ANOVA. Con el fin de verificar si b fue significativamente diferente del valor isométrica ($b = 3$) se aplicó la prueba de t-student con un nivel de confianza de $\pm 95\%$ ($\alpha = 0.05$).

Palabras clave: *Ictalurus balsanus*, jaulas flotantes, longitud-peso, crecimiento.

ABSTRACT

The growth of *Ictalurus balsanus* in extensive culture cages by body length – weight relation was analyzed. The *I. balsanus* specimens were sampled at Mixteco's river using three artisanal fishing gears (ayate,

ring net and atarraya). 24 specimens was caught and transported with oxygenation to floating cages farming where were cultivate with balanced food "Nutripec 2804", from september 2008 to april 2009. The individual standard length (in centimeters) and weight (in grams) was measure at moment to catch and three times after 30 days in extensive culture cage conditions (0, 30, 60, 90 days). Length – Weight relationships was calculate using a logarithmically transformed equation: $\log W = \log a + b \log L$. The significance of the regression was assessed by ANOVA. In order to verified if b was significantly different from isometric value ($b = 3$) a t-student test with a confidence level of $\pm 95\%$ ($\alpha = 0.05$).

Keywords: *Ictalurus balsanus*, floating cages, length – weight relation, growth.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas dulceacuícolas en México son especialmente vulnerables a la sobreexplotación, lo que repercute en el confinamiento de las especies a fragmentos aislados. Las principales actividades causantes del daño de la biota dulceacuícola incluyen la destrucción del hábitat por obras hidráulicas, el crecimiento de la mancha urbana, la desecación de los cuerpos de agua, la degradación de la calidad del agua por actividades agrícolas, ganaderas, forestales, industriales, domésticas y la introducción de especies no nativas.

En la cuenca del balsas habita, el bagre del balsas (*Ictalurus balsanus*), debido a las presas y represas de agua actualmente su hábitat se encuentra fragmentado y la especie se encuentra amenazada. Poco se conoce acerca de su biología (Díaz-Rojas, 1988) y crecimiento (Martínez-Solís, 1996). La forma más común de cuantificar el crecimiento en acuicultura es la ganancia de masa y peso o el aumento de talla (longitud). Ambos parámetros guardan íntima relación con la condición del pez, durante su cautiverio y engorda. Cambios positivos y negativos, a corto plazo en peso están relacionados con cambios ambientales,

relaciones ecológicas como competencia y estrés durante la manipulación en estanques. Mientras que cambios en talla o longitud presentan cambios a mediano plazo y suelen ser positivos o nulos y estarían relacionados a problemas genéticos. Así que la relación longitud-peso, es un buen indicador que nos permite darle seguimiento a la condición y crecimiento del pez durante el cultivo (Doi, 1975; Csirke, 1980; Schneider, et al., 2000; Jennings et al., 2001). También permite discriminar que datos son buenos o si se presentan problemas durante el cultivo.

El objetivo del presente trabajo fue analizar el crecimiento de *Ictalurus balsanus* mantenido en jaulas flotantes mediante la cuantificación del peso y longitud, bajo el uso de alimento balanceado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La presa de Peña Colorada está ubicada en los 18° 00' 22.9" Latitud Norte y 98° 17' 25.4" Longitud Oeste, a una altitud de 1000 msnm, dentro de la región hidrológica del Balsas no. 18, al suroeste del municipio de Tecamatlán, Puebla. El cuerpo de agua presenta una superficie aproximada de 157 ha y una profundidad promedio de 14 m. En la región las temperaturas varían entre los 21 °C y 39 °C. La precipitación mensual es de 2.7 mm y 56.6 mm a lo largo del año.

Para el cultivo se construyeron jaulas flotantes a base de malla plastificada con luz de malla de 4 cm² y dimensiones 2.40 m x 2.40 m x 1.0 m. Las jaulas contaron con una puerta superior cubierta de malla sombra que dará protección a los peces y que facilite el manejo y la cosecha de los mismos. Para evitar la pérdida de alimento se colocó malla sombra circulando por fuera de la jaula, de 50 cm de alto. Para la estabilidad y anclaje de la jaula se usaron bloques de concreto de 80 cm x 80 cm (muertos), además un sistema de muelle para mantener la tensión de la jaula. El sistema de flotación de cada jaula se elaboró con tambos de plástico (bidones)

de 200 litros y se complementó su flotación con bloques de unicel, estos se fijaron fuertemente a la jaula buscando que sobresaliera del agua al menos 40 cm. Las jaulas se ubicaron en el centro de la presa.

Los organismos de *Ictalurus balsanus* (bagre del Balsas), fueron capturados en el río Mixteco, con ayuda de los pescadores ribereños de la localidad y mediante tres artes de pesca: Atarraya, ayate y red de aro. Los bagres capturados fueron transportados, en tinas de aproximadamente 100 litros, oxigenadas durante todo el trayecto utilizando una bomba de aire, hasta que fueron depositados en las jaulas flotantes dentro de la presa.

Se seleccionaron únicamente 24 organismos de *I. balsanus*, representativos de juveniles y adultos. Se tomaron las medidas biométricas: longitud total en centímetros, medida sobre el lado izquierdo del organismo abarcando el total del animal con la ayuda de un ictiómetro de aproximadamente 60 cm y el peso total del organismo en gramos, con una balanza analítica de campo. Las medidas biométricas se tomaron a los 30, 60 y 90 días de cautiverio-engorda en la jaula de cultivo.

La alimentación durante el periodo de cautiverio-engorda fue con alimento balanceado NUTRIPEC 2804, el cual fue suministrado dos veces al día durante el periodo de aclimatación. Y una sola vez al día durante los 90 días de cultivo. La ración de alimento diario fue ajustada de acuerdo con los incrementos de peso obtenidos en los tres muestreos durante el periodo de cultivo.

El análisis del crecimiento se realizó mediante una regresión lineal de los datos transformados logarítmicamente (logaritmo base 10) para obtener una estimación de los coeficientes "a" y "b" que parametrizan la relación longitud-peso (Doi, 1975; Csirke, 1980; Froese, 2006) según la ecuación:

$$\text{Log } W = \log a + b \log L$$

Dónde:

W= representa el peso del pez en gramos;

L= longitud total del pez en centímetros;

a= es el intercepto de la curva de regresión (relacionado con la forma del pez);

b= es el coeficiente de regresión (si es igual a 3 el crecimiento es isométrico);

log= es el logaritmo base 10.

El análisis de significancia de la regresión se realizó mediante una ANOVA y para verificar si el valor estimado del coeficiente de regresión (b) es significativamente diferente del valor de crecimiento isométrico (b=3), se realizó la prueba t-Student, con un nivel de confianza de $\pm 95\%$ ($\alpha = 0.05$ (2), residual DF) (Sokal and Rohlf, 1987; Zar, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los organismos aumentaron de peso (peso húmedo) después de 30 días bajo un régimen de dieta balanceada (NUTRIPEC 2804), sin embargo la variación de peso de los organismos 17 a 24, fue muy marcada a los 60 y 90 días de cultivo en jaulas (Figura 1). Para que no existieran confusiones los organismos fueron clasificados en orden creciente a su longitud. Y ninguno de los organismos presentó daños morfológicos o enfermedad.

En relación a la longitud (Figura 2), todos los organismos aumentaron, en los primeros 30 días de cultivo, sin embargo los datos de sus longitudes, registrados a los 60 días de cultivo resultaron significativos al observar una variación de sus longitudes en las curvas de 30 y 60 días apreciando un entrecruzamiento, a partir del organismo 11 hasta el organismo 24 (talla superior a 28 cm). Los datos de las longitudes alcanzadas a los 90 días de cultivo nuevamente se separan de los datos de 0, 30 y 60 días, lo cual indica un aumento de longitud de los organismos, entrecruzándose las curvas a los 60 y 90 días, a partir del organismo 22 (talla superior a 47 cm).

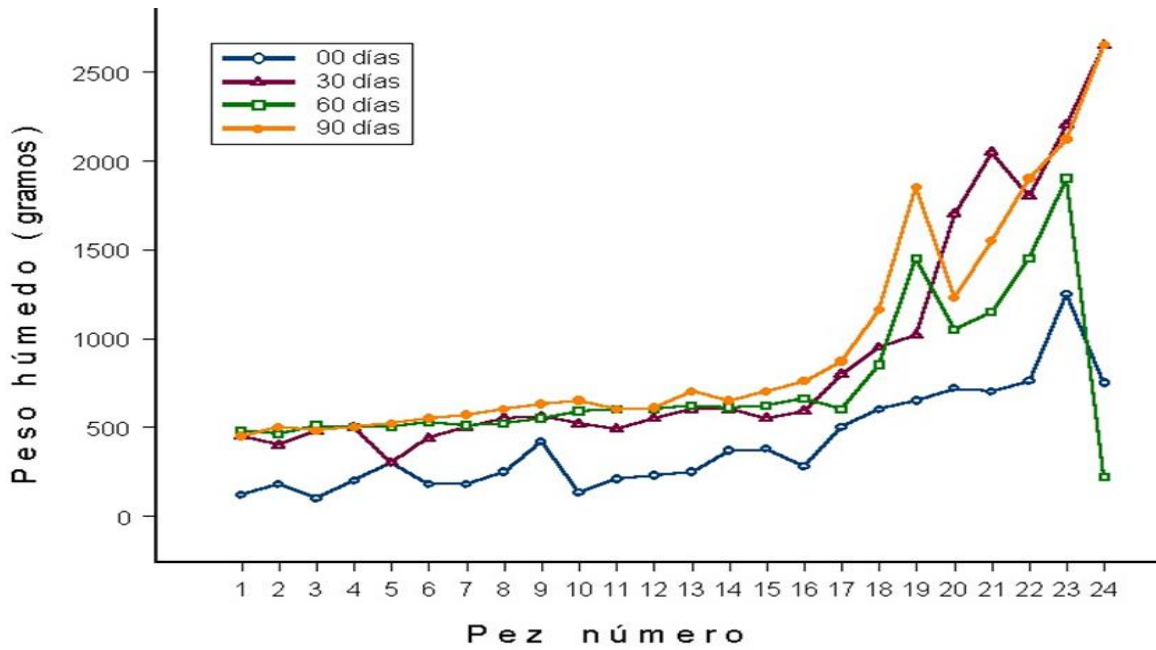


Figura 1. Peso húmedo de los peces en centímetros, datos obtenidos a los 00 (captura), 30, 60 y 90 días de cultivo. Los peces fueron numerados y ordenados en forma ascendente con respecto a su longitud

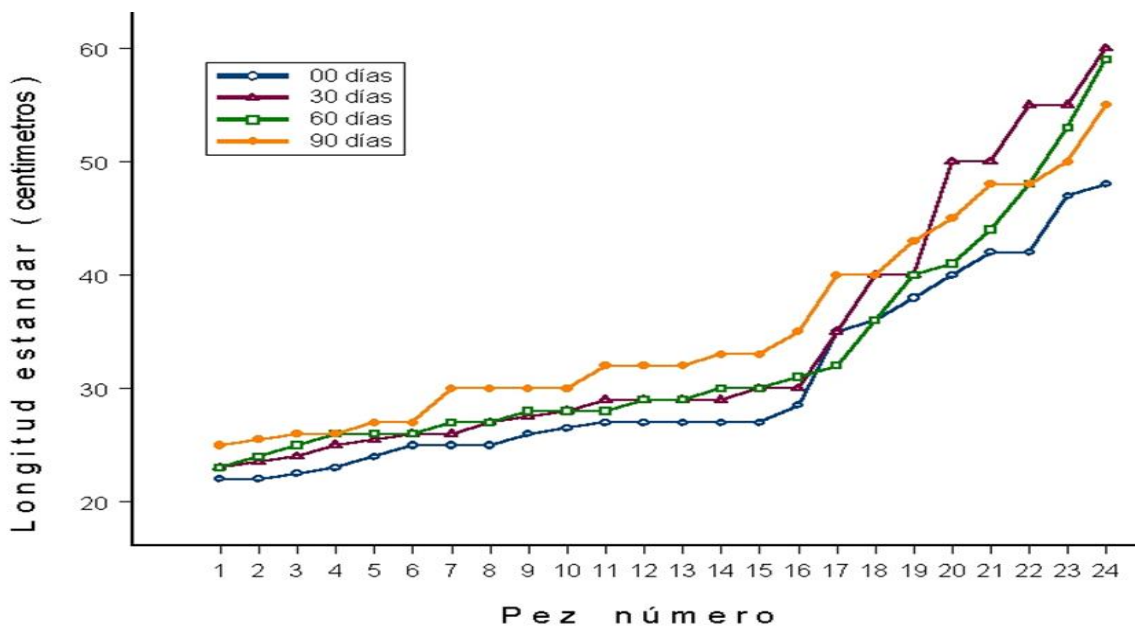


Figura 2. Longitud estándar de los peces en centímetros, datos obtenidos a los 00 (captura), 30, 60 y 90 días de cultivo. Los peces fueron numerados y ordenados en forma ascendente con respecto a su longitud.

El análisis de la relación longitud-peso (Figura 3), mostró que existió un aumento de longitud y peso en todos los organismos a los 30 días de cultivo (triángulos rojos), observando que la curva de los datos a los 60 y 90 días se cruza con la curva de los 30 días de cultivo.

Los datos de longitud-peso (Figura 4) fueron transformados a logaritmos base 10, para obtener la regresión que permitió estimar los coeficientes de las curvas. Las líneas de regresión, la ecuación y los coeficientes estimados a los 00, 30, 60 y 90 días de cultivo se muestran en el Cuadro 1.

Los coeficientes de regresión (Cuadro 1) más altos se obtuvieron con los datos de los 30 y 90 días. El coeficiente de

regresión a los 00 días fue bueno y sirvió de línea base para el estudio. Se destaca que el coeficiente de regresión ($r^2=0.2157$) fue muy bajo. Nótese que las líneas de regresión de los 30 y 90 días fueron muy similares.

El análisis de significancia para las regresiones (Cuadro 2) y prueba F (Cuadro 3) indicaron que todas líneas de regresión (Figura 5), son significativas, lo cual representa un aumento de peso y longitud de cada uno de los bagres.

La prueba t-Student (Cuadro 4), permitió determinar que el coeficiente "b", estimado a partir para cada grupo de datos representó un crecimiento no isométrico menor a 3.

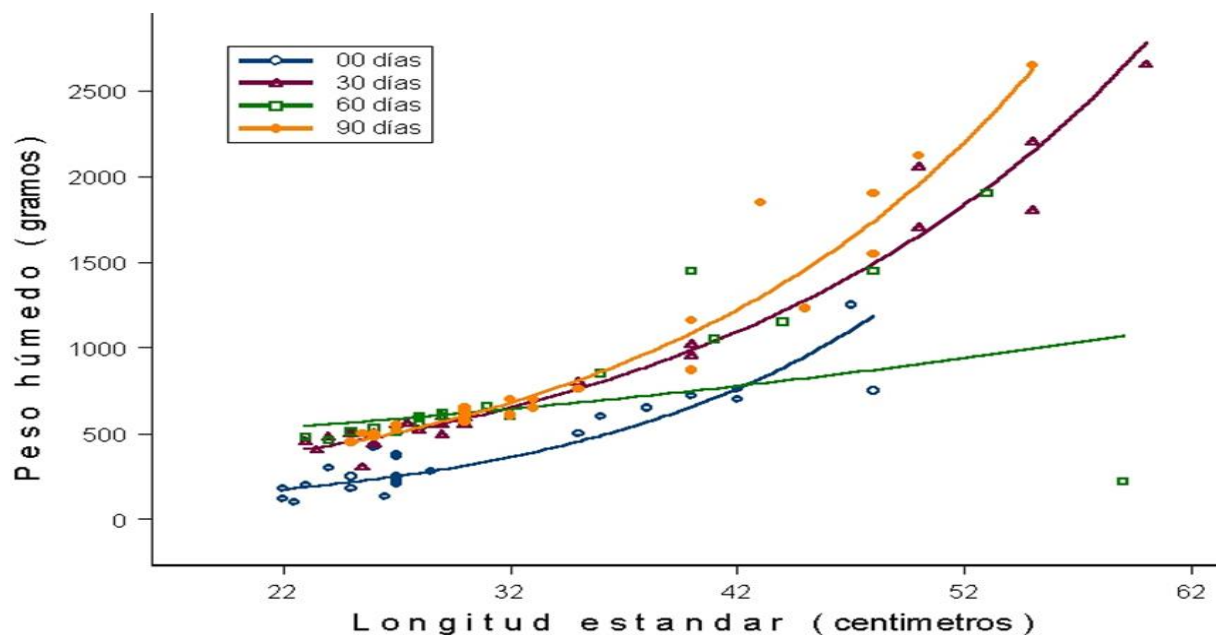


Figura 3. Relación longitud estándar (cm) y peso húmedo (g) de los peces, datos obtenidos a los 00 (captura), 30, 60 y 90 días de cultivo. Los peces fueron numerados y ordenados en forma ascendente con respecto a su longitud.

Cuadro 1. Valores de los coeficientes “a” intercepto, “b” pendiente y “r²” coeficiente de determinación de la regresión, estimados a partir de una regresión lineal, para cada grupo de datos de longitud-peso.

Cultivo (días)	Peces (n)	Intercepto (a)	Pendiente (b)	(r ²)
00	24	0.0785	2.5492	0.8216
30	24	0.7757	1.9644	0.9497
60	24	37.7378	0.8249	0.2157
90	24	0.4096	2.1515	0.9328

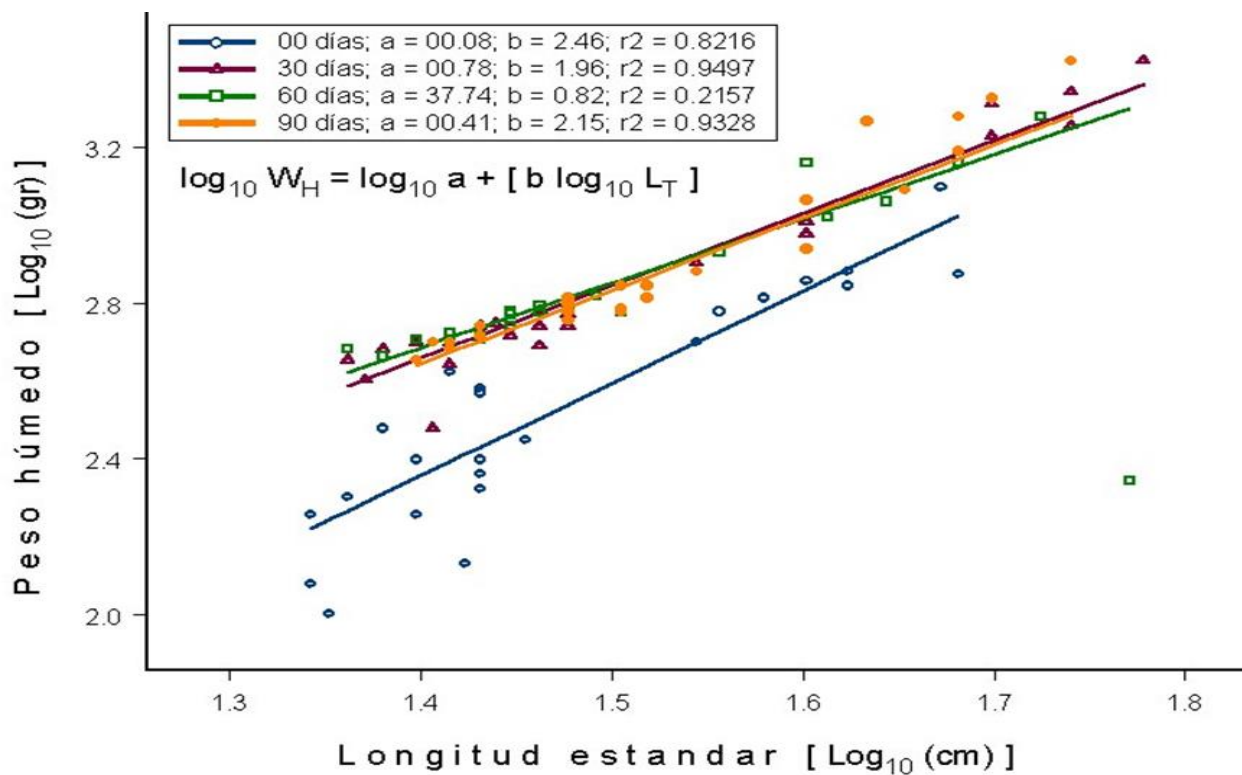


Figura 4. Transformación a logaritmos base 10 de la relación longitud estándar (cm) y peso húmedo (g) de los peces, datos obtenidos a los 00 (captura), 30, 60 y 90 días de cultivo.

En el recuadro se indican los valores de los coeficientes “a”, “b” y “r²” obtenidos mediante regresión lineal. Los peces fueron numerados y ordenados en forma ascendente con respecto a su longitud.

Cuadro 2. Análisis de varianza (ANOVA), correspondiente a cada una de las curvas de regresión, asociadas a cada grupo de datos de longitud-peso (SS= suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MS= cuadrado promedio)

Análisis de Varianza (ANOVA)								
Cultivo	Total		Regresión			Residual		
días	SS	gl	SS	gl	MS	SS	gl	MS
00	1.984	23	1.630	1	1.630	0.354	22	0.016
30	1.598	23	1.518	1	1.518	0.080	22	0.004
60	0.917	23	0.198	1	0.198	0.719	22	0.033
90	1.224	23	1.142	1	1.142	0.082	22	0.004

Cuadro 3. Prueba F para determinar la significancia de la regresión, con base en los datos del análisis de varianza, para cada grupo de datos de longitud-peso.

Cultivo	F	Regresión	Error estándar de la regresión
días	estimada	F(0.05(1),1,22)	H0 vs Ha
			S _{xy}
00	101.333	4.3	Significativa
30	415.073	4.3	Significativa
60	6.051	4.3	Significativa
90	305.550	4.3	Significativa

El crecimiento de un organismo es evidenciado por el cambio de longitud o peso al paso del tiempo. El crecimiento en peso sigue un patrón que describe una curva del tipo sigmoideo. En las etapas muy tempranas de la vida del pez el incremento en peso es muy lento. El crecimiento se va acelerando, hasta desarrollar una velocidad máxima, cuando el pez ha alcanzado un peso que es aproximadamente 1/3 de su peso máximo (exactamente cuando el peso es 0.296 veces el peso máximo). Luego se produce una inflexión y el crecimiento se va haciendo más y más lento cada vez, con lo

cual el pez se va acercando asintóticamente a su peso máximo (Anderson y Gutreuter, 1983; Doi, 1975; Csirke, 1980), sin embargo puede presentar variaciones que dependen de condiciones ambientales, tipo de alimento, estrés, o competencia. Esto explicaría las variaciones de peso en los organismos. Cabe resaltar que las curvas a los 00 y 30 días de cultivo no se cruzan, es después de 60 y 90 días de cultivo se presentan variaciones en los incrementos que producen el entrecruzamiento de las curvas estimadas.

Cuadro 4. Prueba t-Student, para determinar si el coeficiente “b” representa un crecimiento isométrico, estimada a partir de los datos en los Cuadros 1, 2 y 3, para cada grupo de datos de longitud-peso

Cultivo	t – Student		Crecimiento no isométrico vs isométrico
	$\pm 95\%$ ($\alpha = 0.05(2)$, residual DF)		
días	ts	t (0.05(2),22)	H0: b=3 vs Ha: b<3
00	-30.8051	2.074	b < 3
30	-127.259	2.074	b < 3
60	-88.7776	2.074	b < 3
90	-104.471	2.074	b < 3

Por otra parte el crecimiento en longitud describe normalmente una curva de tipo exponencial, suele ser muy rápido al principio, cuando el pez es muy joven, pero se va haciendo más y más lento a medida que aumenta la edad y a medida que este alcanza el tamaño o la longitud máxima que cada individuo puede alcanzar (Anderson y Gutreuter, 1983; Doi, 1975; Csirke, 1980). Nuestros datos muestran que los organismos se encontraban en la fase exponencial de la curva. Sin embargo la longitud en organismos con esqueleto solo puede disminuir al grado de no existir crecimiento en longitud (0 cm), a menos que exista un daño físico, el crecimiento sería negativo y ninguno de los organismos presento daños físicos o morfológicos. Nuevamente los datos muestran un crecimiento como se esperaba al analizar las curvas de 00 y 30 días no hay cruzamiento de la curvas, las variaciones aparecen después de los 30 días de cultivo. La relación entre la longitud (talla) y peso pueden darnos información sobre la condición del pez. La respuesta es sí. De hecho los datos prueban que en los primeros 30 días de cultivo la dieta de Nutripec 2804, generó un crecimiento en peso y talla de los organismos de *Ictalurus balsanus*, y permitió alcanzar tallas comerciales más rápidamente, sin que las

curvas obtenidas por el análisis se cruzaran. Dado que el cruce de las curvas solo ocurrió con organismos grandes a los 60 y 90 días de cultivo. También indica que en el medio natural la competencia por alimento, es fuerte debido a la gran variación de pesos con respecto a las tallas, esto se observa en la curva de 30 días de cultivo donde la dispersión de los datos es menor.

Martínez-Solís (1996), realizó un estudio similar de la relación longitud peso, para *Ictalurus balsanus* en el que determinó los coeficientes $a = 7.848$, $b = 1.013$ y $r = 0.83$. En nuestro caso los valores obtenidos son mayores, aun así los valores de Martínez-Solís, son similares a los obtenidos con los organismos recién capturados del medio natural; también hace resaltar que en cautiverio, la alta concentración de proteínas influye positivamente en el crecimiento de *Ictalurus balsanus*, sin olvidar que el efecto del alimento en los peces está condicionado por la tasa de alimentación y por los requerimiento de proteína como sucede con algunas especies de bagres, caso concreto de *Ictalurus punctatus*. El crecimiento de los peces, su composición corporal y conversión alimenticia varían con la especie, la genética, sexo y edad, la calidad de las dietas y las condiciones ambientales, aunque también se

ha evaluado y comprobado que las deficiencias en el constituyente de la dieta suministrada, pueden originar cambios en los peces (Mena, 2014).

CONCLUSIONES

Las variaciones de peso y longitud más aparentes se registraron después de los 30 días de cultivo y solo en organismos grandes.

La relación longitud-peso de los muestreos a los 30, 60 y 90 días de crecimiento definen las ganancias obtenidas en cada pez por el alimento balanceado proporcionado.

El crecimiento de *Ictalurus balsanus* es alométrico.

LITERATURA CITADA

- Anderson, R. O. and S. J. Gutreuter. 1983. Length, Weight and Associated Structural Indices. Pp 283-300 in L.A. Nielsen and D.L. Johnson Editors. Fisheries techniques. American Fisheries Society, Bethesda Maryland.
- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Doc. Tec. Pesca 192: 82.
- Díaz-Rojas, A. 1988. Aspectos reproductivos del bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: ICTALURIDAE). Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 83 pp.
- Doi, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. Inst. Nal. de Pesca. INP/SI: m12.
- Froese, R. 2006. Cube Law, Condition Factor and Weight – Length Relationships: History, Meta-Analysis and Recommendations. J. Appl. Ichthyol. 22: 241-253.
- Jennings, S., M. J. Kaiser, J. D. Reynolds. 2001. Marine Fisheries Ecology. Blackwell Publishing.
- Martinez-Solis, A. L. 1996. Crecimiento del bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Jordan & Snyder, 1899) en un estanque rústico de la Unidad Piscícola Ejidal "El Jicarero", Jojutla, Morelos, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Mena M., N. 2014. Relación peso-longitud de *Ictalurus balsanus* mantenido en jaulas flotantes con dieta balanceada en la presa Peña Colorada Tecamatlán, Puebla-México. Tesis Facultad de Ciencias Biológicas. 44 pp.
- Schneider, J. C., P. W. Laarman and H. Gowing. 2000. Length – Weight Relationships (Ch. 17). In Schneider, James C. [ed.]. Manual of Fisheries Survey Methods II: with periodic updates. Michigan Department of Natural Resources. Fisheries Special Report 25. Ann Arbor.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf, 1987. Introduction to Biostatistic (2nd ed). Freeman Publications. New York.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical Analysis (3rd ed). Prentice Hall New Jersey.