

# Efecto del oxígeno disuelto y la temperatura del agua sobre el crecimiento de *Colossoma macropomum* (gamitana), en estanques con distintas fuentes

## Effect of dissolved oxygen and water temperature on the growth of *Colossoma macropomum* (gamitana), in ponds with different source

Marco A. Torrejón Meza<sup>1</sup>, Enrique Ríos Isern<sup>2</sup> y Uben Vela Melo<sup>3</sup>

Recibido: octubre 2012

Aceptado: agosto 2013

### RESUMEN

El objetivo principal de este experimento fue evaluar el efecto del oxígeno disuelto y la temperatura sobre el crecimiento de *Colossoma macropomum* (gamitana) alimentada con productos balanceados, para lo cual se utilizaron tres estanques de tierra de 3000 m<sup>2</sup> (100 x 30 m). En cada estanque se colocaron 2400 peces con longitud y peso promedios de 6,5 cm y 7,5 g, respectivamente. El experimento tuvo una duración de 180 días, durante los cuales los peces fueron alimentados dos veces al día (mañana y tarde). Los tres estanques se diferenciaron por el tipo de agua respecto a la captación, estanque de agua de lluvia (E1), estanque con ojo de agua (E2) y estanque con flujo continuo (E); en cada uno se tomaron muestras para analizar cada 15 días en horario de mañana y tarde. Los resultados indican que solo la temperatura de la tarde del estanque 1 tiene relación significativa ( $p < 0,05$ ) con respecto a la tasa de crecimiento de la gamitana. En los estanques 2 y 3 no se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en ninguno de los horarios, aun cuando la relación tasa de crecimiento y los parámetros temperatura y oxígeno disuelto muestran una ligera tendencia inversamente proporcional. Los niveles de crecimiento muestran valores significativamente diferentes en los tres estanques (Anova:  $p < 0,05$ ), siendo el estanque 3 el que presentó mejores niveles de crecimiento, y el estanque 1 los niveles más bajos, que se explica por el efecto de los altos niveles de temperatura y oxígeno disuelto encontrados en un estanque con agua estancada (agua de lluvia).

**Palabras claves:** gamitana, estanques, oxígeno y temperatura, fuentes de agua.

### ABSTRACT

The main objective of this experiment was to evaluate the effect of dissolved oxygen and temperature on the growth of *Colossoma macropomum* (gamitana), fed with balanced food for which 3 ponds used land 3000 m<sup>2</sup> (100 x 300 m). It was put 2400 fish in each pond with an average of length and weight and 6,5 cm and 7,5 g, respectively. The experiment lasted 180 days, during this time the fish were fed twice daily (morning and afternoon). The three ponds were differentiated by the type of water with respect to the collection, rainwater pond (E1), pond with waterhole (E2), and pond with continuous flow (E), in each samples were taken for analysis every 15 days in morning and afternoon. The results indicate that only the temperature of the pond later 1 has a significant relationship ( $p < 0,05$ ) with respect to the rate of growth of gamitana. In ponds 2 and 3, we found no significant difference ( $p < 0,05$ ) in any of the times, even when the ratio of growth rate and temperature and dissolved oxygen parameters, show a slight inverse trend. The growth rates show values significantly different in the three ponds (Anova:  $p < 0,05$ ). Pond 3 has better growth rates and the pond 1 the lowest. This is explained by the effect of high levels of temperature and dissolved oxygen found in a pond with standing water (rainwater).

**Key words:** gamitana, ponds, oxygen and temperature, water sources.

<sup>1</sup>Maestría en Acuicultura. Cátedra Concytec en Acuicultura Tropical. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Távara West 887, Iquitos, Loreto, Perú. matomez@hotmail.com

<sup>2</sup>Maestría en Acuicultura. Cátedra Concytec en Acuicultura Tropical. Facultad de Ciencias Biológicas. UNAP. San Juan Bautista, Loreto, Perú.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Económicas y de Negocios. UNAP. Iquitos, Loreto, Perú.

## INTRODUCCIÓN

La gamitana es un auténtico pez tropical, que no soporta temperaturas menores de 15 °C, ni niveles tan bajos de oxígeno como de 0,7 mg/l. En estanques controlados la influencia de la temperatura va a activar otros parámetros, como la evaporación y la solubilidad de los gases; por lo tanto, cada especie tiene límites de tolerancia a los distintos compuestos químicos presentes en el agua, y esto a su vez va a tener efectos en la tasa metabólica de los peces que indudablemente disminuyen la tasa de crecimiento. La calidad de agua depende de ciertas propiedades físicas, químicas, la actividad biológica de los organismos que la habitan y el manejo de los insumos que el piscicultor aplica al sistema (Eufracio y Palomino, 2007). Por lo tanto, los organismos vivos y el medio ambiente están relacionados entre sí e interactúan unos con otros.

Los ambientes acuáticos de la Amazonía poseen variaciones en la composición del agua, esencialmente en las concentraciones de las características físicas, químicas y biológicas, efecto que va a trascender en el cultivo de los peces y la productividad en nuestra región (Alcántara, 1989; G.R.L.-Direpro, 2009; IAP, 2000; Ono *et al.*, 2003).

Las características físicas como químicas con valores elevados pueden provocar estrés que a su vez afecta los niveles de supervivencia y el crecimiento de los peces. Los factores fisicoquímicos pueden alterarse por la descomposición de materia orgánica y por la radiación solar que es primordial para la fotosíntesis. Los vientos, igualmente, pueden incidir en los estanques haciendo circular el agua, favorecen su oxigenación; la lluvia, que permite el retorno del agua a la superficie genera variaciones en dichos parámetros (TCA, 1992; Alcántara *et al.*, 1992; Moema *et al.*, 2004; Araujo y Goulding, 1997;

IGAC, 1997; Esteves, 1988; Gonzales y Heredia, 1998; Roldán, 1992).

En este reporte se informa sobre los resultados de la evaluación del efecto del oxígeno y la temperatura en tres ambientes diferenciados por la fuente de agua, alimentados con una dieta con alimento estrusado (purigamitana) con un factor de conversión de 1,5.

## MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo se realizó en las instalaciones acuícolas de la empresa L y D Mega Inversiones S.R.L., entre julio y diciembre de 2010. Los alevinos utilizados en el experimento proceden de reproducción inducida, obtenidos del Centro Acuícola Nuevo Horizonte - Fondepes Loreto, Perú. La duración del experimento fue de seis meses. Fueron utilizados tres estanques de 3000 m<sup>2</sup> (100 x 30 m) de espejo de agua, contruidos con un sistema de desagüe con tubos de PVC de ocho pulgadas. Los estanques tuvieron una profundidad de 2,2 m cada uno.

En cada estanque se sembraron 2400 peces con una densidad de 0,8 pez/m<sup>2</sup>, con tallas de 6,5 cm y pesos de 7,5 g. Se utilizó alimento balanceado purigamitana al 28 y 24% de proteína bruta; con una frecuencia alimentaria de dos veces al día; se aplicó un factor de conversión de 1,5. El índice zootécnico medido en el trabajo fue la tasa de crecimiento específico (TCE). El experimento fue planificado para trabajar en estanques con distintas fuentes de agua: estanque de lluvia (E1), estanque con ojo de agua (E2) y estanque con flujo continuo (E3). El monitoreo del oxígeno y la temperatura del agua de los estanques fueron realizados cada 15 días durante 180 días. La toma de muestras se realizó dos veces al día (mañana y tarde).

La evaluación del crecimiento en peso y longitud de los especímenes se realizó cada 15 días. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante la aplicación de las correlaciones bivariadas, que permitieron conocer la relación que existe entre variables en estudio.

## RESULTADOS

### Oxígeno y temperatura

El efecto de los factores  $O_2$  y  $T$  °C sobre el crecimiento de gamitana, respecto al tipo de fuente de agua, se presenta para los tres estanques en la tabla 1. Los efectos se presentan en términos de longitud, peso y

tasa de crecimiento. En esta tabla se observa que los niveles de  $O_2$  y  $T$  °C son mayores en las tardes que en las mañanas, y el mayor impacto de estos factores sobre la tasa de crecimiento ocurre durante los primeros treinta días de iniciado el experimento, que corresponde a un mes en su estadio de alevino (aproximadamente alevinos de 6,5 cm de longitud total).

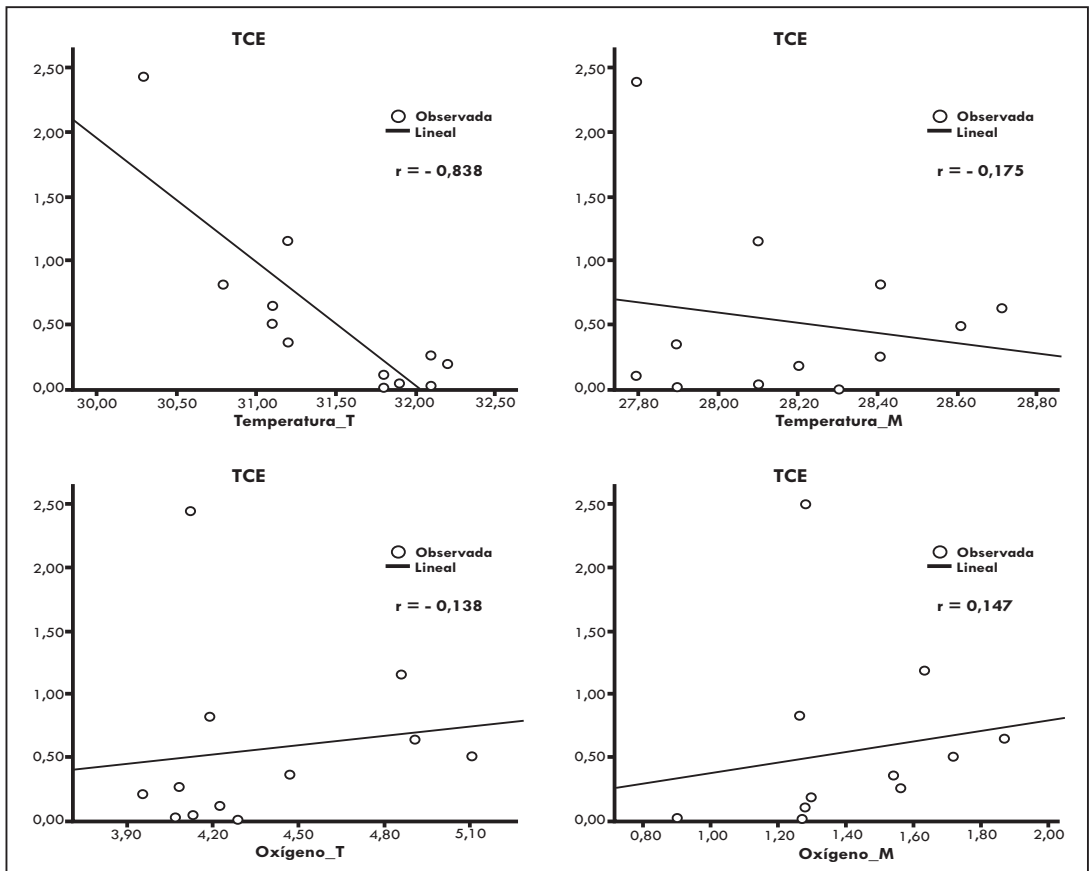
Durante los seis meses del experimento se registró una temperatura mínima de 27,8 °C y una temperatura máxima de 32,5 °C; del mismo modo el valor mínimo del oxígeno fue 0,90 ppm, y el valor máximo del oxígeno fue 5,22 ppm.

**Tabla 1.** Registro del oxígeno y temperatura sobre el crecimiento de *Colossoma macropomum* (gamitana), en 15 observaciones: estanques 1, 2, y 3.

Obs.	Hora	Oxígeno ppm			Temperatura °C			Longitud cm			Peso g			Tasa crecimiento %		
		E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	M	1,28	1,44	1,52	27,8	28,4	28,5	6,50	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5	2,42	2,43	2,44
	T	4,12	4,35	4,38	30,3	30,8	30,9	6,50	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5	2,42	2,43	2,44
2	M	1,63	1,52	1,51	28,1	29,4	29,6	9,80	9,9	10,1	74	76	77	1,15	1,15	1,15
	T	4,86	4,94	4,93	31,2	32,3	32,5	9,80	9,9	10,1	74	76	77	1,15	1,15	1,15
3	M	1,26	1,67	1,69	28,4	28,8	29,0	12,50	12,7	12,8	135	139	145	0,81	0,81	0,80
	T	4,19	4,96	4,99	30,8	31,5	31,3	12,50	12,7	12,8	135	139	145	0,81	0,81	0,80
4	M	1,87	1,96	1,95	28,7	31,4	31,1	14,00	14,3	14,4	185	192	194	0,64	0,63	0,63
	T	4,91	5,11	5,15	31,1	32,3	32,4	14,00	14,3	14,4	185	192	194	0,64	0,63	0,63
5	M	1,72	1,83	1,85	28,6	29,4	29,5	16,50	16,6	16,70	237	246	248	0,50	0,49	0,50
	T	5,10	5,11	5,14	31,1	32,4	32,3	16,50	16,6	16,70	237	246	248	0,50	0,49	0,50
6	M	1,54	1,59	1,66	27,9	28,7	28,8	17,50	17,7	19,5	307	313	315	0,36	0,36	0,37
	T	4,47	4,63	4,67	31,2	30,8	30,9	17,50	17,7	19,5	307	313	315	0,36	0,36	0,37
7	M	1,56	1,38	1,42	28,4	28,6	28,8	19,00	19,6	17,7	367	381	382	0,26	0,25	0,26
	T	4,08	4,58	4,6	32,1	30,6	30,5	19,00	19,6	17,7	367	381	382	0,26	0,25	0,26
8	M	1,30	1,92	1,96	28,2	29,8	29,9	21,50	21,9	21,8	415	424	426	0,26	0,19	0,20
	T	3,95	4,97	5,17	32,2	31,6	32,1	21,50	21,9	21,8	415	424	426	0,26	0,19	0,20
9	M	1,28	1,42	1,48	27,8	28,2	28,5	23,00	23,6	23,8	481	493	495	0,11	0,23	0,11
	T	4,22	4,34	4,44	31,8	30,5	30,4	23,00	23,6	23,8	481	493	495	0,11	0,23	0,11
10	M	1,27	1,71	1,78	28,1	29,3	29,5	24,00	24,8	24,9	537	544	547	0,04	0,05	0,06
	T	4,13	4,64	4,84	31,9	32,1	32,2	24,00	24,8	24,9	537	544	547	0,04	0,05	0,06
11	M	0,90	1,85	1,93	27,9	28,6	28,4	25,50	26,1	26,4	566	577	586	0,02	0,02	0,02
	T	4,07	4,89	5,22	32,1	31,2	30,8	25,50	26,1	26,4	566	577	586	0,02	0,02	0,02
12	M	1,33	1,56	1,72	28,3	29,5	29,7	27,00	28,4	28,80	582	598	608	0,00	0,00	0,00
	T	4,29	4,52	4,93	31,8	31,4	31,0	27,00	28,4	28,80	582	598	608	0,00	0,00	0,00

**Tabla 2.** Relación oxígeno disuelto y temperatura con la TCE en el estanque 1.

Correlaciones		TCE
Oxígeno-T	Correlación de Pearson (r)	0,138
	Sig. bilateral (p)	0,669
Temperatura-T	Correlación de Pearson (r)	-0,838
	Sig. bilateral (p)	0,001
Oxígeno-M	Correlación de Pearson (r)	0,147
	Sig. bilateral (p)	0,649
Temperatura-M	Correlación de Pearson (r)	-0,175
	Sig. bilateral (p)	0,587



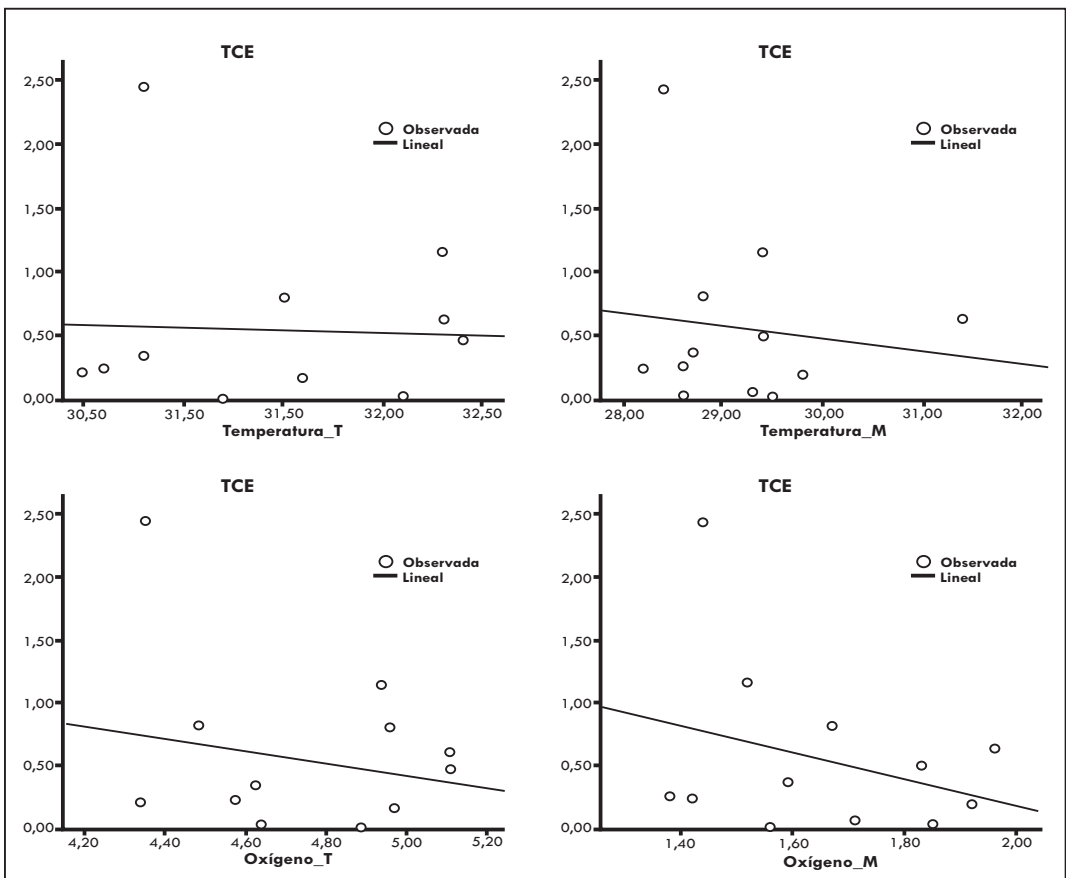
**Figura 1.** Temperatura y oxígeno disuelto sobre la TCE de gamitana en el estanque 1.

En la tabla 2 se presentan los resultados sobre los niveles de correlación entre los factores ambientales O<sub>2</sub> y T °C respecto a la

tasa de crecimiento en el estanque 1, observándose en la figura 1 la tendencia de la relación entre las variables.

**Tabla 3.** Relación oxígeno disuelto y temperatura con la TCE en el estanque 2.

Correlaciones		TCE
Oxígeno-T	Correlación de Pearson (r)	-0,186
	Sig. bilateral (p)	0,563
Temperatura-T	Correlación de Pearson (r)	-0,043
	Sig. bilateral (p)	0,895
Oxígeno-M	Correlación de Pearson (r)	-0,311
	Sig. bilateral (p)	0,324
Temperatura-M	Correlación de Pearson (r)	-0,130
	Sig. bilateral (p)	0,688



**Figura 2.** Temperatura y oxígeno disuelto sobre la TCE de gamitana en el estanque 2.

En el experimento correspondiente al estanque 1, se encontró relación entre la temperatura de la tarde con la TCE. Se observó que a temperaturas de 32 °C se obtuvo

una tasa de crecimiento de 2,1% y que a mayores temperaturas este porcentaje disminuyó. Respecto al oxígeno, no se encontró diferencias significativas con la TCE, ni en la

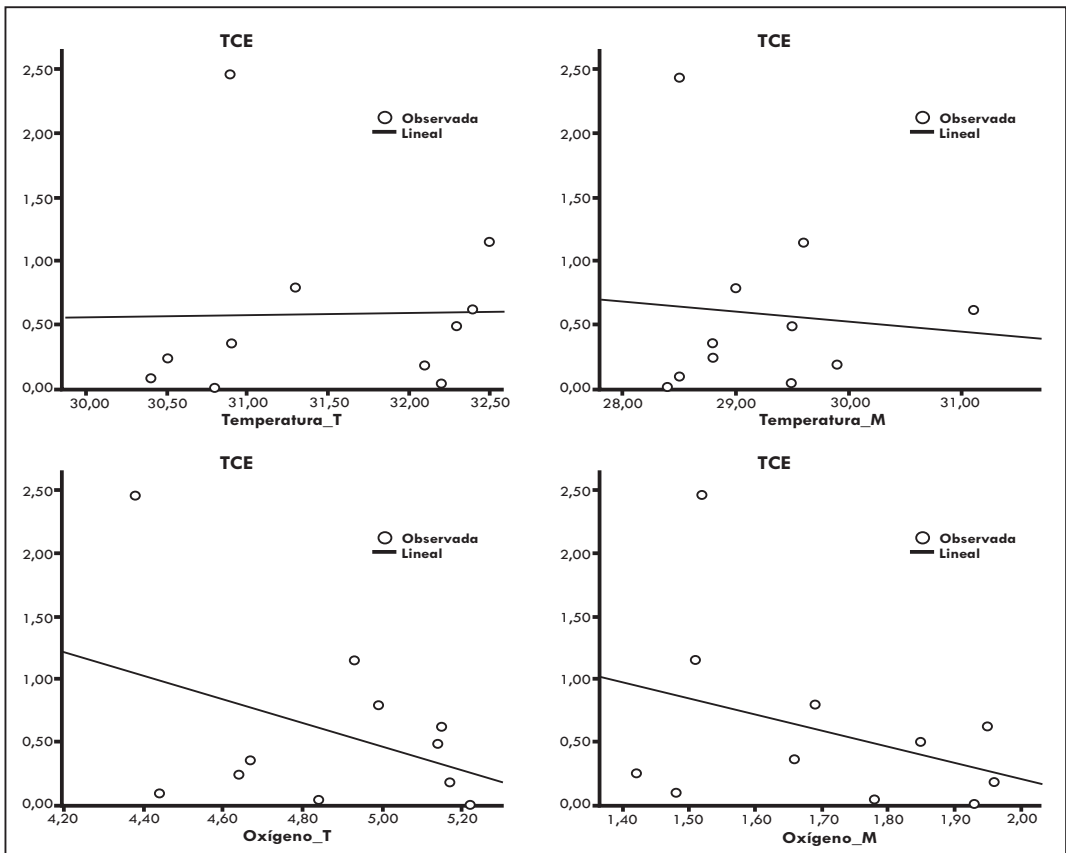
mañana ni en tarde, lo que hace confirmar que los valores encontrados no ocasionaron efecto sobre el crecimiento del pez.

Los resultados de la evaluación del estanque 2 se ilustran en la tabla 3 y figura 2.

Los resultados obtenidos en el estanque 2 muestran que no hay relación de la temperatura y el oxígeno disuelto con la tasa de crecimiento. Los valores encontrados no ocasionaron impacto en el crecimiento de los peces.

**Tabla 4.** Relación oxígeno disuelto y temperatura con la TCE en el estanque 3.

Correlaciones		TCE
Oxígeno-T	Correlación de Pearson (r)	-0,396
	Sig. bilateral (p)	0,228
Temperatura-T	Correlación de Pearson (r)	0,027
	Sig. bilateral (p)	0,937
Oxígeno-M	Correlación de Pearson (r)	-0,361
	Sig. bilateral (p)	0,275
Temperatura-M	Correlación de Pearson (r)	-0,086
	Sig. bilateral (p)	0,801



**Figura 3.** Temperatura y oxígeno disuelto sobre la TCE de gamitana en el estanque 3.

Los resultados de la evaluación del estanque 3 se presentan en la tabla 4. Similarmente la tendencia de relación entre las variables independientes y la tasa de crecimiento (variable dependiente) se ilustra en la figura 3.

Entre el oxígeno disuelto y la temperatura no se encontró relación sobre el crecimiento de *C. macropomum* (gamitana) en el estanque 3. Los valores encontrados están dentro de los rangos permisibles de crecimiento de la especie, por lo que la temperatura y el oxígeno no fueron factores limitantes para el

desarrollo de *C. macropomum* durante el experimento.

En el experimento, el crecimiento en longitud muestra valores con ligeras diferencias en los tres estanques. El estanque 3 presentó ejemplares con mejor nivel de crecimiento, alcanzando hasta 28,8 cm de longitud y el estanque 1 presentó el más bajo nivel de crecimiento con ejemplares que llegaron solo hasta 27 cm de longitud, lo que confirma que el efecto de la temperatura y el oxígeno han tenido impacto por tratarse de un estanque con agua estancada (agua de lluvia) (tabla 5).

**Tabla 5.** Rendimiento del crecimiento en longitudes.

Observaciones	Longitudes		
	Estanque 1	Estanque 2	Estanque 3
	cm	cm	cm
1	6,5	6,5	6,5
2	9,8	9,9	10,1
3	12,5	12,7	12,8
4	14	14,3	14,4
5	16,5	16,6	16,7
6	17,5	17,7	17,7
7	19	19,6	19,5
8	21,5	21,9	21,8
9	23	23,6	23,8
10	24	24,8	24,9
11	25,5	26,1	26,4
12	27	28,4	28,8
<b>Promedio</b>	<b>18,07</b>	<b>18,51</b>	<b>18,62</b>

Estadística descriptiva

Estanque	N° observ.	Mínimo	Máximo	Media	Std. deviation
E1	12	6,50	27,00	18,07	6,47
E2	12	6,50	28,40	18,51	6,79
E3	12	6,50	28,80	18,62	6,86

## DISCUSIÓN

*C. macropomum* es una especie dócil y resistente al manejo en estanques, soporta bajos niveles de oxígeno disuelto por periodos cortos, pero en exposiciones prolongadas desarrolla una expansión del labio superior, que le permite captar el oxígeno disuelto de la película superficial del agua, por lo que se adapta fácilmente en los cultivos a nivel extensivo, semiintensivo e intensivo (Eufrazio y Palomino, 2007). En esta investigación, el oxígeno no ocasionó ningún efecto sobre el crecimiento de *C. macropomum* (gamitana) en ninguno de los tres estanques, mientras tanto con la temperatura solo se encontró diferencia significativa en el estanque 1 en el horario tarde, lo que refuerza la idea de que estos parámetros no ocasionaron impacto.

Los estanques de la carretera Iquitos-Nauta presentan niveles de oxígeno y temperatura propios de peces que se desarrollan en climas tropicales, ya que estos pueden estar relacionados con las condiciones climatológicas del medio. En época de lluvias el oxígeno disuelto y la temperatura pueden variar debido a que tienen relación con la turbidez del agua, movimiento de las olas, vientos y la disminución del calor, no obstante también se vincula la teoría que a mayor temperatura menor tenor de oxígeno disuelto, lo cual en el experimento se pudo comprobar durante el periodo de cultivo y en todo los estanques estudiados.

En relación con la temperatura y oxígeno disuelto encontrados en los estanques del experimento, la correlación bilateral es significativa al nivel 0,01 y 0,05, respectivamente; esto demuestra que ambos factores son inversamente proporcionales, mientras uno se incrementa el otro disminuye.

Si la temperatura mínima registrada en los estanques fue de 27,80 °C y la temperatura

máxima fue 32,5 °C, teniendo en cuenta las variaciones climáticas de la zona; se concuerda con muchos autores que el cultivo de *Colossoma macropomun* (gamitana), utiliza estos rangos sin mayores problemas durante su crecimiento, del mismo modo los valores de oxígeno registrados (0,90 a 5,22 ppm no ocasionaron ningún impacto negativo).

## CONCLUSIONES

1. La gamitana vive y se alimenta en condiciones normales en un rango de temperatura de 25 a 30 °C y en un rango de oxígeno de 3 a 5 ppm.
2. La tasa de crecimiento de *C. macropomum* varía de 2,42 a 2,44%.
3. El estanque 3 presenta las mejores condiciones de crecimiento.
4. El impacto de la temperatura y el oxígeno disuelto sobre la tasa de crecimiento en los estanques 2 y 3, no mostraron diferencias significativas, por tanto la actividad acuícola puede ser sostenible en estos ambientes.

## AGRADECIMIENTO

A la Dirección Regional de la Producción de Loreto (Direpro-Loreto), por habernos dado la oportunidad de obtener la información del programa de Extensión Acuícola financiado por el convenio entre el Ministerio de la Producción y Direpro-Loreto, el mismo que nos dio el punto de partida para ejecutar la investigación en las instalaciones acuícolas de la empresa L y D Mega Inversiones S.R.L., que fue beneficiaria del programa.

A los profesionales y técnicos del programa de Extensión Acuícola antes mencionado, por su dedicación exclusiva y apoyo en los trabajos encomendados.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara F. 1989. Situación del cultivo de *Colossoma* en el Perú. Cultivo de *Colossoma*. Hernández, R.A. (De). Red Regional de Entidades de Acuicultura de América Latina. Bogotá, Colombia. Pp. 191-204.
- Alcántara F, Guerra H, Campos L. 1992. Piscicultura amazónica con especies amazónicas. Edit. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana United Nations Development Programme. Pp. 38-51.
- Araujo C, Goulding Y. 1997. So fruit a fish, ecology, conservation and aquaculture of the Amazon's Tambaqui. Ed, casebound. Editions of Columbia University, Columbia. Estados Unidos.
- Esteves F. 1988. Fundamentos de Limnología. Editora Interciencia Ltda. Río de Janeiro, Brasil, 574 pp.
- Eufracio P, Palomino A. 2007. Manual de cultivo de gamitana. Edit. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero-Agencia Española de Cooperación Internacional, 102 pp.
- Gobierno Regional de Loreto-Dirección Regional de la Producción (Direpro). 2009. Dirección de Acuicultura. Registro de datos de productores acuícolas en la región Loreto. Octubre 2009.
- Gonzales J, Heredia B. 1998. El cultivo de la cachama (*Colossoma macropomum*). Segunda edición. Maracay, Venezuela. 134 pp.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). 2000. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Cultivo y Procesamiento de Peces Nativos. Una propuesta productiva para la Amazonía peruana. IIAP. Iquitos, Perú. 78 pp.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1997. Zonificación ambiental para el plan modelo colombo-brasilero (eje Apaporis-Tabatinga). Ed. Linotipia Bolívar. Bogotá, Colombia.
- Moema D, Do Nascimento H, Sobreira J. 2004. Efeitos da amônia e do nitrito sobre a tilápia chitralada (*Oreochromis niloticus*) cultivada em água residual de dessalinizador com dureza total 1200 ppm de CaCO<sub>3</sub>. Edit. Universidad Federal da Paraíba, Brasil. Pp. 729-735.
- Ono E, Roubach R, Filho M. 2003. Recent advances in the intensive culture of pirarucú (*Arapaima gigas*), in central Amazon, Brazil. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA). Apresentação de Trabalho/Congreso, 3 pp.
- Roldán G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 529 pp.
- Tratado de Cooperación Amazónica (TCA). 1992. Piscicultura amazónica con especies nativas. Proyecto de capacitación para el uso sostenible de la biodiversidad amazónica. Ed. Mirigraf S.R.L. Iquitos, Perú, 169 pp.