



# Crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* “Life” en tres densidades poblacionales en un sistema de cultivo intensivo con recirculación

Growth of *Trichomycterus punctulatus* “Life” in three population densities in intensive culture system with recirculation

Segundo Juan López Cubas\*, María Victoria Lora Vargas

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Av. Juan XIII, Lambayeque, Perú.

Recibido 27 agosto 2013; Aceptado 29 septiembre 2013.

### Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la densidad poblacional sobre el crecimiento de *Trichomycterus punctulatus*, en un sistema de cultivo intensivo con recirculación; para lo cual se aplicó el Diseño Experimental de Estímulo Creciente con tres tratamientos sin repetición: 2,21 lifes/L, 2,94 lifes/L y 3,68 lifes/L. Los peces fueron alimentados con una dieta de 32 % de proteína y se realizaron muestreos mensuales del crecimiento así como de los parámetros físico-químicos del agua. Se aplicó análisis de variancia y prueba de Duncan. El crecimiento de *T. punctulatus* fue afectado por la densidad poblacional en relación directa, siendo mayor en la densidad de 3,68 lifes/L: 90,90 mm y 5,95 g; asimismo, las producciones total y por metro cúbico observaron la misma tendencia. Los parámetros físico-químicos del agua fueron similares entre tratamientos y se encontraron dentro de los rangos de buen desarrollo para los peces.

**Palabras claves:** Cultivo intensivo con recirculación, *Trichomycterus punctulatus*, Densidad poblacional.

### Abstract

The present research was conducted in order to determine the effect of population density on the growth of *Trichomycterus punctulatus*, in an intensive culture system with recirculation, to which was applied Increasing Stimulus Experimental Design with three treatments without repetition: 2.21 lifes / liter, 2.94 lifes / liter and 3.68 lifes / liter. The fish were fed a diet of 32% protein and were sampled monthly growth as well as physical and chemical parameters of the water. We applied ANOVA and Duncan test. Growth of *T. punctulatus* was affected by population density in direct, with a higher density of 3.68 lifes / liter: 90.90 mm and 5.95 g; also the overall production per cubic meter and observed the same trend. The physicochemical parameters of the water were similar among treatments and were within the ranges of good development for fish.

**Keywords:** Recirculation intensive cultivation, *Trichomycterus punctulatus*, Population density.

## 1. Introducción

La acuicultura de los recursos pesqueros nativos de la Región Lambayeque, constituye uno de los objetivos que se pretende alcanzar por el Área de Biología Pesquera de la Facultad de Ciencias Biológicas, de ahí que las investigaciones orientadas en esta línea, tratan sobre diversos aspectos relacionados con la tecnología de cultivo de estos recursos,

cuya potencialidad de uso acuícola ha sido determinada a través de los estudios de su bioecología.

Uno de estos recursos pesqueros es *Trichomycterus punctulatus* “Life”, pez con el que se han realizado diversas experiencias de cultivo en la modalidad de monocultivos, policultivos y cultivos asociados, que han permitido un gran avance en el conocimiento de su

\* Autor para correspondencia  
Email: [sejuanlocu@hotmail.com](mailto:sejuanlocu@hotmail.com) (S. López)

piscicultura en el sistema de cultivo semi-intensivo; siendo su característica, el de presentar un lento crecimiento. Sin embargo, no se ha abordado su cultivo intensivo y menos aún este método de cultivo con sistema de recirculación.

El sistema de cultivo intensivo con recirculación permite el cultivo de los peces en altas densidades de siembra y con un mínimo consumo de agua, recurso que cada vez es menos accesible al hombre, y que gracias a la recirculación se mantiene en óptimas condiciones de calidad para el normal crecimiento de los peces. Siendo así y conociéndose que *T. punctulatus* es un pez de costumbres gregarias y de gran resistencia a las condiciones adversas del medio acuático, se planteó la necesidad de experimentar su cultivo en este sistema.

Así, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* “Life” en tres densidades de siembra en un sistema de cultivo intensivo con recirculación.

## 2. Material y Métodos

La experiencia de cultivo que abarcó los meses de julio 2012 a enero 2013, se realizó en el distrito y departamento de Lambayeque; y, se inició en tres tanques cónicos plásticos azules de 130 litros de capacidad, sin aireadores y sin filtro, colocándose 68 litros de agua en cada uno de ellos (Figura 1A); con una renovación diaria de agua del 30 % y cada tres días del 90 % de cada tanque. Después del primer mes de cultivo, los tanques fueron acondicionados con aireadores, ubicándose los difusores de aire a media altura del nivel de agua. Culminado el segundo mes de cultivo, los peces fueron transferidos a

tanques rectangulares de aluminio de 1 m de largo, 0,30 m de ancho y 0,40 m de alto, cada uno con 68 litros de agua y su respectivo aireador; asimismo se instaló un sistema de tratamiento del agua en la parte superior de cada tanque, constituido por un cilindro en cuyo interior se ubicó un filtro mecánico conformado por una canastilla con esponja en la parte superior y luego una esponja para la retención de partículas gruesas y un filtro biológico en la parte inferior que consiste en canutos rellenos con perlón y canutillos cerámicos. La recirculación del agua de cada tanque se hizo diariamente durante 16 horas y para ello se instaló, en cada tanque, una bomba sumergible marca Pump de 3500 WP (Figura 1B). Además se hizo la renovación diaria de 20 litros de agua.

La hipótesis fue contrastada mediante el Diseño Experimental de Estímulo Creciente con tres tratamientos sin repetición, siendo el factor la densidad poblacional: 2,21 lifes/litro (Tanque 1), 2,94 lifes/litro (Tanque 2) y 3,68 lifes/litro (Tanque 3).

En la Tabla 1 se presenta el diseño experimental, población total de cada tanque así como las longitudes y pesos medios de siembra. Los juveniles de “Life” fueron obtenidos en el Mercado Modelo de Chiclayo, siendo su procedencia del Distrito de Motupe. Los lifes fueron alimentados con una dieta de Puritilapia a razón del 2 % de la biomasa, de 40 % de proteína durante los quince primeros días, para de ahí brindarle una dieta de 32 % de proteína. El alimento fue molido en molino antes de su entrega a los peces, la misma que se hizo dos veces al día en porciones iguales: 06:30 y 18:00 horas.

**Tabla 1**

Diseño Experimental, denominación de estanques, población total, longitud y peso medio de siembra de *T. punctulatus* “Life” cultivado en tres densidades de siembra

Estanques	Densidad poblacional (lifes/litro)	Población total	Longitud media (mm)	Peso medio (g)
E <sub>1</sub>	2,21	150 peces	76,14 ± 4,3	3,65 ± 0,41
E <sub>2</sub>	2,94	200 peces	76,14 ± 4,3	3,65 ± 0,41
E <sub>3</sub>	3,68	250 peces	76,14 ± 4,3	3,65 ± 0,41

A partir de la segunda quincena del cuarto mes de cultivo, se reemplazó la porción de la mañana por una ración de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) picada, la misma que se incrementó a 60 % desde el quinto mes y por la tarde 40% de Puritilapia de 32% de proteína.



**Figura 1.** Tanques cónicos plásticos de 130 litros (A) y tanques rectangulares de aluminio con aireadores y filtro (B), utilizados en el cultivo de *T. punctulatus* “Life”.

El control biométrico del crecimiento de los peces se hizo mensualmente, tomándose una muestra homogénea de 30 peces de cada tanque haciendo uso de un calcal de mano. Se registró longitud total en milímetros con probeta graduada de 25 ml y peso total con balanza digital de 0,1 g de sensibilidad.

El registro de la temperatura ambiental y superficial del agua de los tanques se hizo diariamente a las 08:00 y 18:00 horas, con termómetro digital BOECO (0 – 40 °C). El oxígeno disuelto, anhídrido carbónico, pH, amonio y nitritos, se registraron con kit de análisis de agua marca La Motte, mensualmente. Con el objetivo de determinar si las longitudes y pesos medios observados difieren estadísticamente, se aplicó el análisis de varianza (Ostle, 1994). El procesamiento estadístico de los datos se realizó con computadora Pentium IV, utilizando los programas Excel, con un nivel de significación de 0,05.

### 3. Resultados y discusión

#### Crecimiento de *Trichomycterus punctulatus*

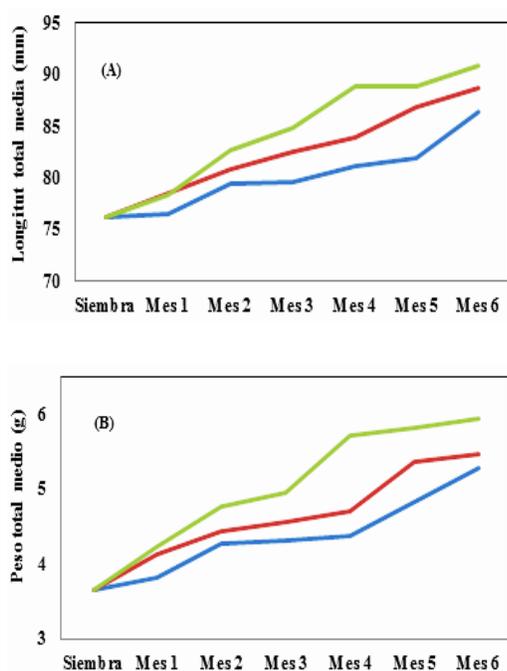
Después de seis meses de cultivo, se observó que los lifes presentaron un crecimiento lento en los tres tratamientos, siendo que aquellos cultivados en la densidad de 3,68 peces/litro (Tanque 3: 250 peces), alcanzaron la mayor longitud y peso promedio: 90,90 mm y 5,95 g (Tabla 2).

**Tabla 2**

Longitudes y pesos medios de siembra y mensual de *T. punctulatus* “Life”, cultivado en tres densidades de siembra en el sistema intensivo con recirculación

TIEMPO	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>			T <sub>3</sub>		
	n	Lt	Pt	n	Lt	Pt	n	Lt	Pt
Siembra	150	76,14	3,65	200	76,14	3,65	250	76,14	3,65
Mes 1	30	76,45	3,81	30	78,38	4,13	30	78,23	4,22
Mes 2	30	79,35	4,27	30	80,81	4,44	30	82,60	4,76
Mes 3	30	79,50	4,31	30	82,50	4,57	30	84,80	4,96
Mes 4	30	81,05	4,38	30	83,90	4,70	30	88,75	5,72
Mes 5	30	81,87	4,83	30	86,80	5,37	30	88,83	5,82
Mes 6	30	86,40	5,28	30	88,74	5,46	30	90,90	5,95

Gráficamente, se puede apreciar que el mayor crecimiento de los peces a favor del tratamiento antes mencionado, tanto en longitud como en peso, ocurrió desde el primer mes de cultivo (Figura 2A y 2B). Sin embargo, el análisis de variancia determinó que las diferencias observadas, en longitud y peso, entre tratamientos, no son estadísticamente significativas (Fc: 3,0034 y 2,5249 para Ft: 3,68). En consecuencia la densidad poblacional no afectó el crecimiento de *T. punctulatus*, lo cual confirmó el cumplimiento de la hipótesis planteada en el sentido de un mayor crecimiento con el aumento de la densidad poblacional del cultivo, pues se ha observado una relación directa entre el crecimiento de los peces y la densidad poblacional, siendo mayor en la densidad más alta (3,68 lifes/L). Este hecho que se explicaría porque siendo *T. punctulatus* un pez de costumbres gregarias, la mayor densidad poblacional estaría favoreciendo su crecimiento.

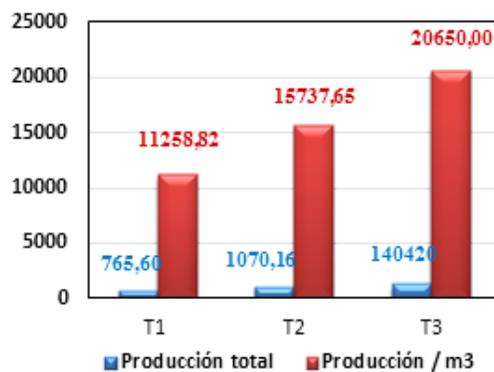


**Figura 2.** Variación de las longitudes (A) y pesos (B) de *T. punctulatus* "Life", cultivado en tres densidades de siembra en el sistema intensivo con recirculación.

El crecimiento de "Life" fue muy lento en el presente estudio, de manera que son superados por los reportes de Carrillo (1991): 93,87 mm y 7,03 g en la densidad de 50 peces/m<sup>2</sup>, alimentados con purina a razón del 3% de la biomasa, durante seis meses de cultivo; Lora (1998): 115,00 mm y 16,22 g en la densidad de 4 peces/m<sup>2</sup>, alimentados con una dieta de 25% de proteína, en seis meses de cultivo; López (1998): 118,90 mm y 17,23 g alimentado con una dieta de 35% de proteína, índice alimentario de 6% de la biomasa, en la densidad de 4 peces/m<sup>2</sup> y seis meses de cultivo; y por López y Lora (1992): 98,58 mm y 9,79g en la densidad de 10 peces/m<sup>2</sup> y suplementados con sangre de camal, durante 5 meses. Se tratan de monocultivos en el sistema semi intensivo con la oportunidad de aprovechar el alimento natural del estanque, además del alimento que se le suministra. Por otro lado las densidades poblacionales son mucho menores a las planteadas aquí.

### Rendimiento de Producción

Las producciones total y por metro cúbico aumentaron con la densidad poblacional (Figura 3): 0,7656 kg y 11,2588 kg (2,21 lifes/L: Tanque 1), 1,0702 kg y 15,7377 kg (2,94 lifes/L: Tanque 2) y 1,4042 kg y 20,6500 kg (3,68 lifes/L: Tanque 3), lo que explica el mayor crecimiento registrado así como la mayor cantidad de peces en cultivo.



**Figura 3.** Variaciones de la Producción total y por metro cúbico por tanque en el cultivo de *T. punctulatus* "Life".

### Factor de Conversión Alimenticia

Los factores de conversión alimenticia fueron altos: 6,72 (2,21 lifes/L), 6,32 (2,94 lifes/L) y 5,27 (3,68 lifes/L), hecho se debería a que en los sistemas de recirculación si el pez no consume rápidamente el alimento otorgado, es absorbido por la bomba, lo cual se presentó con el “Life” que solo consumía una porción del alimento otorgado, situación que concuerda con Kubitzka (2006), que manifiesta que en los sistemas de recirculación se genera entre el 20 y 30 % de residuos sólidos de los cuales una parte es el alimento que se pierde, y posiblemente porque el nivel proteico de la dieta no fue adecuado y que el índice alimentario, a pesar de ser del 2% de la biomasa, posiblemente fue alto. El mejor valor obtenido es muy similar al encontrado por Cortés (2010): 5,71; para una dieta de “Bagre del Canal” en la que sustituyó el 20 % de la harina de pescado por harina de lombriz.

### Mortalidad

Las mortalidades fueron bajas y representaron el 3,33 % (2,21 lifes/L). 2,00 % (2,94 lifes/L) 2) y 5,60 % (3,68 lifes/L), siendo esto un claro indicador de la tolerancia de *T. punctulatus* al cultivo en altas densidades.

### Parámetros Físico-químicos del Agua

La temperatura del agua superficial de los tanques de cultivo fue muy similar en los tres tratamientos, observando la tendencia a incrementar su valor desde el inicio del cultivo hasta la finalización del mismo, lo cual obedeció a los cambios de estación: Invierno-Primavera-Verano. En general, la temperatura del agua varió desde 21,20 °C en el primer mes hasta 24,25 °C en el sexto mes de cultivo (Tabla 3), encontrándose sus valores dentro del rango óptimo para piscicultura de aguas cálidas: 20 °C – 28 °C (Boyd, 1990), así como del rango para el cultivo de siluriformes: 21 °C – 26 °C (Bardach *et al.*, 1986).

El oxígeno disuelto en el agua de los tanques, en general, disminuyó a medida que aumentó la densidad poblacional e igualmente descendió su nivel a medida que avanzó el proceso de cultivo (Tabla 4), lo que se explica por cuanto en los tanques más poblados con “Life” se presentó un mayor consumo de oxígeno; en cambio su descenso con el transcurrir del proceso de cultivo estaría ligado a la presencia mayor de partículas orgánicas en suspensión o sobre el fondo, que en su proceso de digestión consumen el oxígeno, Sus valores variaron de 5,40 mg/L a 6,80 mg/L y se ubicaron por encima del valor de 5 mg./L., considerado como óptimo por Boyd (1990), para piscicultura tropical.

**Tabla 3**

Temperatura (°C) ambiental y superficial del agua de los tanques de *T. punctulatus* “Life”, en cultivo intensivo con recirculación

Mes	Temperatura ambiental (°C)	Temperatura superficial (°C)		
		T1	T2	T3
Mes 1	21,50	21,20	21,36	21,30
Mes 2	21,61	21,36	21,52	21,49
Mes 3	22,10	22,40	22,60	22,54
Mes 4	23,03	22,31	22,49	22,53
Mes 5	23,79	23,56	23,60	23,68
Mes 6	24,88	23,74	23,83	24,25

T: Tanque de cultivo.

**Tabla 4**

Oxígeno disuelto (mg/L) del agua de los tanques de *T. punctulatus* “Life”, en cultivo intensivo con recirculación

Mes	Oxígeno disuelto (mg/L)		
	T1	T2	T3
Mes 1	6,80	6,00	5,80
Mes 2	6,30	6,10	5,40
Mes 3	5,98	5,60	5,20
Mes 4	5,56	5,90	4,90
Mes 5	5,40	6,00	4,80
Mes 6	5,42	5,80	4,75

La concentración del Anhídrido carbónico disuelto en el agua, aumentó su valor con el aumento de la densidad poblacional y con el tiempo (Tabla 5), lo cual se explica porque hay una mayor producción del mismo en el proceso respiratorio de una población más alta; asimismo, su incremento con el tiempo de cultivo obedece a la mayor carga de materia orgánica en el medio acuático, que en sus procesos de descomposición generan anhídrido carbónico. Sus niveles variaron de 4,60 mg/L a 16,00 mg/L y en ningún caso llegaron al valor de 20 mg/L, considerado peligroso y de mucha atención por Kubitzka (2006).

**Tabla 5**

Anhídrido Carbónico libre (mg/L) del agua de los tanques de *T. punctulatus* "Life", en cultivo intensivo con recirculación

Mes	Anhídrido carbónico libre (mg/L)		
	T1	T2	T3
Mes 1	4,60	5,30	5,40
Mes 2	5,20	4,90	5,60
Mes 3	4,90	6,90	6,90
Mes 4	5,80	8,90	9,70
Mes 5	7,00	10,60	12,60
Mes 6	7,80	8,50	16,00

**Tabla 6**

pH del agua de los tanques de *T. punctulatus* "Life", en cultivo intensivo con recirculación

Mes	pH		
	T1	T2	T3
Mes 1	6,70	7,00	6,90
Mes 2	7,20	7,50	7,00
Mes 3	7,40	7,50	7,20
Mes 4	7,00	7,20	7,50
Mes 5	7,00	6,90	6,80
Mes 6	7,00	7,20	7,00

El pH del agua de los tanques varió de 6,70 a 7,50 (Tabla 6), encontrándose en el rango de 6,5 a 9 considerado por Vinatea (2001), como el más adecuado para la producción de peces.

**Tabla 7**

Amonio (mg/L) del agua de los tanques de *T. punctulatus* "Life", en cultivo intensivo con recirculación

Mes	Amonio (mg/L)		
	T1	T2	T3
Mes 1	0,20	0,70	0,90
Mes 2	0,20	0,30	0,70
Mes 3	0,35	0,00	0,80
Mes 4	0,60	0,80	1,00
Mes 5	0,55	0,85	1,00
Mes 6	0,48	1,45	1,90

**Tabla 8**

Nitrito (mg/L) del agua de los tanques de *T. punctulatus* "Life", en cultivo intensivo con recirculación

Mes	Nitritos (mg/L)		
	T1	T2	T3
Mes 1	0,50	0,70	0,75
Mes 2	0,50	0,65	0,70
Mes 3	0,60	0,70	0,80
Mes 4	0,65	0,75	0,80
Mes 5	0,55	0,70	0,90
Mes 6	0,50	0,80	1,00

Las concentraciones de amonio (Tabla 7) y nitrito (Tabla 8) en los tanques de cultivo, observaron la tendencia a incrementarse con el aumento de la densidad poblacional y con el tiempo, lo que se explica en tanto el amonio al ser el primer producto de excreción de los peces, es más abundante en donde hay mayor cantidad de peces; asimismo, su incremento hacia la finalización del experimento se explica porque los peces al incrementar su masa corporal excretarán también mayor cantidad de amonio, por un lado, y por otro a la mayor presencia de materia orgánica que en su proceso de descomposición genera este producto. Sus valores fluctuaron de 0,20 mg/L a 1,90 mg/L (Amonio) y de 0,50 mg/L a 1,00 mg/L (Nitritos) y se encontraron por debajo del nivel de cuidado que de acuerdo a Kubitzka (2006), es de 3 mg/L para el amonio y de 1 mg/L para los nitritos.

#### 4. Conclusiones

El crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* afectado por la densidad poblacional en relación directa, siendo mayor en la densidad más alta (3,68 lifes/L). Las características físico-químicas del agua de los tanques se encontraron dentro de los rangos adecuados para el buen crecimiento de los peces en el sistema intensivo con recirculación.

#### Referencias Bibliográficas

- Bardach, J.; Ryther, J.; Mclarney, W. 1986. Acuicultura: Crianza y Cultivo de organismos marinos y de agua dulce, A.G.T. Editor S.A., México, 741 pp.
- Boyd, C. 1990. Water Quality in ponds for Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn Univ. Alabama, 482 pp.
- Carrillo, J. 1991. Cultivo de *Trichomycterus punctulatus* "Life" suplementado con tres índices alimentarios de purina en estanques fertilizados con gallinaza, Tes. Blgo. Pesq. Univ. Nac. "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 37 pp.
- Cortes, V. 2010. Sustitución Parcial de harina de pescado (*Plecostomus sp.*) por harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en alimento para Bagre del Canal (*Ictalurus punctatus*), Tesis Grado Maestro en Ciencias en: Producción Agrícola Sustentable, Instituto Politécnico Nacional, Michoacan-México, 68 pp, Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/10032/1/257.pdf>
- Kubitza, F. 2006. Sistemas de Recirculación Cerrada, Brasil, Disponible en: [http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/03-Otros\\_Sistemas/\\_archivos/000004\\_Sistemas%20de%20recirculaci%C3%B3n%20cerrada.pdf](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/03-Otros_Sistemas/_archivos/000004_Sistemas%20de%20recirculaci%C3%B3n%20cerrada.pdf).
- López, J.; Lora, V. 1992. Crecimiento de "Life" *Trichomycterus punctulatus* suplementado con sangre de camal, Univ. Nac. "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 23 pp.
- López, J. 1998. Crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* "Life" con tres índices alimentarios y dos frecuencias de alimentación de una dieta de 35% de proteína en estanques seminaturales, Tes. Maestro en Ciencias – Acuicultura, Univ. Nac.de Trujillo, La Libertad – Perú, 47 pp.
- Lora, V. 1998. Crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* "Life" alimentado con dietas de diferentes nivel proteico en estanques seminaturales, Tes. Maestro en Ciencias – Acuicultura, Univ.Nac.de Trujillo, La Libertad – Perú, 49 pp.
- Ostle, B. 1994. Estadística Aplicada, Limusa – Noriega Editores, México, 629 pp.
- Vinatea, L. 2001. Principios Químicos de Calidad de Agua en Acuicultura: Una revisión para peces y camarones, Univ. Fed. De Santa Catarina – Departamento de Acuicultura, Florianópolis – Brasil, 150 pp.