

Determinación de los parámetros de crecimiento de la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo.

*Determination of growth parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in a Magazine with geomembrane pond stocked with water and subsoil.*

Alex Garcia*, Juan Tume**, Víctor Juárez***

RESUMEN

En este trabajo se han evaluado los parámetros de crecimiento de la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un estanque del instituto de investigación de la UAP-Piura, abastecida con agua del sub suelo, se hicieron los muestreos biométricos respectivos (Longitud – Peso), con un tamaño de muestra de 30 ejemplares por muestreo. Estos muestreos se realizaron por un tiempo de 3 meses, lo que permitió obtener como resultados los parámetros de crecimiento de la tilapia.

La velocidad de crecimiento semanal total durante la fase de cultivo de 22 semanas fue de 17.29% o de 7.66 gr por semana llevados a crecimiento diario 1.09 gr. A una densidad de 5 peces/m².

Los parámetros de crecimiento fueron el L asintótico 29.93 cm, el valor K 1.536/año, el T₀ es -0.132 y el W asintótico 392.32 gr.

Palabras clave: *Tilapia nilótica, agua de subsuelo.*

ABSTRACT

In this work there have been evaluated the parameters of growth of the Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) in a reservoir of the institute of investigation of the UAP-Piura, supplied with water of the sub I occur, there were done the biometric respective samplings (Length - Weight), with a size of sample of 300 copies for sampling. These samplings realized in a time of 3 months, which allowed to obtain like proved the parameters of growth of the tilapia. The speed of weekly total growth during the phase of culture of 22 weeks was 17.29 % or 7.66 gr per week taken to daily growth 1.09 gr. To a density of 5 fish / m². The parameters of growth were the L asintótico 29.93 cm, the value K 1.536/año, the T₀ is -0.132 and the W asintótico 392.32 gr.

Key words: *Tilapia nilótica, agua de subsuelo.*

* Ing. Magister en Ingeniería Ambiental, Director de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la UAP- Piura. E-mail: agarciacri@yahoo.com

** Ingeniero docente del área de extracción pesquera de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura y de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la UAP- Piura. E-mail: delfin_jtr@hotmail.com

*** Ingeniero, Magister en Acuicultura, docente del área de acuicultura de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura. E-mail: victorjuarezp@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La Tilapia se encuentra catalogada dentro del grupo de peces con mayor futuro en cultivos comerciales ya que su periodo de crecimiento es relativamente más corto al de otras especies y presenta alta adaptabilidad a diferentes ambientes de producción (Arul, 2002; Granados y cols, 2002; Garduño, 1998; Green, 1995, Ward, 1995).

Meyer (1999) menciona que el crecimiento de los peces depende en gran parte de la calidad del agua; por lo que para lograr una buena producción, es necesario mantener las condiciones físico-químicas del agua dentro de los límites de tolerancia para la especie a cultivar. La Tilapia se considera una especie productiva promisoría por ser rústica (Castillo, 2001; Wicki, 1998; Kitaev, 2002); y por esa característica se decidió trabajar con ella para realizar el presente estudio.

El estudio de los principales parámetros de crecimiento de la especie Tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, aplicando la Estadística que evalúa los recursos pesqueros nos permitió analizar e interpretar el comportamiento de dicha especie en condiciones diferentes de sustrato



con estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua del subsuelo en Piura

Por otro lado el estudio ayuda a Determinar la relación talla – peso para la especie *Oreochromis niloticus* Tilapia Gris o del Nilo en cultivo

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevo a cabo en las instalaciones del centro de investigación de la Universidad Alas Peruanas. Filial Piura, en el km 3,5 carretera Piura –Chulucanas.

La toma de datos se realizó en un periodo de 148 días entre los meses de mayo y setiembre del 2011.

Se usó un diseño completamente al azar, en un estanque de tierra semiexcavado revestido con geomembrana, de forma rectangular con dimensiones de 50m x 20m y 1.20m de profundidad, con un sistema de suministro de agua del subsuelo por una electrobomba de 4 pulgadas. Apoyados con un aireador de paleta del tipo Taiwanes.

Se sembraron 5000 alevines de *Oreochromis niloticus*, los cuales fueron comprados ya revertidos sexualmente (masculinizados). La densidad de siembra fue de 5 alevines por m³. Los alevines tenían 30 días de nacidos y presentaban un peso promedio de 0,5 g.

Al inicio del experimento los peces fueron alimentados dos veces al día a saciedad con alimento Puritilapia de la marca Purina, el análisis proximal marcado en la etiqueta fue de 50% de proteína, a los dos meses de edad se cambió la alimentación a base de un alimento comercial que contenía 30% de proteína, con una *alimentación* racionada 3 veces al día en función a su crecimiento, con tasas de alimentación desde 25 % hasta el 2 % de la biomasa, al final de la cosecha.

Se suministro *aireación* por medio de un sistema

artificial consistente en una aireador de 4 paletas del tipo Taiwanés con una potencia de 2 HP ubicado en la parte media del estanque, en horas de la noche por lapso de 6 horas/día a partir del tercer mes de cultivo.

La toma de datos de peso y longitud, se realizó cada 7 días, para lo cual se utilizó una atarralla con malla de 18 mm de abertura. En cada toma de datos se pesaron y midieron el 300 peces del estanque, obteniendo valores promedio de peso y longitud. Se utilizó una balanza digital de 1 kg y una ictiometro graduado de 30 cm.

Los datos de peso y longitud fueron tratados con el programa spss17

La cosecha fue por drenado del estanque combinado con captura con redes dentro del estanque. Los parámetros de crecimiento se determinaron mediante la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy, también se determino la relación Talla- Peso.

Análisis estadístico. El procesamiento de datos se realizó bajo las siguiente formula

- **Biomasa.** (3)

$B = \text{Población} \times \text{Peso Promedio del Individuo.}$

Fuente: Ricker, 1975

- **Estimación de los valores de relación peso – talla.** (4)

$$W_{\alpha} = q * L^b$$

$$\ln W(i) = \ln(q) + b * \ln(i)$$

- **Curva de crecimiento de Von Bertalanffy en peso.** (5)

$$W(t) = q * L^3 (1 - \mathcal{E}^{-k(t-t_0)})^3$$

$$L_{(t)} = L_{\alpha} (1 - \mathcal{E}^{-k(t-t_0)})$$

Donde las variables son:

$$L_{(t)} - L_{\alpha} (1 - \mathcal{E}^{-k(t-t_0)})$$

$$t_{(t)} = t_0 - \frac{1}{k} \ln \left(1 - \frac{L_{(t)}}{L_{\alpha}} \right)$$

$$t_0 = \frac{-a}{b}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro N°1 muestra los datos obtenidos durante las 22 semanas de muestreos de 300 ejemplares. cuyos datos han sido procesados según la fórmula 3,

La velocidad de crecimiento semanal total durante la fase de cultivo de 22 semanas fue de 17.29% o de 7.66 gr por semana llevados a crecimiento diario 1.09 gr. A una densidad de 5 peces/m². Valores muy superiores a los obtenidos por *Gómez et al 2010*, de crecimientos diarios de 0,47 gr /día con ejemplares iniciales de 1 gr de peso y finales de 71 gr después de 6 meses.

Relación Talla - Peso

Se hizo el análisis estadístico de la talla y el peso en el cuadro N°02 y se encontró que el modelo que se ajustó mejor a los datos fue de tipo potencial, el cual se expresó como $W_{\alpha} = 0.043 * L^{2.681}$ con una correlación entre L(i) y W(i) de 97 % $p < 0.001$ (Fig.1). La prueba de “t” de student indicó que el valor del exponente $b = 2.681$ no fue significativamente diferente al valor de 3 ($t = 6.314$, $p > 0.05$), por lo que el crecimiento de la especie de este estanque se consideró como de tipo isométrico.

Tabla 1: Controles biometricos y parametros de producción de Oreochromis niloticus TILAPIA DEL NILO (GRIS).

Fecha	Peso promedio (gr)	Long. Promedio (cm)	Tamaño de muestra (N° peces)	Biomasa KG
01-may-11	3,8380	6	300	1,1514
08-may-11	9,2350	7,5	300	2,7705
15-may-11	16,4613	9	300	4,9384
22-may-11	22,5657	10	300	6,7697
29may-11	29,0560	11	300	8,7168
05-jun-11	38,6327	12	300	11,5898
12-jun-11	52,6893	13,5	300	15,8068
19-jun-11	64,1557	14	300	19,2467
26-jun-11	79,4193	16	300	23,8258
03-jul-11	85,1807	17	300	25,5542
10-jul-11	101,45	18	300	30,435
17-jul-11	112,76	19	300	33,828
24-jul-11	125,34	19,5	300	37,602
31-jul-11	129,54	20	300	38,862
07-ago-11	138,7	20	300	41,61
14-ago-11	142,28	21	300	42,684
21-ago-11	147,18	21	300	44,154
28-ago-11	149,69	21	300	44,907
04-set-11	157,2	21	300	47,16
11-set-11	159,3	22	300	47,79
18-set-11	164,23	22	300	49,269
25-set-11	172,4	24	300	51,72

Relación Talla- Peso

$$W_{\alpha} = q * L^b$$

$$W_{\alpha}=0.043*L^{2.681}$$

Lo que indica que el crecimiento obtenido es alométrico negativo con 2.86, mientras que *Gómez et al 2010*, determino un crecimiento

alometrico positivo de 3.099. El valor del exponente b=2.681 no fue significativamente diferente al valor de 3, por lo que el crecimiento de la especie de este embalse se consideró como de tipo isométrico. Esto se denota en el grafico de Longitud – peso calculado en el cual la curva sigue un modelo exponencial de crecimiento paralelo entre peso y longitud.

Tabla 2: Relación Talla Peso de la Tilapia nilotica

Semanas	Talla cm	Edad t años	Talla L(i)	Peso W(i)	X Ln(Li)	Y Ln(wi)	x^2	Y^2	X.Y
1	6	0.042	6	3.84	1.792	1.345	3.210	1.809	2.4098294
2	7,5	0.083	7.5	9.24	2.015	2.223	4.060	4.942	4.47913065
3	9	0.125	9	16.46	2.197	2.801	4.828	7.846	6.15445278
4	10	0.167	10	23	2.303	3.116	5.302	9.712	7.17584769
5	11	0.208	11	29	2.398	3.369	5.750	11.352	8.07904871
6	12	0.250	12	39	2.485	3.654	6.175	13.352	9.08009507
7	13.5	0.292	13.5	53	2.603	3.964	6.774	15.717	10.3181353
8	14	0.333	14	64	2.639	4.161	6.965	17.317	10.9819434
9	16	0.375	16	79	2.773	4.375	7.687	19.138	12.1293587
10	17	0.417	17	85	2.833	4.445	8.027	19.756	12.5929955
11	18	0.458	18	101.45	2.890	4.620	8.354	21.340	13.3522633
12	19	0.500	19	112.76	2.944	4.725	8.670	22.328	13.9132446
13	19.5	0.542	19.5	125.34	2.970	4.831	8.823	23.339	14.3501615
14	20	0.583	20	129.54	2.996	4.864	8.974	23.658	14.571211
15	20	0.625	20	138.7	2.996	4.932	8.974	24.328	14.7758902
16	21	0.667	21	142.28	3.045	4.958	9.269	24.580	15.094124
17	21	0.708	21	147.18	3.045	4.992	9.269	24.917	15.1972097
18	21	0.750	21	149.69	3.045	5.009	9.269	25.086	15.2486931
19	21	0.792	21	157.2	3.045	5.058	9.269	25.578	15.3977297
20	22	0.833	22	159.3	3.091	5.071	9.555	25.713	15.6740247
21	22	0.875	22	164.23	3.091	5.101	9.555	26.023	15.7682356
22	24	0.917	24	172.4	3.178	5.150	10.100	26.521	16.3663968
Suma			364.5	2101.3037	60.3717414	92.7635349	168.859292	414.350558	263.110021
Promedio					2.744	4.217			

	a	b	q
Estanque 1	-3.142	2.681	0.043

Linealizando la relación talla-peso por medio de logaritmos obtenemos los parámetro de condición determinando que la relación Talla Peso esta dada por la siguiente fórmula

Gráfico 1: Relación longitud – peso calculado

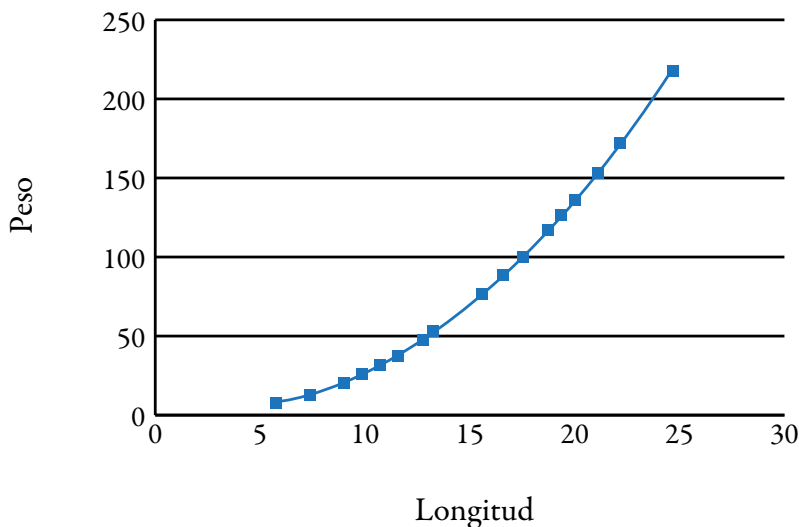


Tabla 3 : Longitud – peso calculado con los parámetros del análisis relación peso – longitud real.

Talla	Peso calculado
L(i)	W(i)
6	5.2443535
7.5	9.53910661
9	15.5522283
10	20.6285383
11	26.6343587
12	33.6320528
13.5	46.1204238
14	50.8437669
16	72.7300907
17	85.5661544
18	99.7364812
19	115.294041
19.5	123.609329
20	132.29087
20	132.29087
21	150.778141
21	150.778141
21	150.778141
21	150.778141
21	150.778141
22	170.806213
22	170.806213
24	215.682443

Parámetros de crecimiento

Utilizando el análisis estadístico del cuadro N° 04 y la ecuación inversa de Von Bertalanffy, se calcularon los valores de K, L∞, To, los cuales nos llevaron a obtener la siguiente ecuación Ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy en talla

$$L_{(t)} = 29.930 (1 - e^{-1.536(t+0.132)})$$

	L	K	To	q	b	W
Estanque						
1	29.930	1.536	-0.132	0.043	2.681	392.32

Tabla 4: Determinación del parámetro de crecimiento T_0 , con la ecuación inversa de Von Bertalanffy, $L_\infty = 29.930$ cm

Semanas	Talla	X		$-\ln\left(1 - \frac{l(t)}{l(\infty)}\right)$			
	cm	edad (t)	L(t)	Y	x^2	Y^2	X.Y
1	6	0.042	6	0.224	0.002	0.050	0.009
2	7,5	0.083	7.5	0.288	0.007	0.083	0.024
3	9	0.125	9	0.358	0.016	0.128	0.045
4	10	0.167	10	0.407	0.028	0.165	0.068
5	11	0.208	11	0.458	0.043	0.210	0.095
6	12	0.250	12	0.512	0.063	0.263	0.128
7	13.5	0.292	13.5	0.600	0.085	0.360	0.175
8	14	0.333	14	0.631	0.111	0.398	0.210
9	16	0.375	16	0.765	0.141	0.585	0.287
10	17	0.417	17	0.839	0.174	0.704	0.350
11	18	0.458	18	0.920	0.210	0.846	0.422
12	19	0.500	19	1.007	0.250	1.015	0.504
13	19.5	0.542	19.5	1.054	0.293	1.111	0.571
14	20	0.583	20	1.103	0.340	1.217	0.644
15	20	0.625	20	1.103	0.391	1.217	0.690
16	21	0.667	21	1.209	0.444	1.463	0.806
17	21	0.708	21	1.209	0.502	1.463	0.857
18	21	0.750	21	1.209	0.563	1.463	0.907
19	21	0.792	21	1.209	0.627	1.463	0.957
20	22	0.833	22	1.328	0.694	1.764	1.107
21	22	0.875	22	1.328	0.766	1.764	1.162
22	24	0.917	24	1.619	0.840	2.620	1.484
suma		10.5416667	364.5	19.3820444	6.58854167	20.3513141	11.500676
promedio		0.479		0.881			

Aplicando la formula de la **Ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy transformada en peso**, se puede asumir que el peso asintótico ha alcanzado a las condiciones de cultivo evaluadas es de 392.32 gr, con un talla infinita de 29.930 cm (ver cuadro 5)

DISCUSIÓN

El análisis de la relación talla L(i) Peso W(i), mostró un crecimiento de tipo isométrico en el cual los organismos presentan un crecimiento proporcional entre la talla y peso. Este mismo tipo de crecimiento ha sido reportado por Flores

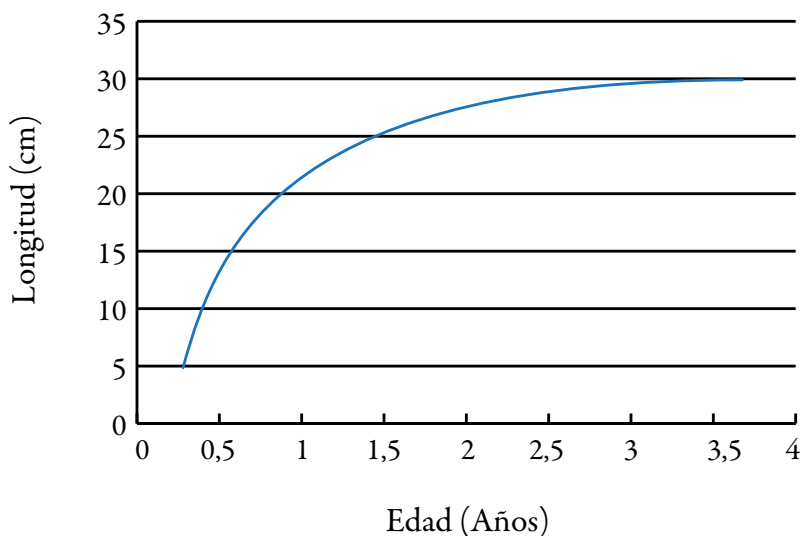
(2006) y Beltrán-Álvarez *et al.*(1997). Estudios realizados en distintas especies de tilapias muestran que los valores de la pendiente de esta relación oscila entre 2.5 y 3.5 (Granado 1996). Esto indica que los valores obtenidos para las tilapias del estanque se encuentra dentro de este intervalo, y da confiabilidad a los resultados obtenidos en el presente estudio

Los parámetros de crecimiento de Von Bertalanffy, corresponden para un L_∞ 29.930cm, un peso asintótico de W_∞ de 392.32 gr, con un velocidad de crecimiento K de 1.536 ,una edad T_0 de -0.136 año, los que se asemejan

Tabla 5:

T	L _{calculado}
0.25	4.96154266
0.50	12.923199
0.75	18.3461334
1.00	22.0398644
1.25	24.5557807
1.50	26.2694503
1.75	27.4366846
2.00	28.2317245
2.25	28.7732512
2.50	29.142102
2.75	29.3933379
3.00	29.5644626
3.25	29.681021
3.50	29.7604126

Gráfico 2:



con lo reportado por Pérez & Patlani (2002) registraron para hembras una $L_{\infty}=21.15\text{cm}$, $W_{\infty}=156.89\text{g}$ y para machos una $L_{\infty}=56.56\text{cm}$, $W_{\infty}=2972.54\text{g}$ y una $k=0.13$, en la variación de estos valores en comparación con los del presente estudio, también influyen las longitudes máximas registradas por dichos autores

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Beltrán-Álvarez, R., P.J. Sánchez, G.L. Valdez & A.O. Salas. 2009. Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. Rev. Biol. Trop. 58: 325-338.

2. Beverton, R.J.H. & S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *In* Erzini *et al.* 1989. Microcomputer Application in Fisheries. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Guaymas Sonora, México.
3. Campana, S.E. & J.D. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1014-1032. Carlander, K.D. 1982. Standard intercepts for calculating lengths from scale measurements for some centrarchid and percoid fishes. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 111: 332-336.
4. Jiménez-Badillo, L. 2006. Age-growth models for tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes, Cichlidae) of the Infiernillo reservoir, Mexico and reproductive behaviour. *Rev. Biol. Trop.* 54: 277-588.
5. Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth Iasw II) *Hum. Biol.* 10:181-213.