

EFICIÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR EM TILÁPIAS DO NILO USANDO MODELO EXPONENCIAL DE CRESCIMENTO

EFFICIENCY OF FEED SUPPLEMENTATION FOR NILE TILAPIA USING EXPONENTIAL GROWTH MODEL

Garcia, F.^{1*}, Santos, V.B.² e Moraes, F.R.³

¹Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA. Pólo Regional do Noroeste Paulista. Votuporanga, SP. Brasil. *fgarcia@apta.sp.gov.br

²Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA. Pólo Regional da Alta Sorocabana. Presidente Prudente, SP. Brasil.

³Centro de Aquicultura da Unesp. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP. Brasil.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Levedura. *Oreochromis niloticus*. Mananoligossacarídeo. β -glucano.

ADDITIONAL KEYWORDS

Yeast. *Oreochromis niloticus*. Mannan oligosaccharide. β -glucan.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a aplicabilidade do modelo de crescimento exponencial no estudo da eficiência da suplementação alimentar com mananoligossacarídeo e β -glucano para tilápias do Nilo criadas em tanques-rede. O experimento foi realizado em piscicultura de criação de tilápias em tanques-rede. Tilápias jovens, com peso inicial de $25,4 \pm 2,04$ g, foram distribuídas em 12 tanques-rede de $2 \times 2 \times 1,5$ m, com volume útil de 6 m^3 e densidade de 2500 peixes por tanque. Para estudo realizou-se a biometria individual de uma amostra aleatória de 5% dos peixes de cada unidade experimental. Os resultados permitem concluir que a adição de suplemento até o nível de 2000 mg/kg de ração não altera a taxa de crescimento. O modelo exponencial pode ser usado para comparar a eficiência de diferentes dietas.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the applicability of the exponential growth model to study feed supplementation efficiency with mannan oligosaccharide and β -glucan in Nile tilapia raised in net cages. The trial was carried out in a cage fish farm. Tilapia juveniles (initial weigh 25.4 ± 2.04 g) were distributed in 12 cages ($2 \times 2 \times 1.5$ m), with 6 m^3 volume and stock density of 2500 fish per cage. To evaluate the exponential growth model,

a randomized sample of 5% fish was collected for individual biometry in each experimental unit. The results show that none of supplement levels increased the growth ratio of Nile tilapias and the exponential growth model can be used to compare efficiency of different diets.

INTRODUÇÃO

O Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) do governo brasileiro está normatizando a utilização das águas públicas da União, através da criação de parques aquícolas, que oficializarão uma opção econômica para o sistema intensivo em reservatórios de usinas hidroelétricas.

Os estudos relacionados à utilização de prebióticos, substâncias seletivamente fermentadas por microrganismos da flora gastrointestinal (Roy e Gibson, 1999), tornam-se de grande importância no sistema de criação em tanques-rede. Gatlin III *et al.* (2006) destacam que os prebióticos, podem melhorar o desempenho produtivo, a eficiência alimentar e a resistência às enfermidades, com redução nos custos de produção e agregação de valor à imagem do

Recibido: 2-2-08. Aceptado: 9-6-09.

Arch. Zootec. 60 (232): 1239-1246. 2011.

produto aquícola. Dentre estes suplementos alimentares, destacam-se os componentes de parede celular de levedura, os mananoligossacarídeos (MOS) e os β -glucanos, com propriedades prebióticas e imunostimulantes, respectivamente (Welder *et al.*, 2007).

O efeito destes produtos é mais bem evidenciado em situação de desafio sanitário (Mosenthin e Bauer, 2000). Portanto, as pesquisas realizadas em condições de laboratório muitas vezes não apresentam resultados conclusivos e aplicáveis por não representarem a realidade do ambiente de criação, onde os peixes estão submetidos a uma série de situações de estresse. Pensando-se na necessidade do desenvolvimento da pesquisa de campo, a piscicultura em tanques-rede apresenta uma estrutura bastante interessante para execução de ensaios por oferecer repetição e casualização dos tratamentos. Cada piscicultura é composta por um número grande de tanques-rede, com volume útil e densidade de estocagem semelhantes, inseridos em um ambiente comum, o que permite ao pesquisador o uso desses tanques como unidades experimentais (Garcia, 2007).

Como ferramenta de análise, pode-se estudar o crescimento de animais por meio do ajuste de funções não-lineares, pois, dessa maneira, é possível sintetizar informações de todo o período de vida, ou seja, um conjunto de informações em série de peso por idade, em um pequeno conjunto de parâmetros interpretáveis biologicamente, facilitando, assim, o entendimento do fenômeno (Oliveira *et al.*, 2000; Garcia *et al.*, 1995). Santos *et al.* (2008) utilizaram o modelo exponencial para comparação do crescimento de linhagens de tilápia do Nilo criadas em tanques-rede e obtiveram sucesso. O objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade do modelo de crescimento exponencial no estudo da eficiência da suplementação alimentar com mananoligossacarídeo e β -glucano para tilápias do Nilo criadas em tanques-rede.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no reservatório de Nova Avanhandava, córrego Arribada, afluente do rio Tietê, no município de Zacarias, SP situado a latitude de 21°3'7" S e longitude 50°3'3" W.

Foram utilizadas tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* jovens, em bom estado fisiológico, com idade aproximada de 80 dias, revertidas sexualmente para machos, com peso inicial de 25,4 ± 2,04 g, distribuídas em 12 tanques-rede de 2 x 2 x 1,5 m, com volume útil de 6 m³ e densidade de 2500 peixes por tanque.

A ração utilizada foi de formulação e processamento comerciais, de modo a atender as exigências da espécie estudada na primeira fase de criação (**tabela I**), contendo 40% de proteína bruta e extrusada no diâmetro de 2,6 mm. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo que os tratamentos consistiram na inclusão de 0, 500, 1000 e 2000 mg do suplemento alimentar¹, contendo 25% mananoligossacarídeo e 30% β -glucano/kg de ração, com três repetições (tanques-rede). A dieta foi oferecida *ad libitum*, quatro vezes ao dia, evitando-se sobras.

VARIÁVEIS AQUÁTICAS

As variáveis limnológicas foram mensuradas no local de inserção dos tanques-rede, sendo tomados os dados de temperatura, oxigênio dissolvido, transparência, amônia, nitrito e nitrato, pH, material em suspensão, nitrogênio total, condutividade, fósforo total e clorofila. Todas as variáveis mantiveram-se dentro dos valores recomendados para a espécie em estudo (Sipaúba-Tavares, 1994): temperatura 22,1 ± 0,9°C, oxigênio dissolvido 7,19 ± 1,28 mg/l, saturação de oxigênio dissolvido 82,4 ± 14,4%, pH 7,72 ± 0,53, material em suspensão 1,3 ± 1,2 mg/l, nitrogênio total 0,51 ± 0,34 mg/

¹Active mos® - Biorigin.

MODELO DE CRESCIMENTO EXPONENCIAL PARA TILÁPIAS DO NILO

Tabela I. Composição percentual básica das dietas experimentais. (Percentual composition of experimental diets).

Ingrediente	%
Milho moído	8,46
Farelo de trigo	20,05
Farelo soja	11,10
Glúten de milho	15,00
Quirera de arroz	12,00
Farinha de peixe	11,00
Farinha de vísceras de aves	15,00
NaCl	0,25
Vixil lignossulfonato-aglutinante	1,00
Farinha de pena	5,00
Suplemento vitamínico e mineral	1,00
Cloreto de colina 60%	0,05
LD Metionina	0,09
Composição calculada	(%)
Proteína bruta	40,00
Extrato etéreo	5,00
Fibra bruta	3,80
Energia (kcal/kg)	4160,40
Cinzas	8,44
Ca	1,8
P	1,28

Suplemento vitamínico e mineral (quantidade/kg de ração): 2000,00 mg colina; 0,2374% sódio; 0,2709% cloro; 0,7186% potássio; 0,2463% magnésio; 0,4434% enxofre; 449,10 mg ferro; 31,88 mg cobre; 145,49 mg manganês; 365,33 mg zinco; 0,011 mg cobalto; 9,52 mg iodo; 0,912 mg selênio; 27664,3 UI vitamina A; 5962,81 UI vitamina D3; 350 mg vitamina E; 11,93 mg vitamina K3; 13,95 mg vitamina B1; 20,38 mg vitamina B2; 17,31 mg vitamina B6; 40,28 mcg vitamina B12; 263,79 mg niacina; 48,11 mg ácido pantotênico; 2,47 mg ácido fólico; 0,38 mg biotina; 400 mg vitamina C.

I, amônia 80,75 ± 74,84 µg/l, nitrito 1,30 ± 1,01 µg/L, nitrato 15 ± 13,74 µg/l, condutividade 170,7 ± 5,6 µS/cm, transparência 1,35 ± 0,41 m, fósforo total 15,5 ± 15 µg/l e clorofila 0,8 ± 0,5 µg/l.

CURVAS DE CRESCIMENTO

Após 30 e 60 dias de alimentação com as dietas testadas, realizou-se a biometria indi-

vidual de uma amostra aleatória de 5% dos peixes de cada unidade experimental, totalizando 125 peixes por tanque. O estudo do crescimento foi realizado mediante o seguinte modelo da equação exponencial:

$$y_i = Ae^{Kx_i} + e_i$$

sendo:

y_i = o peso observado de cada peixe, $i = 1, 2, \dots, n$,
 A = a estimativa do peso inicial,
 e = a base do logaritmo natural,
 K = a taxa de crescimento específico,
 x_i = o tempo, ou a idade referente a cada peixe,
 e_i = o erro associado a cada observação, que por suposição é $N(0, \sigma^2)$.

Os parâmetros das curvas para cada nível de inclusão do suplemento foram comparados pelos seus intervalos de confiança com probabilidade de 95%. Devido à existência de heterogeneidade de variâncias, uma vez que a variância dos pesos corporais aumenta muito com a idade, o inverso das variâncias dos pesos foi utilizado como fator de ponderação. Os ajustes foram obtidos através do procedimento MODEL do pacote computacional SAS para Windows versão 8.1, utilizando-se a opção WEIGHT e a macro %AR, pois se constatou a existência de auto-relação residual pelo teste de Durbin-Watson (Draper e Smith, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **tabela II** apresenta os pesos (g) médios, mínimos e máximos observados em cada unidade experimental (tanque-rede), bem como os desvios padrão e os fatores de ponderação utilizados no ajuste do modelo nos diferentes tempos de cultivo.

A **tabela III** apresenta as estimativas dos parâmetros do modelo exponencial de crescimento das tilápias submetidas aos diferentes níveis de inclusão do suplemento na ração.

Pode-se observar que embora a estimativa do peso inicial (A) do tratamento controle tenha sido superior às demais, sua taxa

GARCIA, SANTOS E MORAES

de crescimento (K) (0,61 g/dia) foi inferior ao grupo alimentado com 2000 mg do suplemento/kg de ração (0,71 g/dia), e essa diferença foi na ordem de 13,8%, demons-

Tabela II. Pesos (g) médios, mínimos e máximos observados nos tanques, desvio padrão (S) dos pesos e fator de ponderação utilizado no ajuste do modelo exponencial. (Average weights (g), minimum and maximum weights observed in the cages, weight standard deviation (S) and weighting factor used on exponential model fit).

Suplemento (mg/kg)	Mês	Repetição	Peso (g)			S	Fator de ponderação
			médio	mínimo	máximo		
0	1	1	29,39	8,00	70,00	13,99	0,005109
		2	44,16	4,00	84,00	21,74	0,002115
		3	44,72	12,00	104,00	21,86	0,002092
	2	1	69,93	14,00	148,00	31,61	0,001001
		2	100,35	10,00	198,00	46,96	0,000454
		3	96,54	14,00	250,00	47,11	0,000451
	3	1	111,99	26,00	230,00	47,37	0,000446
		2	141,36	16,00	316,00	65,09	0,000236
		3	130,91	26,00	300,00	65,88	0,000230
500	1	1	28,01	8,00	60,00	12,33	0,006578
		2	27,34	4,00	58,00	11,52	0,007533
		3	39,60	8,00	94,00	18,56	0,002903
	2	1	65,74	12,00	126,00	29,31	0,001164
		2	65,94	6,00	150,00	32,34	0,000956
		3	96,56	30,00	168,00	32,06	0,000973
	3	1	109,88	32,00	242,00	46,77	0,000457
		2	110,77	20,00	216,00	41,82	0,000572
		3	114,82	18,00	258,00	57,91	0,000298
1000	1	1	24,12	6,00	58,00	11,99	0,006951
		2	29,90	8,00	66,00	11,55	0,007492
		3	37,25	8,00	82,00	18,71	0,002858
	2	1	83,06	11,00	140,00	27,34	0,001338
		2	75,12	22,00	160,00	27,24	0,001348
		3	95,91	16,00	190,00	38,21	0,000685
	3	1	97,40	14,00	258,00	47,38	0,000445
		2	119,63	22,00	244,00	49,87	0,000402
		3	140,72	28,00	298,00	63,75	0,000246
2000	1	1	32,76	4,00	96,00	21,16	0,002234
		2	34,47	4,00	98,00	21,24	0,002216
		3	23,52	4,00	60,00	11,22	0,007948
	2	1	93,15	14,00	230,00	41,69	0,000575
		2	91,04	14,00	192,00	43,06	0,000539
		3	61,00	14,00	146,00	27,95	0,001280
	3	1	127,59	16,00	316,00	66,41	0,000227
		2	143,44	20,00	286,00	63,23	0,000250
		3	92,98	14,00	252,00	47,57	0,000442

MODELO DE CRESCIMENTO EXPONENCIAL PARA TILÁPIAS DO NILO

Tabela III. Estimativas dos parâmetros do modelo exponencial, erro padrão e limites inferior e superior dos intervalos de confiança dos tratamentos. (Estimate parameters of exponential model, standard error and confidence limit of the treatments).

Suplemento (mg/kg)	Parâmetros (erro padrão)		Intervalo de confiança			
	A (g)	K (g/dia)	A		K	
			inferior	superior	inferior	superior
0 mg	20,8862 ^{A*} (0,9946)	0,6128 ^B (0,0214)	18,9128	22,8440	0,5718	0,6556
500 mg	16,6250 ^B (0,7110)	0,6576 ^{AB} (0,0194)	15,2658	18,0186	0,6197	0,6949
1000 mg	16,1860 ^B (0,7397)	0,6918 ^{AB} (0,0210)	14,7697	17,6240	0,6522	0,7323
2000 mg	14,7404 ^B (0,8305)	0,7109 ^A (0,0250)	13,1556	16,3918	0,6629	0,7592

*Estimativas seguidas de letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna, não são iguais pela sobreposição de intervalo de confiança a 5%.

trando que a suplementação alimentar com o maior nível testado elevou a taxa de crescimento das tilápias criadas em tanques-rede.

Poderia-se esperar que o tratamento com 2000 mg/kg de MOS aumentasse a taxa de crescimento dos peixes. Entretanto, a diferença encontrada no peso inicial (parâmetro A) impossibilitou qualquer tipo de comparação entre as taxas de crescimento dos peixes recebendo os diferentes níveis de suplementação devido às relações existentes entre os parâmetros A e K.

O comportamento das curvas, bem como os coeficientes de determinação ajustados (R^2 Aj.) podem ser visualizados na **figura 1**.

Estudo com sea bass *Dicentrarchus labrax* demonstraram que a adição de 200 e 400 mg de MOS/kg de ração elevou o ganho de peso dos peixes (Torrecillas *et al.*, 2007). O mecanismo de ação do MOS é a melhora na utilização de nutrientes da dieta por atuar na redução da carga de bactérias intestinais indesejáveis e aumentar a área de absorção da mucosa (Moran, 2004). O MOS possui o açúcar manana que é reconhecido pelos patógenos, mas são indisponíveis para uso quando estão ligados à forma de oligossacarídeo. Os patógenos são atraídos a se ligarem ao oligossacarídeo e então, tornam-se incapazes de aderirem à mucosa intestinal (McCann *et al.*, 2006). Como observado

em estudo complementar a este, verificou-se resposta positiva na integridade das vilosidades intestinais de tilápias alimentadas com 500, 1000 e 2000 mg deste composto por kg de ração durante 37 dias, com conseqüente melhora na digestibilidade da proteína da ração (Garcia, 2008).

Por outro lado, em ensaio realizado em laboratório (Garcia, 2008), com densidade de estocagem reduzida e condições ambientais controladas, esta resposta não foi observada. O que demonstra que o nível de estresse do animal e o ambiente onde é

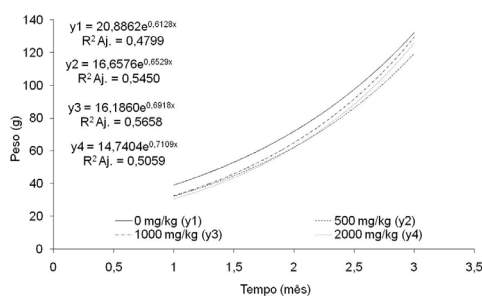


Figura 1. Peso (g) em função do tempo do modelo exponencial de crescimento de tilápias para cada nível de inclusão do suplemento testado (0, 500, 1000 e 2000 mg/kg). (Weight (g) in function of time following the exponential growth model of tilapias in each level of the tested supplementation (0, 500, 1000 and 2000 mg/kg).

criado têm relação direta com a resposta biológica obtida pela adição de prebióticos à dieta, pois em condições não estressantes, supõe-se que a microbiota intestinal esteja em condição de equilíbrio, ou seja, com ou sem o fornecimento de prebióticos as respostas obtidas serão semelhantes. No entanto, quando em condição de estresse, o efeito benéfico do fornecimento de prebióticos sobre a resposta biológica é evidenciado (Mathew *et al.*, 1993; Mosenthin e Bauer, 2000). Estes resultados ressaltam a importância da execução de experimentos de campo em situações reais de estresse para testes de uso de suplementos alimentares.

Por se tratar de um experimento de campo, optou-se por fazer a comparação das curvas de crescimento das repetições dentro de cada tratamento (**tabela IV e figura 2**)

com o objetivo de verificar a confiabilidade dos resultados e se as variáveis não controláveis presentes na piscicultura estariam interferindo no experimento. Verifica-se que, embora houvesse diferença no peso inicial dos animais das repetições dentro de cada tratamento, não se verificou diferença entre a taxa de crescimento K dos peixes exceto no grupo de que recebeu 500 mg do suplemento/kg de ração.

Segundo Bastianelli e Sauvart (1997), diversos fatores podem influenciar a curva de crescimento, dentre eles, a fase de cultivo (idade do peixe), espécie estudada, ambiente de cultivo, densidade de estocagem, variáveis limnológicas e fatores relacionados à alimentação: qualidade do alimento, frequência da alimentação, quantidade oferecida, dentre outras. Desta forma, a ausência de diferença entre as repetições

Tabela IV. Estimativas dos parâmetros do modelo exponencial, erro padrão e limites inferior e superior dos intervalos de confiança das repetições para os diferentes níveis de inclusão do suplemento alimentar. (Estimate parameters of the exponential model, standard error and confidence limits of repetitions to the different levels of feed supplement).

Suplemento mg/kg	Repetição	Parâmetros (erro padrão)		Intervalo de confiança				R ² Aj.
		A	K	A		K		
				inferior	superior	inferior	superior	
0	1	16,03 ^B (1,17)	0,66 ^A (0,03)	13,78	18,33	0,60	0,73	0,5582
	2	26,56 ^A (1,86)	0,5 ^A (0,03)	22,96	30,21	0,52	0,64	0,4660
	3	27,74 ^A (1,92)	0,53 ^A (0,03)	24,06	31,52	0,48	0,60	0,4079
500	1	14,85 ^B (0,88)	0,68 ^A (0,02)	13,11	16,59	0,63	0,74	0,5542
	2	14,19 ^B (0,85)	0,69 ^A (0,02)	12,53	15,88	0,64	0,75	0,5993
	3	26,21 ^A (1,95)	0,54 ^B (0,03)	22,60	30,05	0,47	0,61	0,4738
1000	1	14,50 ^B (1,31)	0,69 ^A (0,04)	12,13	17,09	0,61	0,77	0,5693
	2	15,88 ^B (0,86)	0,69 ^A (0,02)	14,20	17,58	0,65	0,75	0,5980
	3	21,34 ^A (1,60)	0,65 ^A (0,03)	18,32	24,49	0,59	0,72	0,5414
2000	1	19,62 ^A (1,85)	0,65 ^A (0,04)	16,20	23,27	0,58	0,74	0,4811
	2	19,13 ^A (1,59)	0,68 ^A (0,03)	16,07	22,27	0,62	0,76	0,5298
	3	12,65 ^B (0,89)	0,69 ^A (0,03)	10,96	14,41	0,63	0,75	0,5017

*Estimativas seguidas de letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna, não são iguais pela sobreposição de intervalo de confiança a 5%.

MODELO DE CRESCIMENTO EXPONENCIAL PARA TILÁPIAS DO NILO

demonstra que o ambiente da piscicultura em tanque-rede mostra-se adequado à experimentação, pois apesar de possuir inúmeras variáveis ambientais incontroláveis, estas se aplicam a todas as unidades experimentais de forma semelhante, de modo que, a diferença na taxa de crescimento observada deve-se, exclusivamente, aos diferentes níveis de suplementação a que os peixes foram submetidos.

Desta forma, pelo modelo de curvas exponenciais é possível comparar tratamentos. Entretanto, comparações nas taxas de crescimento são possíveis somente quando não se encontram diferenças na estimativa do peso inicial (A). Santos *et al.*

(2008) confirmam a aplicabilidade deste modelo no estudo de comparação de linhagens de tilápia do Nilo criadas em tanques-rede.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem concluir que a adição de suplemento até o nível de 2000 mg/kg de ração não incrementa a taxa de crescimento de tilápias do Nilo criadas em sistema de tanques-rede e que o modelo de curvas exponenciais pode ser usado para comparar a eficiência de diferentes dietas em estudos de nutrição de peixes.

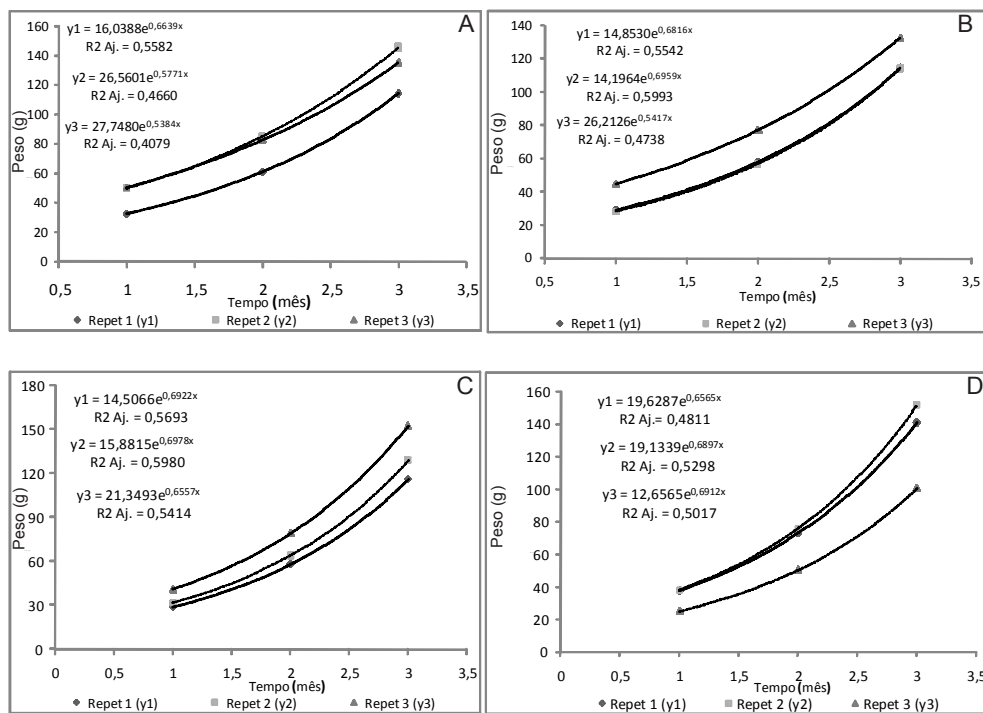


Figura 2. Peso (g) em função do tempo do modelo exponencial de crescimento de tilápias nas diferentes repetições (tanques) em cada nível de inclusão do suplemento testado: A- 0 mg do suplemento/kg de ração; B- 500 mg do suplemento/kg de ração; C- 1000 mg do suplemento/kg de ração e D- 2000 mg do suplemento/kg de ração. (Weight in function of time, following the exponential growth model, of tilapia in the different repetitions (cages) in each level of tested supplementation: A- 0 mg/kg of ration; B- 500 mg/kg; C- 1000 mg/kg and D- 2000 mg/kg).

BIBLIOGRAFIA

- Bastianelli, D. e Sauvant, D. 1997. Modelling the mechanisms of pig growth. *Livest. Prod. Sci.*, 51: 97-107.
- Draper, N.R. and Smith, H. 1998. Applied regression analysis, 3rd ed. Wiley. New York. 706 pp.
- García, M.E.B., Alcalá, A.M., Moya, A.J.L., Bermejo, J.V.D. y Torre, F.S. 1995. Estimación de la curva de crecimiento en vacuno retinto desde el nacimiento hasta el destete. *Arch. Zootec.*, 44: 179-192.
- Garcia, F. 2007. Piscicultura em tanques-rede e a pesquisa de campo. Disponível em ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/piscicultura_tanques_rede.pdf
- Garcia, F. 2008. Suplementação alimentar com β -glucano e mananogossacarídeo para tilápias do Nilo em tanques-rede. Tese de doutorado em Aquicultura. Caunesp. Unesp. Jaboticabal. 100 pp.
- Gatlin III, D.M., Li, P., Wang, X., Burr, G.S., Castille, F. and Lawrence, A.L. 2006. Potential application of prebiotics in aquaculture. En: Avances en Nutrición Acuicola VIII. Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey. Nuevo León. México. pp. 371-376.
- McCann, M.E.E., Newell, E., Preston, C. and Forbes, K. 2006. The use of mannan-oligosaccharides and/or tannin in broiler diets. *Int. J. Poultry Sci.*, 5: 873-879.
- Mathew, A.G., Sutton, A.L., Scheidt, A.B., Patterson, J.A., Kelly, D.T. and Meyerholtz, K.A. 1993. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. *J. Anim. Sci.*, 71: 1503-1509.
- Moran, C.A. 2004. Functional components of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*: applications for yeast glucan and mannan. In: International feed industry symposium, 20. Proceedings... Alltech. Lexington. pp. 280-296.
- Mosenthin, R. and Bauer, E. 2000. The potential use of prebiotics in pig nutrition. In: International symposium on recent advances in animal nutrition. Proceedings... Seoul National University. Seoul. pp. 515-528.
- Oliveira, H.N., Lôbo, R.B. e Pereira, C.S. 2000. Comparação de modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, 35: 1843-1851.
- Roy, M. and Gibson, G.R. 1999. Probiotics and prebiotics. Microbial in menu. <http://www.babelfish.altavista.com/cgi-bm> (21/11/99).
- Santos, V.B., Yoshihara, E., Freitas, R.T.F. and Reis Neto, R.V. 2008. Exponential growth model of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains considering heteroscedastic variance. *Aquaculture*, 274: 96-100.
- Sipauba Tavares, L.H. 1994. Limnologia aplicada a aqüicultura. FUNEP. Jaboticabal. 70 pp.
- Torrecillas, S., Makol, A., Caballero, M.J., Montero, D., Robaina, L., Real, F., Sweetman, J., Tort, L. and Izquierdo, M.S. 2007. Immune stimulation and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. *Fish Shellfish Immun.*, 23: 969-981.
- Welker, T.L., Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Shelby, R. and Klesius, P.H. 2007. Immune response and resistance to stress and *Edwardsiella ictaluri* challenge in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fed diets containing commercial whole cell yeast or yeast subcomponents. *J. Aquacult. Soc.*, 38: 24-32.