0.30612/agrarian.v12i43.9158

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Determinação da curva de crescimento e alometria de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos

Determination of the growth curve and alometry of pacu (Piaractus mesopotamicus), tambaqui (Colossoma macropomum) and its hybrids

Hortência Aparecida Botelho[1], Matheus Hernandes Leira[2], Carlos Cicinato Vieira Melo[2], Marcos Barcellos Café[1], Rilke Tadeu Fonseca de Freitas[2]

[1]Universidade Federal de Goiás – UFG, Escola de Veterinária e Zootecnia, CEP 74690-900, Goiânia- GO. E-mail: hortenciabot@gmail.com
[2]Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Zootecnia, CEP 37200-000, Lavras- MG.

Recebido em: 17/12/2018 Aceito em:15/05/2019

Resumo: Objetivou-se com este trabalho determinar o melhor modelo de curva de crescimento e avaliar o crescimento alométrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos. Os peixes foram cultivados em viveiro de terra dividido em quatro hapas de 6 m x 11 m, permanecendo nestas áreas até atingirem peso médio de 1200 g (final do experimento), perfazendo 271 dias de cultivo. A cada 28 dias, vinte peixes foram pesados e submetidos a avaliação morfométrica. Foram testados os modelos de regressão não linear de Brody, Gompertz, Logístico e von Bertalannfy. O estudo do crescimento alométrico das partes dos peixes foi realizado mediante o modelo da equação exponencial yi = $ax^b\varepsilon i$. Entre os modelos testados o Logístico foi o que apresentou menores valores para AIC e maiores para R^2 em todas as variáveis e grupos genéticos estudados. Observou-se diferença nos valores dos coeficientes alométricos entre os híbridos para todos os componentes do peso corporal, exceto para peso de cabeça. O modelo logístico foi considerado o modelo mais indicado para comparação dos parâmetros de crescimento. Para todos os grupos genéticos, na fase adulta os animais apresentam um desenvolvimento menor de cabeça em relação ao corpo.

Palavras-chave: alométrico, coeficiente, regressão

Abstract: The objective of this work was to determine the growth curve growth and the evaluation of the allometric growth of pacu (*Piaractus mesopotamicus)*, tambaqui (*Colossoma macropomum*) and its hybrids. The fish were cultivated in a dry land nursery and were divided into four wells of 6 mx 11 m, remaining in the average cultivation land of 1200 g (end of the experiment), making 271 days of cultivation. Every 28 days, they were weighed and submitted to a morphometric evaluation. The non-linear regression models of Brody, Gompertz, Logistic and Bertalannfy were tested. The study of the allometric growth of fish parts was obtained using the model of the exponential equation yi = axbεi. Among the tested, Logistic was the one that exhibited the highest values for AIC and higher for R^2 in all variables and genetic groups studied. Observe the difference in coefficient values between benefits for all body weight components, except for head weight. The logistic model was considered more adequate for comparison of the growth parameters. For all genetic groups, the adult stage of animals presents a focus on the body.

Keywords: allometric, coeficiente, regression

Introdução

Dentre as espécies nativas de peixes, os representantes da família dos Serrasalmideos, como o pacu *Piaractus mesopotamicus*, pirapitinga *Piaractus brachypomus* e o tambaqui *Colossoma macropomum*, além de seus híbridos, tambacu (♀tambaqui x ♂pacu) e tambatinga (♀tambaqui x ♂pirapitinga) são os peixes nativos com a maior produção na aquicultura brasileira (Brasil, 2011). Recentes estudos, mostraram que

estas espécies e híbridos possuem alto potencial de rendimento de carcaça (Hashimoto et al., 2013; Costa et al., 2017; Fernandes et al., 2018).

Apesar da constatação de que a produção de híbridos interespecíficos tornou-se uma prática comum nas pisciculturas e de já ter sido demonstrado que a hibridização entre pacu e tambaqui é viável, as alterações no crescimento ponderal, morfométrico e alométrico; no desenvolvimento das gônadas sexuais; nas características de qualidade da carcaça e da carne e reprodutivas advindas da produção de híbridos envolvendo cruzamento entre as espécies pacu, tambaqui e pirapitinga, ainda não foram devidamente estudadas.

As curvas de crescimento representam a descrição em equações matemáticas de fenômenos biológicos, de modo que variáveis quantitativas são tomadas para representar fatores que influenciam o fenômeno, sendo que a informação contida em um número de pontos, dada pelas coordenadas de peso e tempo, pode ser resumida em alguns parâmetros com interpretação biológica, fornecendo estimativas de taxa de crescimento, grau de maturidade e tamanho na maturidade (Laird e Howard, 1967; Rondon, Murakami, e Sakaguti, 2002). Assim, os parâmetros das equações podem auxiliar na pesquisa de exigências nutricionais e na elaboração de modelos a serem utilizados, fornecendo informações sobre o crescimento dos animais (Marcato et al., 2010). As quatro curvas mais aplicadas para representar crescimento em espécies animais são Brody, Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy.

Para fins de cultivo, é crucial conhecer os limites do crescimento, porque o crescimento dos peixes nos sistemas de produção da aquicultura, difere do crescimento dos peixes na natureza. O crescimento depende de vários fatores como consumo, qualidade das rações, densidade de estocagem, sexo, idade, variação genética e demais fatores ambientais, como oxigênio disponível, temperatura e fotoperíodo (Baer et al., 2010; Karlsen et al., 2015).

Como complemento, a avaliação da alometria, ao explicar parte das diferenças quantitativas entre os animais, pode ser um parâmetro eficaz no estudo da carcaça e de seus componentes, permitindo estimar o padrão de desenvolvimento dos cortes de importância econômica nos animais (Garcia et al., 2006).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho determinar o melhor modelo de curva de crescimento e avaliar o crescimento alométrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos.

Material e Métodos

Esse trabalho foi aprovado pelo comitê de ética em experimentação animal da Universidade Federal de Lavras sob protocolo 074/13. Quatro grupos genéticos foram gerados a partir do cruzamento dialélico completo entre pacu e tambaqui, ou seja, produtos do encontro de gametas de fêmea e macho pacu (pacu - PC); fêmea e macho tambaqui (tambaqui - TQ), fêmea tambaqui e macho pacu (tambacu - TC) e fêmea pacu e macho tambaqui (paqui - PQ).

Os peixes foram cultivados em viveiro de terra preparado e dividido em quatro hapas de 6 m x 11 m, permanecendo nestas áreas até atingirem peso médio de 1200 g (final do experimento), perfazendo 271 dias de cultivo. Neste período foram alimentados com ração comercial extrusada específica para as fases de crescimento e terminação, com 45 e 32 % de PB, respectivamente. A ração foi fornecida de acordo com a biomassa de cada grupo genético, que variou de 18 % na primeira semana a 1 % na última semana.

Os parâmetros de qualidade de água como temperatura, pH e oxigênio dissolvido foram monitorados diariamente. Vinte peixes foram amostrados a cada 28 dias, os quais foram, após jejum de 24 horas, anestesiados com 2-fenoxetanol, insensibilizados e abatidos com uso de uma faca inox de 20 cm de comprimento, a qual foi introduzida por um dos opérculos do peixe na posição de 30º, até atingir a medula realizando-se imediatamente a secção da mesma, conforme proposto por Pedrazzani et al., (2007). Em seguida, os peixes foram pesados e submetidos à avaliação morfométrica (Figura 1).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

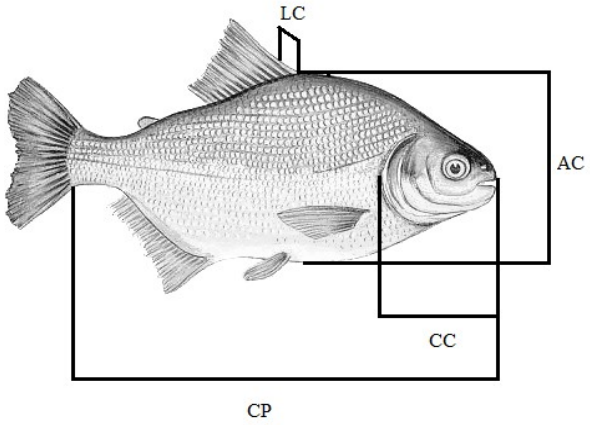

Figura 1. Medidas morfométricas realizadas em um exemplar de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Comprimento Padrão (CP), Comprimento de Cabeça (CC), Altura Corporal (AC) e Largura Corporal (LC).

Utilizando-se um ictiômetro e paquímetro foram medidos o comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal); comprimento de cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo; altura do corpo (AC) medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsal; largura do corpo (LC) tomada na região do 1º raio das nadadeiras dorsal.

Foram testados os modelos de regressão não linear de Brody, Gompertz, Logístico e von Bertalannfy, que melhor descreve o crescimento de cada grupo genético para cada variável avaliada (Tabela 1).

Tabela 1. Funções não lineares utilizadas

Funções	Equações
Brody	$A\ (1- B\ e^{-kt})$
Gompertz	$A\ exp\ (- B\ e^{-kt})$
Logístico	$A\ (1 + B\ e^{-kt})^{-1}$
von Bertalanffy	$A\ (1 - B\ e^{-kt})^{3}$

Fonte: Brown et al. (1976) adaptado por Santos et al. (2007).

Nestes modelos, "A" é valor assintótico ou valor máximo para a variável dependente, entretanto quando este valor não é atingido, ele é representado pelos últimos valores aferidos (Freitas, 2007); "B" é constante de integração e seus valores não possuem uma interpretação biológica, porém é importante para modelar a curva sigmoidal, desde o nascimento até a idade adulta, sendo seu sinal (positivo ou negativo) indicativo do sentido da curva (Freitas, 2005; Gomieiro et al., 2009); "e" a base do logaritmo natural; "K" a taxa de crescimento relativo ao valor máximo ou taxa de maturidade, que é a relação entre a taxa de crescimento relativo da variável estudada e o valor desta quando o animal atinge a maturidade, assim quanto maior o valor de K, mais precoce é o animal (Mazzini et al., 2005); t a variável independente, ou seja, a idade de cada animal. Para a escolha do modelo que melhor descrevesse o crescimento das variáveis, durante o período experimental, foi utilizado o coeficiente de determinação e o critério de Akaike (AIC).

O estudo do crescimento alométrico das partes dos peixes foi realizado mediante o modelo da equação exponencial $yi = ax^{b}\varepsilon i$ e sua transformação logarítmica em um modelo linear, $lnY = lna + blnX + \varepsilon i$. Sendo: **yi,** o peso da parte de cada peixe, i =1, 2,..., n; **xi**, o peso de cada peixe; **a,** intercepção do logaritmo da regressão linear sobre "y"; **b,** o coeficiente de crescimento relativo ou coeficiente de alometria; **εi,** o erro multiplicativo.

O intervalo de confiança foi utilizado como ferramenta para verificar se "b" estaticamente não difere de 1. Se b = 1, o crescimento será denominado isogônico, indicando que as taxas de desenvolvimento de "X" e "Y" são semelhantes no intervalo de crescimento considerado. Quando $b \neq 1$, o crescimento será chamado heterogônico, sendo positivo ($b > 1$), parte de desenvolvimento tardia; ou negativo ($b < 1$), parte de desenvolvimento precoce.

As análises foram realizadas utilizando o pacote computacional SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas, versão 9.0).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Resultados e Discussão

Em todos os grupos genéticos, o peso corporal e as medidas morfométricas em função da idade ajustaram-se adequadamente aos modelos testados, pois apresentaram alto coeficiente de determinação (R^2 > 80,00) e valores mais baixos para o critério de Akaike (AIC) (Tabela 2).

Entre os modelos testados o Logístico foi o que apresentou menores valores para AIC e maiores para R^2 em todas as variáveis e grupos genéticos estudados. Portanto, foi o modelo que melhor se ajustou aos dados e assim o mais indicado para comparação dos parâmetros de crescimento. Avaliando o crescimento de camarão-d'água-doce, rã pimenta, coelho, frango, ovino, caprino, suíno e bovino, Freitas (2005) concluiu que o modelo logístico seguido do modelo Von Bertalanffy foi um dos mais versáteis para ajustar dados de crescimento das espécies animais estudadas. Allaman et al. (2014) observaram que o modelo logístico é o mais indicado para avaliar o crescimento e peso corporal de quatro variedades de tilápia. Avaliando o crescimento de tilápia Chitralada e Supreme, Santos et al. (2007) concluiram que os modelos Gompertz e Von Bertalanffy foram os que melhor descreveram o crescimento morfométrico em relação ao peso corporal.

Tabela 2. Cálculo da informação de Akaike (AIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico e von Bertalanffy para as variáveis peso corporal, comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura corporal (AC) e largura corporal (LC) dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui

Grupos	Variáveis	Brody		Gompertz		Logístico		von Bertalanffy	
		AIC	R^2	AIC	R^2	AIC	R^2	AIC	R^2
Pacu	Peso	2.756	90,28	2.659	93,67	2.626	94,55	2.679	93,08
Paqui		2.816	84,39	2.753	88,22	2.739	88,91	2.761	87,77
Tambacu		2.879	88,51	2.766	93,06	2.735	93,95	2.781	92,56
Tambaqui		2.879	88,51	2.766	93,06	2.735	93,95	2.781	92,56
Pacu	CP	750	95,71	716	96,31	689	96,72	727	96,13
Paqui		832	93,63	806	94,31	785	94,84	815	94,1
Tambacu		749	96,67	734	96,89	730	96,94	738	96,83
Tambaqui		855	95,17	820	95,87	795	96,31	831	95,67
Pacu	CC	216	90,76	207	91,13	201	91,37	210	91,01
Paqui		272	92,54	261	92,91	252	93,16	264	92,8
Tambacu		290	93,66	282	93,86	281	93,9	284	93,81
Tambaqui		377	93,39	353	94,05	335	94,51	361	93,86
Pacu	AC	513	94,18	482	94,93	455	95,5	492	94,7
Paqui		704	86,26	685	87,4	666	88,39	691	87,03
Tambacu		640	91,82	615	92,66	593	93,35	623	92,4
Tambaqui		633	93,11	591	94,27	554	95,15	605	93,91
Pacu	LC	150	90,77	117	92,01	89	92,95	128	91,63
Paqui		252	80,21	233	81,81	216	83,16	239	81,3
Tambacu		196	83,63	182	84,63	169	85,44	186	84,32
Tambaqui		300	82,35	282	83,73	269	84,70	288	83,32

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

De acordo com os resultados obtidos, os quatro grupos genéticos estudados apresentaram comportamento semelhante de crescimento tanto para peso corporal, como para as medidas morfométricas. Os modelos não-lineares podem ser utilizados para descrever o crescimento do animal ao longo do tempo, possibilitando avaliar os fatores genéticos e de ambiente que influenciam a forma da curva de crescimento e, desse modo, alterá-la por meio de seleção. Além disso, pode-se obter, com isto, o conhecimento preciso de, por exemplo, taxas de crescimento, taxas de ganho e graus de maturidade em qualquer estágio de desenvolvimento do animal, que são fatores importantes na avaliação de desempenho produtivo e econômico da criação.

Os coeficientes de alometria (β) dos pesos de vísceras, cabeça, filé, costela, pele e resíduos em função do peso do peixe, de acordo com os grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre pacu e tambaqui, são apresentados na Tabela 3.

A partir do peso corporal, foram determinadas equações de regressão para estimar os desenvolvimentos relativos de vísceras, cabeça, filé, costela, pele e resíduo. Os coeficientes alométricos variaram em função do grupo genético e para todos os componentes avaliados. As vísceras apresentaram coeficientes alométricos que caracterizam crescimento isogônico (β=1) para todos os grupos genéticos, exceto para o PQ, que apresentou crescimento heterogônico positivo (β>1) e, portanto neste grupo genético o peso das vísceras cresceu em maior proporção que o peso corporal, enquanto que nos outros grupos estes crescimentos se deram na mesma proporção.

Tabela 3. Coeficientes de alometria dos pesos de vísceras, cabeça, filé, costela, pele e resíduos em função do peso do peixe, de acordo com os grupos genéticos obtidos do cruzamento dialélico interespecífico entre pacu e tambaqui.

Grupo		Coeficientes de Alometria (b)				
Genético	Vísceras	Cabeça	Filé	Costela	Pele	Resíduos
Puros						
PC	1,012	0,803*	1,158*	0,974	1,064*	0,956
TQ	0,938	0,902*	1,056*	1,007	1,112*	1,078*
Híbridos						
TC	0,981	0,840*	1,016	0,994	0,979	1,240*
PQ	1,147*	0,817*	1,123*	0,938*	1,122*	0,938*

PC, TQ, TC e PQ são os grupos genéticos Pacu (♀pacu x ♂pacu), Tambaqui (♀tambaqui x ♂tambaqui), Tambacu (♀tambaqui x ♂pacu) e Paqui (♀pacu x ♂tambaqui), respectivamente. b ≠ 1 pelo teste de T a 95% de probabilidade (crescimento heterogônico positivo, b<1, e negativo, b>1).

Em todos os grupos genéticos, os coeficientes alométricos para peso de cabeça foram menores que um (P<0,05), indicando crescimento heterogônico negativo, revelando que tanto nos puros como nos híbridos a cabeça cresceu em menor proporção em relação ao peso corporal. Entretanto, observou-se que esse crescimento em menor proporção é menos acentuado no TQ, cujo valor de β (0,902) é o que mais se aproxima de um.

O crescimento alométrico do filé foi isogônico no TC e heterogônico positivo nos demais grupos genéticos, sendo este mais acentuado no PC (1,158) e PQ (1,123). Isto significa que nestes grupos quanto maior o peso corporal maior foi a proporção de filé. Com relação ao crescimento da costela, este foi heterogônico negativo no PQ e isogônico nos demais grupos genéticos, ou seja, o peso da costela cresceu em menor proporção ao peso corporal no PQ, e nos demais ele cresceu na mesma proporção. Assim, os peixes dos grupos genéticos PC, TQ e TC mantiveram constante a proporção de costela durante todo o período de crescimento.

A pele cresceu em maior proporção que o peso corporal em quase todos os grupos genético estudados, exceto para o TC que apresentou crescimento alométrico isogônico (β=1) para este componente corporal.

À medida que aumentou o peso corporal, a proporção de resíduos produzidos no processamento do pescado foi maior no TQ e TC (heterogônico positivo), menor PQ (heterogônico negativo) e a mesma no PC (isogônico).

Exceto para peso de cabeça, observou-se diferença nos valores dos coeficientes alométricos entre os híbridos para todos os componentes do peso corporal, indicando que a proporção na qual cresce cada componente no híbrido produzido pelo cruzamento interespecífico de pacu e tambaqui, depende de qual das espécies foi usada como fêmea ou macho no acasalamento. Assim, por exemplo, o híbrido oriundo de fêmeas pacu apresentou crescimento heterogônico para filé, enquanto que no hibrido produzido a partir de fêmeas tambaqui o crescimento do filé foi isogônico.

Houve diferença ($p<0,05$) para o crescimento alométrico de vísceras do paqui com ($b>1$), indicando que este grupo é heterogogônico e os demais grupos são isogônicos. Para coeficiente alométrico de cabeça todos os grupos genéticos foram heterogônicos negativos ($b<1$). O coeficiente alométrico para o filé dos grupos genéticos do pacu, tambaqui e paqui foram heterogônicos positivos ($b>1$), apenas o grupo do tambaqui foi isogônico. Em relação à costela apenas o paqui foi heterogônico negativo ($b<1$). Para pele o pacu e o tambaqui foram heterogônicos positivos ($b>1$) e para resíduos os grupos genéticos foram diferentes, onde o pacu foi isogônico ($b = 1$) o tambaqui e o tambacu foram heterogônicos positivos (($b>1$) e o paqui heterogônico negativo ($b < 1$).

Nos grupos genéticos estudados, o paqui e o tambacu devem ser abatidos com pesos mais elevados, por garantirem maior desenvolvimento de costela e filé. Os demais grupos não têm seu rendimento de costela determinado pelo peso de abate.

Observa-se que neste experimento os grupos genéticos do PC, TQ, TC e PQ diferiram alometricamente apresentando crescimento heterogônico negativo para cabeça, significando que na fase adulta apresentam desenvolvimento menor de cabeça em relação ao corpo. E com crescimento heterogônico positivo para filé e costela são isogônicos exceto o paqui que é heterogônico negativo, mostrando assim que as partes comestíveis apresentam crescimento favorável a melhoria das porções de costela e filé. Assim, estudos de padrões de crescimento alométrico fornecem informações de como os peixes se desenvolvem em relação aos fatores ambientais (Gagnat et al., 2016).

Os diferentes grupos genéticos possuem padrões diferenciados de crescimento, e isso pode ser estudado alometricamente, não levando em consideração o tempo necessário para o peixe alcançar um determinado peso e sim a determinação de relações do peso do animal com o peso de outras partes do organismo. O estudo alométrico explica diferenças quantitativas produzidas nas distintas fases da vida dos animais, passando a ser uma forma eficaz para o estudo de suas carcaças.

Conclusão

O modelo logístico foi considerado o modelo mais indicado para comparação dos parâmetros de crescimento. Para todos os grupos genéticos, na fase adulta os animais apresentam um desenvolvimento menor de cabeça em relação ao corpo. Dessa forma, as partes comestíveis apresentam crescimento favorável a melhoria das porções de costela e filé.

Referências

ALLAMAN I.B.; REIS NETO R.V.; FREITAS R.T.F.; ROSA P.V.; LAGO A.A.; COSTA A.C. Deposition of bodily chemical components in the carcass of tilapia (*Oreochromis* sp.) strains. **Ciência e Agrotecnologia,** v.38, n.5, p.487-496, 2014.

BAER,A.; SCHULZ,C.; TRAULSEN,I.; KRIETE R, J. Analysing the growth of turbot (*Psetta maxima*) in a commercial recirculation system with the use of three different growth models. **Aquaculture International**, v. 19, n.3, p. 497– 511, 2010.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim estatístico da pesca e aquicultura*. Brasília, 60 p. 2011.

COSTA, A. C., BALESTRE, M., BOTELHO, H. A., FREITAS, R. T. F., GOMES, R. C. S., CAMPOS, S. A. S., … MENDONCA, M. A. C. Imputation of genetic composition for missing pedigree data in Serrasalmidae using morphometric data. **Scientia Agricola**, v. 74, n.6, p. 443–449, 2017.

FERNANDES, E. M., ALMEIDA, L. C. F., HASHIMOTO, D. T., LATTANZI, G. R., GERVAZ, W. R., LEONARDO, A. F., NETO, R. V. R. Survival of purebred and hybrid Serrasalmidae under low water temperature conditions. **Aquaculture**, v. 497, p. 97–102, 2018.

FREITAS, A. R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 786-795, 2005.

FREITAS, ALFREDO RIBEIRO DE. **Estimativas de curvas de crescimento na produção animal.** São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. – (Embrapa Pecuária Sudeste. Documento, 68).

GAGNAT, M.R.; WOLD, P.A.; BARDAL, T.; OIE, G.; KJORSVIK. Allometric growth and development of organs in ballan wrasse (*Labrus bergylta* Ascanius, 1767) larvae in relation to diferente live prey diets and growth rates. **Biology Open**, v.5, n.9, p.1241-1251, 2016.

GARCIA, I. F. F.; PEREZ, J. R O.; BONAGURIO, S.; SANTOS, C.L. Estudo alométrico dos cortes de cordeiros Santa Inês puros e cruza. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1416-1422, 2006.

GOMIERO, J.S.G.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, V.B.; SILVA, F.F.; RODRIGUES, P.B.; LOGATO, P.V.R. Curvas de crescimento morfométrico de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 882-889, 2009.

HASHIMOTO, D. T., PRADO, F. D., SENHORINI, J. A., FOREST, F., & PORTO-FORESTI, F. Detection of post-F1 fish hybrids in broodstock using molecular markers: Approaches for genetic management in aquaculture. **Aquaculture Research**, v. 44, n.6, p. 876–884, 2013.

KARLSEN, O.; VAN DER MEEREN, T.; RØNNESTAD, I.; MANGOR-JENSEN, A.; GALLOWAY, T. F.; KJØRSVIK, E. ;HAMRE, K. Copepods enhance nutritional status, growth and development in Atlantic cod (*Gadus morhua L.*) larvae - can we identify the underlying factors**? PeerJ,** v. 19, n. 3, p.902, 2015.

LAIRD, A. K.; HOWARD, A. Growth curves in inbred mice. **Nature**, v. 213, p. 786-788, 1967.

MARCATO, S. M.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; SIQUEIRA, J. C.; DOURADO, L. R. B.; FREITAS, E. R. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1082-1091, 2010.

MAZZINI, A.R.A.; MUNIZ, J.A.; SILVA, F.F.; AQUINO, L.H. Curva de crescimento de novilhos Hereford: heterocedasticidade e resíduos autorregressivos. **Ciência Rural**, v.35, n. 2, p.422-427, 2005.

PEDRAZZANI, A. S.; MOLENTO, C. F. M.; CARNEIRO, P. C. F.; CASTILHO, M. F. Senciência e Bem-estar de peixes: Uma Visão de Futuro do Mercado Consumidor. **Panorama da Aquicultura**, v. 102, p.24-29, 2007.

RONDON, E. O. O.; MURAKAMI, A. E.; SAKAGUTI, E. S. Modelagem computacional para produção e pesquisa em avicultura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, p. 199-207, 2002.

SANTOS V.B., FREITAS R.T.F., SILVA F.F. FREATO T.A. Evaluation of morhometric growth curves of tilapia of Nilo (*Oreochromis niloticus*) strains. **Ciência e Agrotecnologia,** v. 31, n.5, p. 1486-1492, 2007.