

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**DESEMPENHO E CURVA DE CRESCIMENTO DE
CACHARA E DO HÍBRIDO CACHAPINTA**

Letícia Emiliani Fantini

CAMPO GRANDE, MS
2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**DESEMPENHO E CURVA DE CRESCIMENTO DE CACHARA E DO
HÍBRIDO CACHAPINTA**

**PERFORMANCE AND GROWTH CURVE OF CACHARA AND HYBRID
CACHAPINTA**

Letícia Emiliani Fantini

**Orientador: Prof. Dr. Jayme Aparecido Povh
Coorientador: Prof. Dr. Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho**

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

**CAMPO GRANDE, MS
2018**

Dedicatória

Dedico aos meus pais Olívia Aparecida Soares Fantini e Adalberto Fantini. Vocês proporcionaram que meu sonho se tornasse realidade, emprestaram-me seu amor para que eu pudesse existir. Mais que isso, trabalharam sacrificando seus sonhos em favor dos meus. Por tudo, sou infinitamente grata.

Certificado de aprovação

LETÍCIA EMILIANI FANTINI

Desempenho e curva de crescimento de cachara e hírido cachapinta

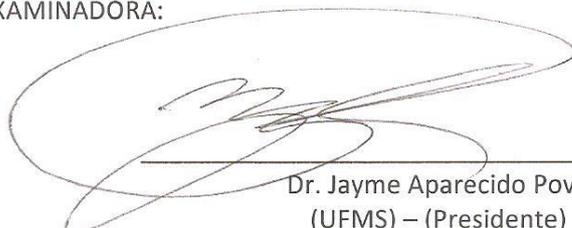
Performance and growth curve of cachara and hybrid cachapinta

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de doutora em Ciência Animal.

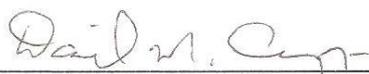
Área de concentração:
Produção Animal.

Aprovado(a) em: 27-04-2018

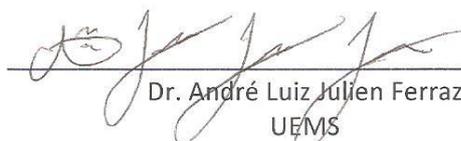
BANCA EXAMINADORA:



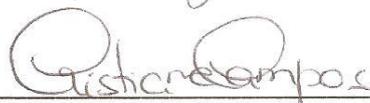
Dr. Jayme Aparecido Povh
(UFMS) – (Presidente)



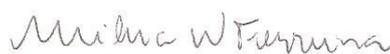
Dra. Daniele Menezes Albuquerque
UFGD



Dr. André Luiz Julien Ferraz
UEMS



Dra. Cristiane Fátima Meldau de Campos Amaral
UEMS



Dra. Milena Wolff Ferreira
UCDB

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado força nas horas mais difíceis, ajudando-me a não desistir. ‘A fé em Deus nos faz crer no incrível, ver o invisível e realizar o impossível’.

Ao Dr. Jayme Aparecido Povh pela orientação, confiança, estímulo, críticas, auxílio, paciência, encorajamento, demonstrado durante a realização deste trabalho. O professor Jayme soube dar-me espaço e liberdade para escolher e decidir o meu próprio caminho.

Ao meu coorientador Dr. Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho, por me ter mostrado outros horizontes e me ter ajudado a ver mais longe, a resolver dúvidas e a descobrir soluções.

Aos membros da banca de qualificação: Prof. Dr. Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho, Prof. Dr. André Luiz Julien Ferraz e Profa. Dra. Cristiane Meldau de Campos, que contribuíram com correções e sugestões para melhoria deste trabalho.

Aos membros da banca de defesa: Prof. Dr. Jayme Aparecido Povh, Prof. Dr. André Luiz Julien Ferraz, Profa. Dra. Cristiane Meldau de Campos, Prof. Dra. Daniele Menezes Albuquerque e Prof. Dra. Milena Wolff Ferreira. Foi um prazer poder receber contribuições de vocês em minha Tese. Elogios, críticas, e sugestões foram essenciais.

À Profa. Dra. Marina que disponibilizou seu laboratório, e a técnica Samara Miaki no auxílio da realização de análises de qualidade de carne.

Ao senhor Adão Bileco pela parceria para realização deste trabalho em um ambiente de condições reais de produção e colaboração na pesquisa científica.

Aos colegas de pós-graduação Luana, André Nunes, André Nascimento, Guilherme Seraphim, Thiago Martins, Rebeca, Jhonatham e Laice.

Aos colegas do grupo de Pesquisa AQUIMS Thayane, Yasmim, Silvia, Nathalia, Bruna, Louise, Lucas, Belisa, João Pedro, Marcão, Everton, Antônio, Guilherme kinjo. Sem vocês com certeza a finalização deste trabalho não teria ocorrido.

Ao Dr. Jorge Lara, alunos e técnicos do Laboratório de carnes da EMBRAPA-Corumbá, onde foram realizadas as análises de qualidade de carne.

Aos funcionários Eliezer e Jacaré da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Unidade de Campo Grande, pelo apoio no setor de piscicultura, compartilhando seus conhecimentos e experiências.

Aos coordenadores e funcionários da Pós-Graduação, pelo suporte e confiança sempre.

Á Capes por ter me concedido uma bolsa de estudo para fazer uma parte da minha formação do doutorado no exterior.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, por ter me proporcionado a grande experiência de realizar uma pesquisa fora do país. Momento incrível que levarei para o resto da minha vida. Oportunidade que, sem dúvidas, mudou a minha vida.

Ao Dr. Fernando Kubitz, Dr. Terry Hanson (meu supervisor no exterior) e Dr. Jesse Chappel, e Dr. Karen Veverica por terem me recebido, confiado em mim e acreditado na minha capacidade.

Aos novos colegas que fiz em Auburn e a Universidade de Auburn – Estados Unidos da América- EUA por ter me acolhido e me dado a oportunidade de aprender com eles uma segunda língua, uma nova cultura.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho. A execução de uma Tese não é exclusivamente uma tarefa solitária. Para a sua concretização convergem

inúmeras vontades que, num esforço coletivo, me permitiram chegar ao fim, que será apenas um novo começo! Essa frase esteve na minha dissertação de mestrado e agora na minha tese de Doutorado, e refletindo sobre este momento percebo que estou apenas em um novo começo!

Paciência, Fé e Recompensa!
Jó 42:15

Resumo

FANTINI, L.E. Desempenho e curva de crescimento de cachara e do híbrido cachapinta. 2018. 56 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

Atualmente são produzidos diferentes híbridos com o gênero *Pseudoplatystoma*, revelando grande diferença nos grupos genéticos produzidos, os quais podem refletir em diferentes resultados de desempenho e crescimento. O objetivo com este estudo foi comparar o desempenho zootécnico e a curva de crescimento do cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) com o híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*) produzidos em tanques-rede. O experimento foi conduzido por 216 dias, usando tanques-rede alocados em uma represa de uma fazenda comercial. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (cachara e híbrido) com três repetições, sendo as unidades experimentais tanques-rede de 13,5 m³. O peso médio dos peixes no início do experimento foi de 75,00 ± 0,004 g e 85,00 ± 0,001 g para cachara e híbrido, respectivamente. Três tanques-rede foram estocados com 144 cacharas e outros três tanques-rede foram alocados 127 híbridos cachapinta. O diferente número de peixes em cada grupo genético foi ajustado para que o experimento iniciasse com a mesma biomassa em todos os tanques-rede. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia com ração extrusada para peixes carnívoros. Os resultados deste experimento foram ajustados para uma densidade de 135 peixes por tanque-rede por grupo genético. Na comparação do desempenho entre os grupos genéticos para as várias variáveis dependentes foi utilizado o Teste-t de Student presumindo variâncias equivalentes. Não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas (P>0,05) entre os grupos genéticos (cachara e híbrido). Os valores médios para peso final foram de 1,637 ± 0,24 kg (cachara) e 1,556

$\pm 0,09$ kg (híbrido), biomassa final foram de $199,43 \pm 51,43$ kg (cachara) e $185,35 \pm 18,66$ kg (híbrido), ganho de biomassa de $189,28 \pm 51,75$ kg (cachara) e $173,81 \pm 19,38$ kg (híbrido), sobrevivência de $84,74 \pm 9,89$ % (cachara) e $92,97 \pm 5,63$ % (híbrido), conversão alimentar aparente de $3,34 \pm 1,04$ kg (cachara) e $3,15 \pm 0,47$ (híbrido). Deste resultado conclui-se que o cachara e o híbrido cachapinta, produzidos em tanque-rede apresentam o mesmo desempenho zootécnico. Para a comparação da curva de crescimento das características morfométricas de cada grupo genético, o modelo exponencial foi usado. Não houve diferença nas curvas de crescimento entre o cachara e o híbrido cachapinta para as características de peso, altura do corpo, largura do corpo, comprimento da cabeça (melhor modelo M4 – parâmetros A e K semelhantes). O modelo completo (M1) foi utilizado para descrever a largura da cabeça, onde A (1,74) foi menor ($P < 0,05$) e K (0,00499) maior no cachara em comparação com o híbrido (A: 1,94; K: 0,00441). O perímetro do corpo foi melhor ajustado com o modelo M3, na qual apenas o parâmetro A (6,75) foi maior ($P < 0,05$) no cachara em relação ao cachapinta (A: 5,87). Ambos grupos genéticos apresentam características de crescimento semelhantes, exceto a taxa de crescimento da característica morfométrica largura da cabeça e o tamanho inicial da característica perímetro que é maior no cachara.

Palavras-chave: crescimento; modelo exponencial; *Pseudoplatystoma*; surubim; tanque-rede

Abstract

FANTINI, L.E. Performance and growth curve of cachara and hybrid cachapinta. 2018. 56f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2012.

Currently, different hybrids are produced with the genre *Pseudoplatystoma*, revealing great differences in the genetic groups produced, which may reflect different performance and growth results. The objective of this study was to compare the performance and the growth curve of the cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) with the hybrid cachapinta (*P. reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*) produced in cages. The experiment was conducted for 216 days, using cages allocated to a dam on a commercial farm. The experimental design was a completely randomized design with two treatments (cachara and hybrid) with three replicates, and the experimental units were 13.5 m³ cages. The average fish weight at the beginning of the experiment was 75.00 ± 0.004 g and 85.00 ± 0.001 g for cachara and hybrid, respectively. Three cages were stocked with 144 cacharas and another three cages were stocked with 127 hybrid cachapintas. The different numbers of fish in each genetic group were adjusted so that the experiment started with the same biomass in all the cages. The fish were fed twice a day with extruded feed for carnivorous fish. The results of this experiment were adjusted to a density of 135 fish per cages per genetic group. In the comparison of performance between the genetic groups for the various dependent variables, the Student's t-Test was used, assuming equivalent variances. No significant differences were found for the analyzed variables (P> 0.05) between the genetic groups (cachara and hybrid). The mean values for final weight were 1.637 ± 0.24 kg (cachara) and 1.556 ± 0.09 kg (hybrid), final biomass was 199.43 ± 51.43 kg (cachara) and 185.35 ± 18, 66 kg (hybrid), biomass gain was 189.28 ± 51.75 kg (cachara) and 173.81 ± 19.38 kg

(hybrid), survival was $84.74 \pm 9.89\%$ (cachara) and $92, 97 \pm 5.63\%$ (hybrid), apparent feed conversion was 3.34 ± 1.04 kg (cachara) and 3.15 ± 0.47 (hybrid). From this result, it was concluded that the cachapinta and the hybrid cachapinta, produced in cages had the same performance. For the comparison of the growth curve of the morphometric characteristics of each genetic group, the exponential model was used. There was no difference in growth curves between the cachara and the cachapinta hybrid for the characteristics of weight, body height, body width, head length (best model M4 - similar parameters A and K). The complete model (M1) was used to describe head width, where A (1.74) was lower ($P < 0.05$) and K (0.00499) higher in the cachara compared to the hybrid (A: 1.94: K: 0.00441). The perimeter of the body was better fitted with the model M3, in which only the parameter A (6.75) was larger ($P < 0.05$) in the cachara than in the cachapinta (A: 5.87). Both genetic groups exhibit similar growth characteristics, except for the growth rate of the morphometric characteristic of the head width and the initial size of the perimeter characteristic that is higher in the cachara.

Keywords: cages; exponential model, growth; *Pseudoplatystoma*; surubim

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	01
REVISÃO DE LITERATURA.....	02
<i>Produção de peixes</i>	02
<i>Pseudoplatystoma</i>	04
<i>Desempenho zootécnico e Curva de crescimento de surubins</i>	09
REFERÊNCIAS.....	13
ARTIGO 1 – Desempenho zootécnico do cachara e híbrido cachapinta.....	19
Resumo.....	19
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	24
Conclusão.....	27
Agradecimentos.....	27
REFERÊNCIAS.....	27
ARTIGO 2 – Curva de crescimento do cachara (<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>) e do híbrido cachapinta (<i>P. reticulatum x Pseudoplatystoma corruscans</i>).....	30
Resumo.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos.....	33
Resultados.....	37
Discussão.....	40
Conclusão.....	45
Agradecimentos.....	45
REFERÊNCIAS.....	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
APÊNDICES.....	52

INTRODUÇÃO

Os híbridos atualmente produzidos a partir de espécies nativas portam algumas questões não respondidas tanto por produtores, quanto por pesquisadores. São realmente mais produtivos que seus progenitores, ou o manejo utilizado atualmente que não é adequado para as especificidades de certas espécies, não permitindo assim a expressão de seu potencial zootécnico. Segundo Bartley et al. (2001) a utilização de híbridos na piscicultura pode proporcionar maior resistência a doenças, maior qualidade de carne, comportamento menos agressivo.

No processo de produção de peixes pode ocorrer interação genótipo-ambiente, sendo que em determinadas situações o híbrido pode apresentar melhores características zootécnicas em comparação as espécies puras (BENTSEN et al., 2012), mas em outras situações isso pode não ocorrer (KHAW et al. 2012; FANTINI et al., 2017). De acordo com GJEDREM e BARANSKI (2009), é muito difícil prever de forma sistemática os resultados que serão obtidos com os híbridos (porque eles são férteis).

Estudos realizados com channel catfish (*Ictalurus punctatus*) e catfish híbrido (*I. punctatus* x *Ictalurus furcatus*), mostram que o híbrido apresenta crescimento superior ao channel catfish (em experimentos de alta densidade), ocorrendo interações genótipo-ambiente para taxas de crescimento em tanque-rede e viveiros (DUNHAM et al., 1990). Entretanto, há escassez de trabalhos com híbridos de *Pseudoplatystoma* mostrando resultados semelhantes aos relatados com catfish, neste caso, não há informações científicas sobre melhor crescimento dos híbridos de *Pseudoplatystoma*.

Atualmente são produzidos diferentes surubins (pintado, cachara e seus híbridos) IBGE (2017), isso pode refletir em diferentes resultados de desempenho e crescimento. Dessa forma o objetivo com este estudo foi comparar o desempenho zootécnico e a

curva de crescimento do cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e do híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*) produzidos em tanques-rede.

REVISÃO DE LITERATURA

Produção de peixes

A produção total da aquicultura brasileira no ano de 2016 foi de 580.070 toneladas, sendo 507.122 toneladas oriundas da piscicultura, o que representa um aumento de 4,94% em relação ao ano anterior (IBGE, 2017). Segundo dados da FAO (2016), a aquicultura mundial vem crescendo cada vez mais a cada ano quando comparado com a pesca. Este fato está associado principalmente à redução nos estoques naturais destes organismos.

Em 2016, o peixe mais produzido no Brasil foi a tilápia com 239.090 toneladas, seguida do tambaqui que teve uma produção de 136.992 toneladas (Figura 1). Entre os peixes mais produzidos está também o grupo dos surubins (*Pseudoplatystoma* spp.), ocupando a quinta posição no ranking nacional, sendo a região Centro-Oeste responsável pela maior produção dessa espécie (IBGE, 2017).

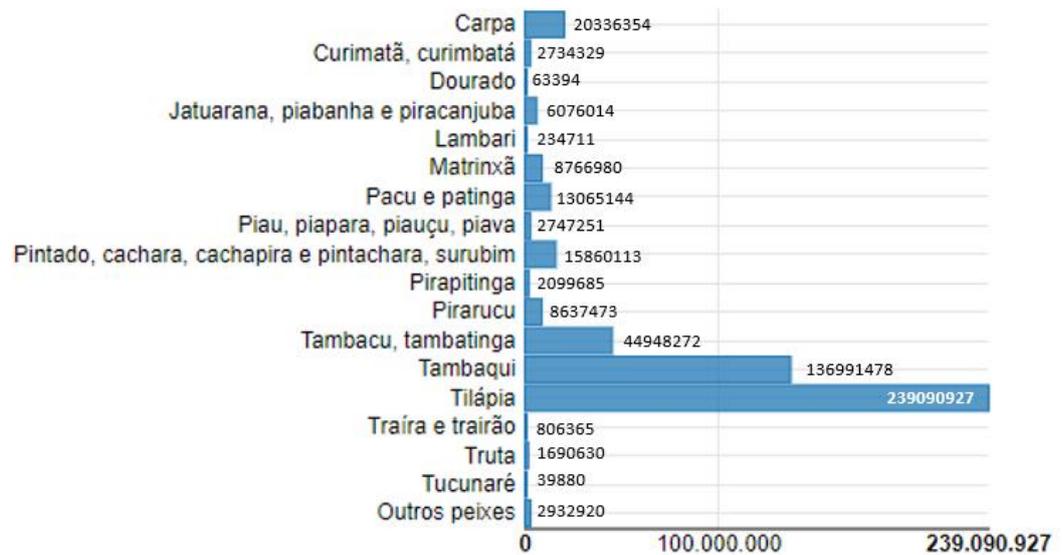


Figura 1. Produção (kg) dos principais peixes do Brasil no ano de 2016.

Fonte: IBGE, 2017

O Brasil está entre os quatro maiores produtores de tilápia do mundo, superando a barreira das 357 mil toneladas, sendo que o aumento da produção de tilápia fez com que a produção total da piscicultura brasileira chegasse perto de 700 mil toneladas em 2017, com crescimento de 8% em relação ao ano anterior (PEIXE BR, 2018).

Entre as regiões produtoras de peixe do Brasil, a região Sul está na liderança (178.500 toneladas), seguido da região Norte (164.500 toneladas) e ocupando a terceira posição, a região Centro-Oeste com total de 122.000 toneladas (PEIXE BR, 2018). A produção brasileira de pintado, cachara, e seus híbridos, é destacada na região Centro-Oeste, (Tabela 1) (IBGE, 2017), na qual observa-se uma redução na produção em 2015 e 2016, possivelmente pelo incremento na produção de outras espécies como tilápia e os peixes redondos (tambaqui, pirapitinga, pacu e seus híbridos). Nesse sentido, vale salientar a importância regional que apresenta os peixes nativos (*Pseudoplatystoma*),

uma vez que em determinadas bacias hidrográficas não é possível a produção de espécies não nativas como a tilápia.

Tabela 1. Produção regional de pintado, cachara e seus híbridos nos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016

Região	Produção de pintado, cachara e seus híbridos (kg)			
	2013	2014	2015	2016
Norte	2.236,356	1.565,181	5.795	5.939,816
Nordeste	253.228	162.245	220.508	265.937
Sudeste	57.830	57.130	109.250	164.940
Sul	138.544	149.564	158.975	22.069
Centro-Oeste	13.028,759	18.403,117	12.115,063	9.467,351

Fonte: IBGE, 2017

Pseudoplatystoma spp.

Os surubins são bagres pertencentes ao gênero *Pseudoplatystoma* e é composto por oito espécies: *P. fasciatum* (Linnaeus), *P. tigrinum* (Valenciennes), *P. corruscans* (Spix & Agassiz), *P. punctifer* (Castelnau), *P. reticulatum*, *P. orinocoense*, *P. metaense* e *P. magdaleniatum*, (BUITRAGO-SÚAREZ e BURR, 2007). Sua distribuição é endêmica do continente Sul Americano, com ampla ocorrência em rios de importantes bacias hidrográficas. Ocorrem em simpatria na bacia do Prata, que inclui as bacias dos rios Paraguai, Paraná e Uruguai (abrangendo os países Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai) (LUNDBERG e LITTMAN, 2003; BUITRAGO-SUÁREZ e BURR, 2007). Segundo estes autores, em outras localidades ocorre apenas uma das espécies, como *P. corruscans* na bacia do rio São Francisco e *P. reticulatum* na bacia Amazônica.

Dentre os diversos parâmetros morfológicos e taxonômicos utilizados para distinguir os surubins pintado (*P. corruscans*) e cachara (*P. reticulatum*), as manchas da pele são as características externas mais marcantes, onde pintado apresenta uma pigmentação composta por manchas escuras e circulares (pontos) e o cachara um padrão de bandas reticuladas escuras (listras) (Figura 2) (BUITRAGO-SUAREZ e BURR, 2007). Ambos os peixes apresentam grande porte, porém, com tamanhos distintos, que podem atingir valores aproximados de 140 cm e 40 Kg para *P. corruscans* e de 114 cm e 15 Kg para *P. reticulatum* (RESENDE et al., 1996; MATEUS e PENHA, 2007).

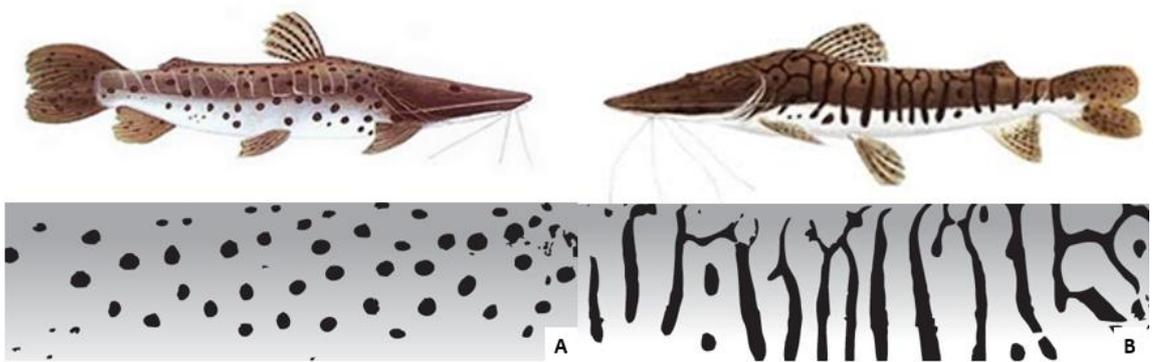


Figura 2. Padrão de manchas do pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (A) e do cachara *Pseudoplatystoma reticulatum* (B)

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2015)

Além de sua importância biológica nos ambientes onde ocorrem, estes bagres estão entre as principais espécies nativas mais produzidas no Brasil (CREPALDI et al., 2006; CAMPOS, 2010; IBGE, 2017; PEIXE BR, 2018). Sua carne é apreciada pelo consumidor pela ausência de espinhos intramusculares e são consideradas espécies nobres na pesca, além de seu papel recreativo em estabelecimentos de lazer como

“pesque-pagues” e “pesque-solte” (CREPALDI et al., 2006; CAMPOS, 2010; PORTO-FORESTI et al., 2010).

Os produtores que são responsáveis por uma produção em larga escala de híbridos interespecíficos em pisciculturas brasileiras, relatam vantagens destes híbridos F1, com uma combinação de características proveitosas de ambas as espécies, como maior crescimento, e maior facilidade de manejo (CAMPOS, 2010; CREPALDI et al., 2006). Estas vantagens, somadas ao fato das espécies do gênero *Pseudoplatystoma* apresentarem grande apreciação entre os consumidores, têm levado a uma produção generalizada de alevinos híbridos para serem comercializados, superando a produção das espécies puras (CAMPOS, 2010; CREPALDI et al., 2006; PORTO-FORESTI et al., 2010).

Embora os adultos híbridos F1 possam ser parcialmente identificados através do seu padrão de manchas na pele (intermediário entre as espécies, com pontos e listras), os alevinos e juvenis são muito parecidos com as espécies puras (PORTO-FORESTI et al., 2010). Além disso, foi comprovada a fertilidade dos híbridos recíprocos em cultivo (híbrido "cachapinta", resultante do cruzamento entre fêmea de *P. reticulatum* e macho de *P. corruscans*), que pode gerar híbridos F2 ou retrocruzar com os parentais (PRADO et al., 2012a) por reprodução induzida. A maioria dos juvenis de *Pseudoplatystoma* produzidos no país são híbridos, comercializados e rotulados apenas como “pintado” (CAMPOS, 2010). Em relação à natureza, foi relatada a ocorrência destes híbridos em populações selvagens, o que provavelmente é resultante de escapes ou introduções dos estoques de cultivo (BIGNOTTO et al., 2009; PRADO et al., 2012b).

As espécies puras do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos são interessantes para a piscicultura comercial devido às características zootécnicas satisfatórias. Estes

peixes apresentam alta taxa de crescimento (BARBOSA et al., 2011; ISHIKAWA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014) e rendimento de processamento satisfatório (FANTINI et al., 2013). Além disso, as características organolépticas e nutricionais de sua carne, como ausência de espinhos intramusculares despertam o interesse do consumidor.

A presença de híbridos na produção, mesmo sob alegações de ser resultado zootécnico com o processo de hibridização, levanta sérias preocupações sobre o escape destes híbridos (HASHIMOTO et al., 2012). Embora peixes melhorados e híbridos apresentem diferenças genéticas em relação as populações selvagens, o escape dos híbridos poderá causar impacto sob as populações (HILSDORF e ORFÃO, 2011), uma vez que podem “contaminar” geneticamente o ambiente natural ou competir por espaço e alimento com os estoques parentais (BARTLEY et al., 2001). Além disso, o híbrido poderá aumentar sua área de distribuição ao longo da bacia e elevar a densidade populacional (ALVES et al., 2014), incorporando genes de uma espécie em outra, a chamada introgressão, levando a depressão endogâmica que resultará em redução do tamanho populacional podendo levar a extinção local da espécie pura (DE SILVA et al., 2009).

As três espécies de surubins mais representativas para piscicultura são o *P. corruscans*, *P. reticulatum* e *P. punctifer*. Os principais híbridos são conhecidos por “Cachapinta” (*P. reticulatum* x *P. corruscans*), “Pintachara” ou “Ponto e vírgula” (*P. corruscans* x *P. reticulatum*) (CARVALHO et al., 2007). Além dessas, uma prática que tem se tornado bastante comum é a produção de híbridos a partir de cruzamentos intergenéricos da ordem Siluriforme, que visam obter peixes com maior desempenho zootécnico, melhor manejo reprodutivo e rusticidade. Dentre elas estão o “jundiara”, “pintado da Amazônia” ou “pintadiá” (*P. punctifer* x *Leiarius marmoratus* ou *P.*

corruscans x *L. marmoratus* ou *P. reticulatum* x *Leiarius marmoratus* (Tabela 2).

Todos esses peixes são agrupados nas estatísticas como pintados e seus híbridos e atualmente respondem pela maior parte da produção no país (ALVES et al., 2014; IBGE, 2017).

Tabela 2. Principais surubins utilizados na piscicultura brasileira.

Nome popular		Espécie/híbrido
Cachara		<i>P. reticulatum</i>
Pintado		<i>P. corruscans</i>
Jundiá da Amazônia		<i>Leiaurius Marmoratus</i>
Ponto e vírgula ou Pintachara, ou Cachapinta		♀ <i>P. corruscans</i> x ♂ <i>P. reticulatum</i>
Pintado da Amazônia ou Jundiara		♀ <i>P. punctifer</i> x ♂ <i>Leiaurius Marmoratus</i>

Fonte: Adaptado de Alves et al. (2014).

Desempenho zootécnico e Curva de crescimento em peixes

O desempenho zootécnico de peixes pode ser medido por meio de um conjunto de características associadas a produção, entre elas, podemos citar: ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, sobrevivência. Na literatura há escassez de trabalhos comparando os peixes puros (*Pseudoplatystomas*) com os híbridos (OLIVEIRA et al., 2014; FANTINI et al., 2017). A produção dominante de híbridos em relação aos parentais é um reflexo dessa escassez (SILVA et al., 2015). Ainda há uma grande demanda por conhecimentos e tecnologias que permitam uma maior eficiência da produção em cativeiro dos surubins híbridos. A maioria das informações são relatos

de produtores (piscicultores), dessa forma, não podem ser considerados seguros para comparação, já que não estão disponíveis na forma de artigos científicos.

Os primeiros trabalhos sobre curvas de crescimento foram realizados na década de 30 para descrever estudos metabólicos utilizando o modelo de Von Bertalanffy, tendo como base a teoria do crescimento quantitativo, cujo conceito descreve que a taxa de crescimento dos animais é diretamente ligada ao seu peso (FREITAS, 2005; CRUZ et al., 2009; MALHADO et al., 2009).

Nos diversos modelos matemáticos não lineares usados para ajustar as relações peso-idade (padrão de crescimento) para as curvas de crescimento, vários autores como Mazzini et al. (2003), Falcão et al. (2008) e Malhado et al. (2008) citam que os mais utilizados são os modelos de Richards (RICHARDS, 1959), Brody (BRODY, 1945), Von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1957), Logístico (NELDER, 1961) e Gompertz (LAIRD, 1965) (Tabela 3), sendo que mesmo existindo variações quanto a interpretação e conteúdo, é possível associar significado biológico a cada um deles.

Tabela 3. Descrição geral dos modelos matemáticos não lineares mais usados para descrever as curvas de crescimento.

Modelo matemático	Equação*	Nº de parâmetros
Richards	$yt = A (1 - Be^{-kt})^m$	04
Brody	$yt = A (1 - Be^{-kt})$	03
Von Bertalanffy	$yt = A (1 - Be^{-kt})^3$	03
Logístico	$yt = A (1 + Be^{-kt})^{-1}$	03
Gompertz	$yt = Ae^{Be^{-kt}}$	03

*Em que: y = representa o peso corporal (kg) na idade t; A = é peso assintótico quando t tende a infinito, ou seja, esse parâmetro é interpretado como peso à idade adulta; B = é uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal e sem interpretação biológica bem definida (o valor de B é estabelecido pelos valores iniciais de y e t); k = taxa de maturação, que deve ser entendida como a mudança de peso em relação ao peso a maturidade; m = constante que define o ponto de inflexão, ou seja, da forma da curva; e = é a base do logaritmo natural.

Fonte: Adaptado de Echeverri (2011) e Tholon et al. (2012).

A utilização de modelos não lineares na análise de dados de crescimento é de grande utilidade (DUMAS et al., 2010), uma vez que sintetizam uma série de medidas, em apenas alguns parâmetros interpretáveis biologicamente (BROWN et al., 1976). O objetivo do estudo das curvas de crescimento, segundo Lanna (1997), é atingir pontos importantes desta curva, de forma mais rápida e econômica possível; para isso, dois parâmetros que descrevem as curvas de crescimento devem ser considerados para a identificação de animais mais eficientes de um sistema de produção: o peso adulto (A) e a taxa de maturação ou taxa de precocidade (K).

A curva de crescimento que melhor caracteriza o crescimento animal tem uma forma sigmóide, onde o crescimento que ocorre durante a primeira fase da vida é lento, seguido de um período de auto-aceleração até atingir o ponto máximo da taxa de crescimento (puberdade) e, em seguida, um período de auto-desaceleração (Berg e Butterfield, 1976). No entanto, quando o crescimento é avaliado em espaço curto de tempo, ainda distante de atingir a capacidade de suporte do sistema, as curvas de crescimento são simples, e segundo Gamito (1998) pode ser descritas com o modelo exponencial ao invés da utilização de um modelo mais complexo, sigmóide (como o modelo Gompertz).

Quando peixes selvagens são transferidos para tanques de piscicultura, um conjunto de pressões seletivas passa a ter influência sobre a frequência dos genes. Este processo, denominado domesticação, produz efeitos sobre os indivíduos que podem ser observados dentro de poucas gerações após a transferência (HILSDORF e ORFÃO, 2011). O avanço da domesticação de peixes nativos só é possível com a ocorrência de sucessivos cruzamentos da mesma espécie para seleção de características de importância para a piscicultura, enquanto a domesticação das nativas puras não for totalmente obtida à cadeia produtiva estará vulnerável a produção de espécies exóticas e

de híbridos interespecíficos, que são potencialmente danos ao meio ambiente e a própria produção quando não há controle do plantel de matrizes (ALVES et al., 2014).

Como exemplo, a domesticação do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), que aumentou a taxa de crescimento de 3 a 6% por geração (HILSDORF e ORFÃO, 2011). A mais velha variedade domesticada (89 anos), denominada variedade do Kansas, tem a mais rápida taxa de crescimento de todas as variedades do bagre do canal (DUNHAM, 1996). Por outro lado, a seleção pode levar à endogamia e, assim, promover alterações genéticas que darão origem a fenótipos menos produtivos (HILSDORF e ORFÃO, 2011).

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.L.; VARELA, E.S.; MORO, G.V.; KIRSCHNIK, L.N.G. **Riscos Genéticos da Produção de Híbridos de Peixes Nativos**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. 60 p. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura).
- BARBOSA, O.N.; RAIZER, J.; GONDA, M. F.; SILVA, J.M. Desempenho e coeficiente intestinal de alevinos puros e híbridos de pintados em condicionamento alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.12, p.2621-2627, 2011.
- BARTLEY, D.M.; RANA, K.; IMMINK, A.J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.10, p.325–337, 2001.
- BENTSEN, H.B.; GJERDE, B.; NGUYEN, N.H.; RYE, M.; PONZONI, R.W.; PALADA DE VERA, M.S.; BOLIVAR, H.L.; VELASCO, R.R.; DANTING, J.C.; DIONISIO, E.E.; LONGALONG, F.M.; REYES, R.A.; ABELLA, T.A.; TAYAMEN, M.M.; EKNATH, A.E. Genetic improvement of farmed tilapias: Genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments. **Aquaculture**, v.338-341, p. 56-65, 2012.
- BERG, R.T., BUTTERFIELD R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney University Press, Sydney, 1976. 240p.
- BERTALANFFY, L. Quantitative laws in metabolism and growth. **The Quarterly Review of Biology**, v.32, n.3, p.217-230, 1957.
- BIGNOTTO, T.S.; PRIOLI, A.J.; PRIOLI, S.M.A.P.; MANIGLIA, T.C.; BONI, T.A.; LUCIO, L.C.; GOMES, V.N.; PRIOLI, R.A.; OLIVEIRA, A.V.; JÚLIO-JUNIOR, H.F.; PRIOLI, L.M. Genetic divergence between *Pseudoplatystoma corruscans* and *Pseudoplatystoma reticulatum* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Paraná River. **Brazilian Journal of Biology**, v.69, n.2, p.681-689, 2009.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth**. New York: Reinhold. 1945. p.1023.
- BROWN, J.E.; FITZHUGH Jr., H.A.; CARTWRIGHT, T.C.A. Comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. **Journal of Animal Science**, v.42, n.4, p.810-818, 1976.

BUITRAGO-SUÁREZ, U.A.; BURR, B.M. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. **Zootaxa**, v.1512, p.1-38, 2007.

CAMPOS, J.L. **O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*, Spix; Agassiz, 1829), outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos.** pp. 335-361. 2010. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C (Eds.). Espécies nativas para a piscicultura no Brasil. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. 2010.

CARVALHO, D.C.; ANDRADE, D.A.O.; SOUSA, A.B.; TEIXEIRA, E.A.; SEERING, A.S.; FARIA, P.M.C.; RIBEIRO, L.P. 2007. Diversidade genética de surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), cachara (*P. fasciatum*) e do seu híbrido interespecífico. In: Congresso Brasileiro de produção de Peixes Nativos de Água doce, 1., 2007, Dourados, MS. **Anais...** Dourados-MS: Congresso Brasileiro de produção de Peixes Nativos de Água doce.

CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E. de A.; RIBEIRO, L.P.; COSTA, A.A.P.; MELO, D.C.; CINTRA, A.P.R.; PRADO, S. de A.; COSTA, F.A.A.; DRUMOND, M.L.; LOPES, V.E.; MORAES, V.E. Biologia reprodutiva do surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, n.3/4, p.159-167, 2006.

CRUZ, G.R.B.; COSTA, R.G.; RIBEIRO, M.N. Curva de crescimento de caprinos mestiços no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.204-210, 2009.

DE SILVA, S.S.; NGUYEN, T.T.T.; TURCHINI, G.M.; AMARASINGHE, U.S.; ABERY, N.W. Alien species in aquaculture and biodiversity: a paradox in food production. **Ambio: A Journal of the Human Environment**, v.38, n.1, p.24–28, 2009.

DUMAS, A.; FRANCE, J.; BUREAU, D. Modelling growth and body composition in fish nutrition: where have we been and where are we going? **Aquaculture Research**, v.41, p.161-181, 2010.

DUNHAM, R.A. Contribution of genetically improved aquatic organisms to global food security. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE CONTRIBUTION OF FISHERIES TO FOOD SECURITY, 1996, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto, Japan: Government of Japan and FAO, Rome, 1996. p.15-16.

DUNHAM, R.A.; BRUMMETT, R.E.; ELLA, M.O.; SMITHERMAN, R.O. Genotype-environment interactions for growth of blue, channel and hybrid catfish in ponds and cages at varying densities. **Aquaculture**, v.85, p.143-151, 1990.

ECHEVERRI, A.M.L. Utilização de modelos não-lineares para descrever o crescimento do perímetro escrotal em ruminantes. **Veterinária e Zootecnia**, v.5, n.2, p.9-23, 2011.

FALCÃO, A.J.S.; MAZUCHELI, J.; FERREIRA, J.L.; LOPES, F.B. Análise de curvas de crescimento de bovinos da raça Nelore criados nos estados do Tocantins e Pará, utilizando odelos não lineares. **7º Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal**, 10-11 Julho 2008, São Carlos, Brasil, 2008.

FANTINI, L.E.; KINJO JUNIOR, G.N.; PEREIRA, R.S.; PIRES, L.B.; CORRÊA FILHO, R.A.C.; POVH, J.A. Production performance of cachara and hybrid cachapinta. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.44, p.107-112, 2017.

FANTINI, L.E.; RODRIGUES, R.A.; NUNES, A.L.; SANCHEZ, M.S.; USHIZIMA, T.T.; CAMPOS, C.M. Rendimento de carcaça de surubins *Pseudoplatystoma* spp. produzidos em tanque rede e viveiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.538-545, 2013.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016**. Contributing to food security and nutrition for all. Rome, p. 200, 2016.

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

GAMITO, S. Growth models and their use in ecological modelling: an application to a fish population. **Ecological Modelling**, v.33, n.1/3, p.83-94, 1998.

GJEDREM, T.; BARANSKI, M. **Selective breeding in aquaculture: an introduction**. Dordrecht: Springer. 221p. (Methods and technologies in fish biology and fisheries, 10). 2009.

HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**, v.4, p.108-118, 2012.

HILSDORF, A.W.S.; ORFÃO, L.H. Aspectos gerais do melhoramento genético em peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.317-324, 2011 (supl. especial).

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Pesquisa Pecuária Municipal, 2016. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3940&z=t&o=21>. Acesso em: 12 de fevereiro 2018, 2017.

ISHIKAWA, M.M.; PÁDUA, S.B.; VENTURA, A.S.; JERÔNIMO, G.T.; RUSSO, M.R.; CARRIJO-MAUAD, J.R.; MARTINS, M.L. **Biologia e Estratégias na Sanidade de Alevinos de Bagres Carnívoros**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2012. 47p. (Embrapa Agropecuária do Oeste: Documentos, 111).

KHAW, H.L.; PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; ABU-BAKAR, K.R.; BIJMA, P. Genotype by production environment interaction in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.326-329, p.53-60, 2012.

LAIRD, A.K. Dynamics of relative growth. **Growth**, v.29, n.9, p.249-263, 1965.

LANNA, D.P.D. **Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate**. In: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (eds), Anais do Simpósio sobre Pecuária de Corte, Piracicaba, 1997, p.41-78.

LUNDBERG, J.G.; LITTMANN, M.W. **Family Pimelodidae**. In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O., FERRARIS-JUNIOR, C.J. (Org) Check List of the freshwater fishes of South and Central America, Porto Alegre, pp. 432–446, 2003.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R.; AZEVEDO, D.M.M.R.; AFFONSO, P.R.A.M.; SOUZA, J.C. Correlações genéticas entre características de crescimento e parâmetros da curva em bovinos da raça Nelore. **Revista de Ciência e Produção Animal**, v.10, n.2, p.102-111, 2008.

MALHADO, C.H.M.; RAMOS, A.A.; CARNEIRO, P.L.S.; AZEVEDO, D.M.M.R.; MELLO, P.R.A.; PEREIRA, D.G.; SOUZA, J.C.; MARTINS FILHO, R. Modelos não-lineares utilizados para descrever o crescimento de bovinos da raça Nelore no estado da Bahia: 1. Efeito ambiental. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.821-829, 2009.

MATEUS, L.A.F.; PENHA, J.M.F. Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.1, p.87–98, 2007.

MAZZINI, A.R.A.; MUNIZ, J.A.; AQUINO, L.H.; SILVA, F.F. Análise da curva de crescimento de machos Herford. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.5, p.1105-1112, 2003.

NELDER, J.A. The fitting of a generation of the logistic curve. **Biometrics**, v.17, p.89-110, 1961.

OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, C.A.L.; RODRIGUES, R.A.; SANCHEZ, M.S.S.; NUNES, A.L.; FANTINI, L.E.; CAMPOS, C.M. Crescimento de juvenis de *Pseudoplatystoma reticulatum* e *Pseudoplatystoma* spp. em viveiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p.1091-1098, 2014.

PEIXE BR. **Anuário da PEIXE BR Aquicultura 2018**. Associação brasileira da Aquicultura. 2018. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/14thnUSPAoBp-cucNIEZ3edz7ixui5gJt/view?ts=5aa01f35>. Acesso em: 18 de março, 2018.

PORTO-FORESTI, F.; HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F. **Hibridação em piscicultura: monitoramento e perspectivas**. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (orgs), UFMS (ed), Espécies nativas para piscicultura no Brasil. pp.589-606, 2010.

PRADO, F.D.; HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F. PORTO-FORESTI, F. Detection of hybrids and genetic introgression in wild stocks of two catfish species (Siluriformes: Pimelodidae): The impact of hatcheries in Brazil. **Fisheries Research**, v.125-126, p.300-305, 2012b.

PRADO, F.D.; NUNES, T.L.; SENHORINI, J.A.; BORTOLOZZI, J.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Cytogenetic characterization of F1, F2 and backcross hybrids of Neotropical catfish species *Pseudoplatystoma corruscans* and *P. reticulatum* (Pimelodidae, Siluriformes). **Genetics and Molecular Biology**, v.35, n.1, p.57-64, 2012a.

RESENDE, E.K.; CATELLA, A.C.; NASCIMENTO, F.L.; PALMEIRA, S.S.; PEREIRA, R.A.C.; LIMA, M. de S.; ALMEIDA, V.L.L. **Biologia do curimatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP, 1996. 75p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 02).

RICHARDS, F.J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, v.10, p.290-300, 1959.

SILVA, A.P.; LIMA, A.F.; LUNDSTEDT, L.M. **A pesca e a aquicultura de surubins no Brasil: Panorama e considerações para a sustentabilidade.** (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, 42 p. 2015.

THOLON, P.; PAIVA, R.D.M.; MENDES, A.R.A.; BARROZO, D. Utilização de funções lineares e não lineares para ajuste do crescimento de bovinos Santa Gertrudis, criados a pasto. **ARS Veterinaria**, v.28, n.4, 2012.

ARTIGO 1

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DO CACHARA E HÍBRIDO CACHAPINTA¹

RESUMO

Este estudo objetivou comparar o desempenho zootécnico de surubins (cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*, e do híbrido cachapinta, *P. reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans*) produzidos em tanques-rede. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e três repetições, sendo que cada tanque-rede foi considerado uma unidade experimental, totalizando seis tanques-rede. Alevinos dos dois grupos genéticos foram alimentados duas vezes ao dia com ração extrusada para peixes carnívoros. Após 216 dias de produção, os parâmetros zootécnicos avaliados foram: peso final, biomassa final, ganho de biomassa, sobrevivência e conversão alimentar aparente. Não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas ($P>0,05$) entre os grupos genéticos (cachara e híbrido). Em conclusão, cachara e o híbrido cachapinta, produzidos em tanque-rede apresentam o mesmo desempenho zootécnico.

Palavras chave: crescimento, *Pseudoplatystoma*, surubim, tanque-rede

ABSTRACT

This study aimed to compare the growth performance of surubins (cachara *Pseudoplatystoma reticulatum* and hybrid cachapinta *P. reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans*) produced in cages. The experiment had a randomized

¹ Artigo Publicado na Revista Boletim do Instituto de Pesca (Em anexo). Fantini, L.E., Kinjo Junior, G.N., Pereira, R.S., Pires, L.B., Corrêa Filho, R.A.C., Povh, J.A., 2017. Production performance of cachara and hybrid cachapinta. Bol. Inst. Pesca 44, 107-112. Doi: 10.20950/1678-2305.2017.107.112

design with two treatments and three replicates, with one cage comprising an experimental unit, i.e., six cages in total. Fingerlings of the two genetic groups (cachara and hybrid cachapinta) were fed twice a day with extruded feed for carnivorous fishes. After 216 days of production, the growth parameters were evaluated, including total length, final weight, final biomass, biomass gain, survival, and apparent feed conversion values. No differences were found between cachara and cachapinta in the variables analyzed. In conclusion, cachara and cachapinta produced in cages exhibit the same growth performances.

Keywords: cages; growth; *Pseudoplatystoma*; surubim

INTRODUÇÃO

Surubins (pintado, cachara e seus híbridos) são produzidos em tanque-rede e apresentam bom desempenho e sobrevivência satisfatória dentro desse sistema. Além disso, embora algumas características de desempenho possam ser maior em viveiro escavado, a biomassa possivelmente é maior quando produzidos em tanque-rede.

A produção de peixes em tanque-rede é uma alternativa para o aproveitamento racional de corpos d'água que apresentam dificuldades para a prática da piscicultura convencional (CAMPOS et al., 2007). Tanque-rede em locais com grande quantidade e qualidade de água permite a utilização de altas densidades de estocagem comparada a produção de peixes em viveiro.

Os híbridos cachapinta *Pseudoplatystoma. reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans* têm sido produzidos no Brasil, visando o aumento de produtividade resultante de possível heterose, principalmente devido à ausência de programas de melhoramento genético para estas espécies. Faltam informações comparando o

desempenho zootécnico desses peixes híbridos com puros durante todas as fases de produção. A hipótese de que há real ganho de heterose nas características de desempenho, e isto, tem causado um aumento na produção desses híbridos na piscicultura brasileira, no entanto, em muitas situações essa afirmação pode não ser verdadeira. Assim, o presente estudo objetivou comparar o desempenho zootécnico do cachara com o híbrido cachapinta produzidos em tanques-rede.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido usando tanques-rede alocados em uma represa de 24 hectares em uma piscicultura localizada na cidade de Nova Alvorada do Sul, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (latitude de 21° 27' 51" S e longitude 54° 23' 3" O). Dois grupos de peixes foram utilizados: a espécie pura cachara (*P. reticulatum*) e o híbrido cachapinta, proveniente do cruzamento de fêmea de cachara com macho de pintado, (*P. corruscans*). Alevinos dos dois grupos genéticos, com noventa dias de idade, foram adquiridos em uma piscicultura comercial e foram originados de reprodução de peixes capturados em ambiente natural.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (cachara e cachapinta) e 3 repetições usando seis tanques-rede com volume útil de 13,5 m³. Três tanques-rede foram estocados com 144 cacharas e outros três tanques-rede - rede foram estocados 127 híbridos cachapinta. Os alevinos foram aclimatados nos tanques-rede por 14 dias previamente ao início do período experimental. O peso médio inicial dos peixes no início do experimento foi $75 \pm 0,004$ g e $85 \pm 0,001$ g para o cachara e cachapinta, respectivamente. O diferente número de peixes em cada grupo

genético foi ajustado para que o experimento iniciasse com a mesma biomassa em todos os tanques-rede. O período experimental teve duração de 216 dias.

Foram realizadas mensalmente coletas de água da barragem em três pontos próximos aos tanques-rede, na qual foram avaliadas a alcalinidade, dureza e amônia total, de acordo com a metodologia de standard methods (APHA, 2012). Com o aparelho multiparâmetro YSI ProPlus, foram realizadas análises de temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água.

Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia com ração extrusada para peixes carnívoros. A quantidade de ração ofertada aos peixes foi baseada na biomassa total de cada tanque-rede, ajustada após as biometrias, sendo a quantidade de ração calculada com base na porcentagem da biomassa de forma decrescente, iniciando com 8% a terminando com 3%. A ração com 40% de proteína bruta foi usada durante a fase de crescimento de 30 a 800 g e 38% de proteína bruta foi usado durante a fase final, peixes com mais de 800 g (Tabela 1).

Foram realizadas sete biometrias aproximadamente a cada 30 dias em 20% dos peixes de cada unidade experimental. Anteriormente as biometrias, os peixes foram anestesiados com eugenol (Biodinâmica Química e Farmacêutica LTDA) na concentração de 50 mg L⁻¹ até atingirem o estágio de anestesia cirúrgica conforme recomendado por Ross e Ross (1999). As biometrias foram antecedidas por 24 horas de jejum. Os procedimentos adotados neste estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFMS (Protocolo 642/2014).

As características zootécnicas avaliadas foram: Comprimento total – CT (medida que compreende a extremidade anterior da boca e final da nadadeira caudal); Peso final - PF; Biomassa final – BF; Ganho de biomassa – GB (biomassa final – biomassa

inicial); Sobrevivência – SOB (%) = [(número final de peixes x 100) / número inicial de peixes]. Conversão alimentar aparente – CAA (consumo de ração/ganho de biomassa).

Tabela 1. Granulometria e composição centesimal das rações utilizadas durante a produção do cachara (*P. reticulatum*) e do híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *P. corruscans*)

Variáveis	Classe de peso (g)			
	Alevino 30 a 100	Juvenil 100 a 300	Crescimento 300 a 800	Terminação > 800
Granulometria dos péletes (mm)	2 a 3	4 a 5	7 a 9	13 a 15
Proteína bruta (%)	40,0	40,0	40,0	38,0
Extrato etéreo (%)	11,0	11,0	9,0	9,0
Matéria fibrosa (%)	2,5	2,5	2,8	3,2
Matéria mineral (%)	14,0	14,0	10,0	12,5
Cálcio (%)	3,5	3,5	3,5	3,8
Fósforo (%)	2,0	2,0	1,8	2,0
MS (%)	12,0	12,0	12,0	12,0

Os resultados deste experimento foram ajustados para uma densidade de 135 peixes por tanque-rede. Desde que as médias de pesos dos grupos foram diferentes, o número de peixe foi ajustado para que a densidade em kg m³ permanecesse a mesma em cada tanque-rede, independente do grupo presente. Na comparação entre os grupos genéticos para as várias variáveis dependentes foi utilizado o Teste-t de Student presumindo variâncias equivalentes (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e amônia total da água durante os meses de produção foram de $25,80 \pm 1,62$ °C, $7,87 \pm 0,18$ mg L⁻¹, $7,39 \pm 0,24$ e $0,11 \pm 0,01$ mg L⁻¹, respectivamente. Estas características da água estão dentro do preconizado para a criação de peixes, conforme recomendado por ARANA (1997). A alcalinidade e dureza total da água ficaram um pouco abaixo do valor ideal sugerido por este autor, com valores de $15,02 \pm 1,48$ e $14,06 \pm 2,27$ mg L⁻¹, respectivamente. Todavia, não foi observada grande variação entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Indivíduos híbridos podem exibir alto grau de heterose. No entanto, a heterose não necessariamente implica em melhor desempenho produtivo. O desenvolvimento produtivo das espécies do gênero *Pseudoplatystoma* deve ocorrer mediante o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético, como ocorre com outros organismos animais, incluindo alguns peixes, e vegetais. De acordo com Ponzoni et al. (2005), programas de melhoramento genético realizados com algumas espécies de peixes mostram que podem proporcionar taxa de crescimento de 15% por geração em programas bem conduzidos.

Não foi observada diferença estatística para as características zootécnicas dos grupos genéticos cachara e híbrido cachapinta produzidos em tanques-rede durante 216 dias ($P > 0,05$) (Tabela 2). Produtores relatam que o híbrido cachapinta apresenta melhor desempenho em relação as espécies puras, tendo em vista que são muito mais dóceis, aceitam alimento inerte mais facilmente e possivelmente apresentam taxa de crescimento mais elevada (CREPALDI et al., 2006; LOPERA-BARRERO et al., 2011). OLIVEIRA et al. (2014) observaram que o grupo cachapinta, após 150 dias de produção

o grupo híbrido apresentou melhor desempenho zootécnico. Todavia, na presente pesquisa não foi encontrado superioridade dos híbridos.

O comprimento médio final dos peixes no presente estudo são similar aos obtidos por SCORVO FILHO et al. (2008) e LIRANÇO et al. (2011), os quais observaram valores entre $57,31 \pm 6,42$ cm e $45,10 \pm 4,8$ cm, respectivamente, para surubins na mesma faixa de peso ($1,556 \pm 0,09$ g para o híbrido e $1,639 \pm 0,24$ g para o cachara).

SCORVO FILHO et al. (2008) obtiveram uma taxa de sobrevivência de 69,55 a 70,56% quando trabalharam com pintados em tanques-rede. Estudo realizado anteriormente com surubim (*Pseudoplatystoma* spp.), TURRA et al. (2009) observaram maior biomassa com o aumento da densidade, apesar da taxa de ganho de peso ter decrescido, conversão alimentar e taxa de sobrevivência permaneceram constantes.

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros zootécnicos dos grupos genéticos cachara (*P. reticulatum*) e híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *P. corruscans*) produzidos em tanque-rede durante 216 dias.

Variáveis	Grupo genético	
	Híbrido	Cachara
Comprimento médio final (cm)	$54,53 \pm 0,77$	$58,27 \pm 2,32$
Peso médio final (kg)	$1,556 \pm 0,09$	$1,639 \pm 0,24$
Biomassa final (kg)	$185,35 \pm 18,66$	$199,43 \pm 51,43$
Ganho de biomassa (kg)	$173,81 \pm 19,38$	$189,28 \pm 51,75$
Sobrevivência (%)	$92,97 \pm 5,63$	$84,74 \pm 9,89$
Conversão alimentar	$3,15 \pm 0,47$	$3,34 \pm 1,04$

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo Teste-t ($P > 0,05$), presumindo variâncias equivalentes.

Na produção do híbrido pode ocorrer interação genótipo-ambiente, sendo que em determinadas situações o híbrido pode apresentar melhores características zootécnicas em comparação as espécies puras (BENTSEN et al., 2012), mas em outras situações isso pode não ocorrer (KHAW et al. 2012). De acordo com GJEDREM e BARANSKI (2009), é muito difícil prever de forma sistemática os resultados que serão obtidos com os híbridos.

A eficiência alimentar em peixes é influenciada pela espécie, densidade de estocagem, sistemas de produção, alimento utilizado, qualidade da água, nível de proteína da ração e fase de produção (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002). Nos grupos genéticos avaliados, os valores de CAA foram semelhantes, indicando que a hibridação não proporcionou melhora na CAA. Resultados similares foram obtidos ZANARDI et al. (2008) na qual observaram valores para pintado entre 2,37 a 3,94. Este resultado é contrário a hipótese de que o híbrido cachapinta é melhor que o cachara puro.

Atualmente são produzidos diferentes híbridos de surubim, tendo em vista que estes podem ser obtidos a partir de oito espécies do gênero *Pseudoplatystoma* (BUITRAGO-SÚAREZ e BURR, 2007) e de seus híbridos, que são férteis (PORTO-FORESTI et al., 2008). Isso revela grande diferença nos grupos genéticos produzidos, e que pode refletir em diferentes resultados de desempenho. Além disso, é difícil a distinção das diferentes espécies de surubins, uma vez que o padrão de máculas e outras características não permitem determinar com certeza as espécies envolvidas nos cruzamentos. Para contornar este problema VAINI et al. (2014) recomendam análise molecular (marcador molecular RFLP-PCR) para determinar as espécies destes gênero e híbridos. A comparação entre diferentes grupos genéticos precisa ser analisada com

prudência, tendo em vista que depende das características analisadas de possíveis efeito de genética dos parentais e interação-genótipo ambiente.

CONCLUSÃO

Cachara e híbrido cachapinta produzidos em tanque-rede apresentam semelhante desempenho zootécnico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao FUNDECT – Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS

- ARANA, L.A.V. 1997 *Princípios químicos da qualidade de água em Aqüicultura*. Florianópolis: UFSC. 166p.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSI, D.M.; FIM, J.D.I. 2002 Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3): 1059-1069.
- BENTSEN, H.B.; GJERDE, B.; NGUYEN, N.H.; RYE, M.; PONZONI, R.W.; PALADA DE VERA, M.S.; BOLIVAR, H.L.; VELASCO, R.R.; DANTING, J.C.; DIONISIO, E.E.; LONGALONG, F.M.; REYES, R.A.; ABELLA, T.A.; TAYAMEN, M.M.; EKNATH, A.E. 2012 Genetic improvement of farmed tilapias: Genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments. *Aquaculture*, 338-341: 56-65.

- BUITRAGO-SUÁREZ, U.A. e BURR, B.M. 2007 Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*, 1512(1): 1-38.
- CAMPOS, C.M.; GANECO, L.N.; CASTELLANI, D.; Martins, M.I.E. 2007 Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33(2): 265-271.
- CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E.A.; RIBEIRO, L.P.; COSTA, A.A.P.; MELO, D.C.; CINTRA, A.P.R.; PRADO, S.A.; COSTA, F.A.A.; DRUMOND, M.L.; LOPES, V.E.; MORAES, V.E. 2006 O surubim na aquicultura do Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 30(3-4): 150-158.
- GJEDREM, T.; BARANSKI, M. 2009 *Selective breeding in aquaculture: an introduction*. Dordrecht: Springer. 221p. (Methods and technologies in fish biology and fisheries, 10).
- KHAW, H.L.; PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; ABU-BAKAR, K.R.; BIJMA, P. 2012 Genotype by production environment interaction in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 326-329: 53-60.
- LIRANÇO, A.D.S.; ROMAGOSA, E.A.N.D.; SCORVO FILHO, J.D. 2011 Desempenho produtivo de *Pseudoplatystoma corruscans* estocados em sistemas de criação: semi-intensivo (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede). *Ciência Rural*, 41(3): 524-530.
- LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; VARGAS, L.D.M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIGMAYER, M. 2011 As principais espécies produzidas no Brasil. In: LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; VARGAS, L.D.M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIGMAYER, M. *Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo*. Guaíba: Agrolivros, p.143-215.
- OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, C.A.L.; RODRIGUES, R.A.; SANCHEZ, M.S.S.; NUNES, A.L.; FANTINI, L.E.; CAMPOS, C.M. 2014 Crescimento de juvenis de *Pseudoplatystoma reticulatum* e *Pseudoplatystoma* spp. em viveiro. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(2): 1091-1098.

- PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TAN, S.; KAMARUZZAMAN, N. 2005 Genetic parameters and response for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 247(1-4): 203-210.
- PORTO-FORESTI, F.; HASHIMOTO, D.T.; ALVES, A.L.; ALMEIDA, R.B.C.; BORTOLOZZI, J.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F. 2008 Cytogenetic markers as diagnoses in the identification of the hybrid between Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) and Piapara (*Leporinus elongatus*). *Genetics and Molecular Biology*, 31(1): 195-202.
- ROSS, L.G.; ROSS, B. 1999 *Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals*. 2ª ed. Oxford: Blackwell Science. 176p.
- SCORVO FILHO, J.D.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, L.M.S.; SCORVO, C.M.D.F. 2008 Desempenho produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), submetidos a diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34(2): 181-188.
- APHA. 2012 *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22ª ed. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation. 1496p.
- TURRA, E.M.; QUEIROZ, B.M.; TEIXEIRA, E.A.; FARIA, P.M.C.; CREPALDI, D.V.; RIBEIRO, L.P. 2009 Densidade de estocagem do surubim *Pseudoplatystoma* spp. cultivado em tanque-rede. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 10(1): 177-187.
- VAINI, J.O.; GRISOLIA, A.B.; PRADO, F.D.; PORTO-FORESTI, F. 2014 Genetic identification of interspecific hybrid of Neotropical catfish species (*Pseudoplatystoma corruscans* vs. *Pseudoplatystoma reticulatum*) in rivers of Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 12(3): 635-641.
- ZANARDI, M.F.; BOQUEMBUZO, J.E.; KOBERSTEIN, T.C.R. 2008 Desempenho de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) alimentados com três diferentes dietas. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 6(4): 445-450.

ARTIGO 2

Curva de crescimento do cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e do híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*)²

Resumo

Com este estudo objetivou-se comparar a curva de crescimento do cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e do híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*) produzidos em tanques-rede. O experimento foi conduzido por 216 dias, usando tanques-rede alocados na represa de uma piscicultura comercial. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (cachara e híbrido cachapinta) com três repetições, sendo as unidades experimentais tanques-rede de 13,5 m³. O peso médio dos peixes no início do experimento foi de 75,00 ± 0,004 g e 85,00 ± 0,001 g para cachara e híbrido, respectivamente. O modelo exponencial foi usado para analisar as curvas de crescimento das características morfométricas em cada grupo genético. Para comparar as curvas de crescimento utilizou-se o teste da razão de verossimilhança verificando a igualdade dos parâmetros. Não houve diferença entre as curvas de crescimento entre cachara e híbrido cachapinta para as características de peso, altura do corpo, largura do corpo, comprimento da cabeça (parâmetros A e K semelhantes). Para largura da cabeça, A (1,74) foi menor (P<0,05) e K (0,00499) maior no cachara em comparação com o híbrido (A: 1,94; K: 0,00441). Para o perímetro do corpo, apenas o parâmetro A (6,75) foi maior (P<0,05) no cachara em relação ao cachapinta (A: 5,87). Em conclusão,

² Manuscrito elaborado segundo as normas da revista Fisheries Research (ISSN:0165-7836)

cachara, produzido em tanque -rede, apresenta uma taxa de crescimento semelhante ao híbrido cachapinta para a maioria das características morfométricas.

Palavras-chaves: aquicultura, heterose, modelo exponencial, taxa de crescimento, surubim

Introdução

Em vários países da América do Sul tem ocorrido uma tendência de produção de peixes híbridos provenientes do cruzamento de cachara com outros Siluriformes (pintado – *Pseudoplatystoma* sp. e *Leiarius marmoratus*) (Lopera-Barrero et al., 2011), mas não há informações científicas quanto à curva de crescimento destes peixes. Os surubins apresentam importância econômica em países da América do Sul, principalmente no Brasil (15.860 toneladas), tendo em vista que se caracterizam como um dos principais peixes mais produzido, atrás apenas da tilápia do Nilo, dos peixes redondos (tambaqui, pacu, pirapitinga e seus híbridos) e das carpas (IBGE, 2017).

A produção desses híbridos pode estar comprometida, uma vez que a domesticação das espécies nativas é recente e grande parte dos animais utilizados na produção é silvestre, a produção indiscriminada de híbridos no Brasil potencializa a contaminação genética dos plantéis de reprodutores em formação. Os reprodutores hibridizados, em gerações pós-F1, não garantem a desejada heterose dos híbridos. Além disso, limita a produção legítima de animais puros, pela dificuldade de identificação correta da hibridação (Alves et al., 2014).

Modelos não-lineares são amplamente utilizados em estudos de crescimento de diferentes espécies (Fernandes et al., 2015). A curva de crescimento dos animais pode ser descrita através de modelos matemáticos não lineares, que permitem unir informações de peso ou alguma característica morfométrica por idade em um pequeno

conjunto de parâmetros, facilitando a interpretação e o entendimento desse fenômeno (Oliveira et al., 2000). Neste sentido, curvas de crescimento têm sido utilizadas para descrever o padrão de crescimento de peixes, tais como para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Oliveira et al., 2013) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Mello et al., 2015).

A curva de crescimento que melhor caracteriza o crescimento animal tem uma forma sigmóide, onde o crescimento que ocorre durante a primeira fase da vida é lento, seguido de um período de auto-aceleração até atingir o ponto máximo da taxa de crescimento (puberdade) e, em seguida, um período de auto-desaceleração (Berg e Butterfield, 1976). No entanto, quando o crescimento é avaliado em espaço curto de tempo, ainda distante de atingir a capacidade de suporte do sistema, as curvas de crescimento são simples, descritas com o modelo exponencial ao invés da utilização de um modelo mais complexo, sigmóide (como o modelo Gompertz).

Embora o modelo exponencial não seja indicado para um longo período de crescimento, segundo Gamito (1998), seu uso na aquicultura é relativamente comum pela sua simplicidade, podendo-se descrever facilmente o crescimento de peixes com apenas os pesos inicial e final, durante o tempo considerado necessário. Nesse sentido, a taxa de crescimento (g dia^{-1}) pode ser calculada facilmente, ajustando o modelo exponencial.

As curvas de crescimento são importantes para indicar o potencial de desempenho destes peixes durante o período de produção. Todavia, não há informações quanto ao padrão de crescimento de Siluriformes puros e híbridos. Assim, o objetivo com este trabalho foi comparar a curva de crescimento do cachara e do híbrido cachapinta produzidos em tanques-rede.

Material e Métodos

Localização e design experimental

O experimento foi conduzido em tanques-rede alocados em uma represa de 24 hectares (com intenso fluxo de água) em uma piscicultura comercial localizada em Nova Alvorada do Sul, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (21° 27' 51" S e 54° 23' 3" W). Dois grupos de peixes foram usados: cachara (*P. reticulatum*) e o híbrido cachapinta (oriundas do cruzamento entre fêmea de cachara, *P. reticulatum* com macho de pintado, *P. corruscans*). Alevinos de ambos os grupos de peixes foram adquiridos em uma produção comercial local e foram originados da criação de peixes selvagens capturados. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (cachara e cachapinta) e três repetições. Alevinos foram aclimatados nos tanques-rede (13,5 m³) com abertura de malha de 20mm e espaçamento de 2 metros entre eles, durante 14 dias antes do início do período experimental, que teve duração total de 216 dias (julho a março).

Unidades experimentais e variáveis medidas

Para o grupo genético cachara (provenientes de mesma desova), foram utilizados 144 peixes em cada tanque-rede com peso médio de $75,00 \pm 0,004$ g e, para o grupo genético cachapinta (provenientes de mesma desova) foram utilizados 127 peixes em cada tanque-rede com peso médio de $85,00 \pm 0,001$ g. O diferente número de peixes para cada grupo foi estabelecido para iniciar o experimento com biomassa de 10,8 kg de peixe em todos os tanques-redes.

Para obter a curva de crescimento, as seguintes medidas foram realizadas em 20% dos peixes: peso corporal (g); Comprimento padrão (cm) (CP - compreendido entre

a extremidade anterior da cabeça para o perímetro mais pequeno do pedúnculo - inserção da nadadeira caudal); Perímetro (cm) (PER-circunferência medida em frente do primeiro raio da nadadeira dorsal); Altura do corpo (cm) (AC - medida em frente ao primeiro raio da nadadeira dorsal); Largura do corpo (cm) (LC - medida na frente do primeiro raio da nadadeira dorsal); Comprimento da cabeça (cm) (CCab - compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo); Largura da cabeça (cm) (LCab – medida a frente dos olhos, perto das narinas).

Antes das biometrias, os peixes foram anestesiados com eugenol (Biodinâmica Química e Farmacêutica LTDA) em uma concentração de 50 mg L⁻¹ (Inoue et al., 2011). até atingir o estágio de anestesia cirúrgica (perda de reações a estímulos e redução de batimentos operculares), conforme recomendado por Ross e Ross (1999). As medidas biométricas foram precedidas por um jejum de 24 horas. Os procedimentos adotados no presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Uso Animal - CEUA / UFMS (Protocolo nº 642/2014).

Qualidade de água e alimentação

As amostras de água foram coletadas, mensalmente na barragem, em uma profundidade de 50 cm em três pontos próximos aos tanques-rede, a montante, próximo aos tanques-rede (visualmente com grande fluxo de água) e a jusante, das quais a alcalinidade total, dureza e amônia total foram avaliadas, de acordo com a metodologia de standard methods (APHA, 2012). A temperatura, o oxigênio dissolvido e as análises de pH da água foram conduzidas usando um medidor multiparâmetro YSI ProPlus (Tabela 1).

Tabela 1.

Valores médios (\pm desvio padrão), mínimos e máximos dos parâmetros de qualidade de água da barragem onde foram alocados os tanques-rede para comparação da curva de crescimento dos grupos genéticos cachara (*P. reticulatum*) e híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *P. corruscans*) durante 216 dias.

Parâmetros da água	Valores médios	Valores mínimos	Valores máximos
Alcalinidade total (CaCO ₃) mg L ⁻¹	15,02 \pm 1,48	10,00	20,00
Dureza total (CaCO ₃) mg L ⁻¹	14,96 \pm 0,95	12,10	22,10
Temperatura °C	25,80 \pm 1,62	24,97	28,23
Oxigênio dissolvido mg L ⁻¹	7,87 \pm 0,18	7,60	7,76
pH	7,39 \pm 0,24	7,26	7,76
Amônia total mg L ⁻¹	0,11 \pm 0,01	0,04	0,17

A qualidade da água durante o experimento foi adequada conforme recomendação de Boyd (1998) para peixes tropicais. Os valores de alcalinidade e dureza total da água estavam ligeiramente abaixo dos valores ideais recomendados por este autor, mas não interferiu no crescimento dos peixes.

Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, de manhã e à tarde com ração extrusada para peixes carnívoros. A quantidade de ração oferecida aos peixes baseou-se na biomassa total de cada tanque-rede, ajustada após a biometria, onde a quantidade de alimento foi calculada com base na porcentagem de biomassa decrescente, começando com 8 a 6% e terminando com 3%. Peixes entre 30 a 800 g foram alimentados com ração de 40% de proteína bruta (peletes variando entre 2 a 9 mm e porcentagem da biomassa entre 4 a 8%), e durante a fase final, peixes com mais de 800 g foram alimentados com ração contendo 38% de proteína bruta (peletes de 13 a 15 mm e a quantidade ofertada foi de 3% da biomassa).

Análise estatística

O resultado do experimento foi ajustado para uma densidade de 135 peixes por tanques-rede. Para análise das características morfométricas e obtenção das curvas de crescimento de cada grupo genético foi utilizado o seguinte modelo da equação exponencial:

$$y = Ae^{kx}$$

Onde:

y = característica morfométrica (g ou cm/dia)

A = valor inicial estimado (g ou cm/dia);

K = taxa de crescimento específico (g ou cm/dia);

x = idade referente a cada peixe (em dias);

e = número neperiano, base do logaritmo natural.

Os ajustes das curvas de crescimento foram obtidos através do procedimento NLIN do pacote computacional SAS.

Para comparar as curvas de crescimento dos dois grupos genéticos, utilizou-se o teste da razão de verossimilhança verificando a igualdade dos parâmetros entre eles, conforme sugerido por Regazzi e Silva (2004), para determinar se uma única curva seria adequada para descrever o crescimento ponderal e morfométrico dos dois grupos genéticos.

Para comparação das curvas de crescimento para as características morfométricas avaliadas no cachara e no híbrido cachapinta foram utilizados quatro modelos distintos: modelo 1 (M1) ou modelo completo, utilizado quando a taxa de crescimento (K) e o tamanho inicial (A) são diferentes nos dois grupos; modelo 2 (M2), utilizado quando os K são diferentes e os A são iguais; modelo 3 (M3), utilizado quando

K são iguais e os A são diferentes; modelo 4 (M4) ou modelo reduzido, utilizado quando os A e os K são iguais (Tabela 2).

Tabela 2.

Descrição dos modelos utilizados para comparar as curvas de crescimento do cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *P. corruscans*) produzidos em tanques-rede

Parâmetros	M1	M2	M3	M4
A	A_{cc} A_{hb}	A	A_{cc} A_{hb}	A
K	K_{cc} K_{hb}	K_{cc} K_{hb}	K	K

A = tamanho inicial; K = taxa de crescimento; A_{cc} = tamanho inicial do cachara; K_{cc} = taxa de crescimento do cachara; A_{hb} = tamanho inicial do híbrido; K_{hb} = taxa de crescimento do híbrido.

Entre os quatro modelos utilizados na comparação das curvas foi escolhido como o melhor aquele que apresentou o menor número de parâmetros e que não diferiu estatisticamente do modelo completo (M1). Quando os modelos M2, M3 e M4 diferiram do modelo completo (M1), utilizou-se o Modelo completo.

Resultados

Os parâmetros da curva de crescimento apresentaram adequado ajuste para todas as características avaliadas (R^2 ajustado entre 0,94 a 1,00). Não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre as curvas de crescimento do cachara e do híbrido cachapinta quando comparadas as características: peso, comprimento padrão, altura do corpo, largura do corpo e comprimento da cabeça. O melhor modelo na comparação das curvas para essas características foi o modelo reduzido (M4) onde A e K são iguais (Tabela 3).

Tabela 3.

Limites inferior e superior dos intervalos de confiança dos parâmetros dos modelos exponenciais ajustados para as características de crescimento do cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *P. corruscans*) produzidos em tanques-rede

Grupo Genético	Características	Parâmetros estimados		Intervalo de confiança				R ²
		A _(g ou cm)	K _(g ou cm/dia)	A (g ou cm)		K (g ou cm/dia)		
				Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	
CC	PESO	22,62	0,0138	19,3191	25,9323	0,0131	0,0144	0,97
HB	PESO	26,42	0,0130	21,2994	31,5351	0,0122	0,0138	0,99
CC	CP	18,39	0,00278	16,0843	20,6938	0,00234	0,00322	0,96
HB	CP	14,07	0,00378	10,6264	17,5167	0,00272	0,00484	1,00
CC	PER	6,75	0,00454	5,9951	7,5141	0,00410	0,00499	0,98
HB	PER	5,87	0,00485	5,3834	6,3673	0,00443	0,00526	0,99
CC	AC	1,49	0,00537	1,4064	1,4526	0,00511	0,00562	0,99
HB	AC	1,51	0,00521	1,5657	1,5709	0,00497	0,00545	1,00
CC	LC	1,63	0,00534	1,5684	1,6996	0,00511	0,00558	0,97
HB	LC	1,83	0,00478	1,6146	2,0411	0,00418	0,00537	0,99
CC	CCab	5,16	0,00401	5,0872	5,2324	0,00388	0,00413	0,96
HB	CCab	5,12	0,00406	4,7161	5,5178	0,00368	0,00443	0,99
CC	LCab	1,74	0,00499	1,6588	1,8244	0,00476	0,00522	0,99
HB	LCab	1,94	0,00441	1,8661	2,0228	0,00418	0,00465	1,00

*Cachara (CC); Híbrido cachapinta (HB); peso (PESO - g), comprimento padrão (CP - cm), perímetro (PER- cm), altura do corpo (AC-cm), largura do corpo (LC-cm), Comprimento de cabeça (CCab-cm), largura de cabeça (LCab-cm); Coeficiente de determinação ajustado (R²); A = tamanho inicial; K = taxa de crescimento;

Na característica perímetro do corpo, o melhor modelo foi o M3, em que apenas o tamanho inicial foi significativamente maior (P<0,05) para cachara (Tabela 4; Figura 1). Na característica largura da cabeça o melhor modelo foi o M1, em que todos os

parâmetros foram diferentes, sendo que o tamanho inicial foi menor ($P < 0,05$) e a taxa de crescimento foi maior ($P < 0,05$) para cachara (Tabela 4; Figura 2).

Tabela 4.

Parâmetros das curvas de crescimento após a comparação pelo teste de máximo – verossimilhança para cada característica estudada dos grupos genéticos cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *P. corruscans*) produzidos em tanques-rede.

Características	Parâmetros do modelo exponencial						Modelo de melhor ajuste
	A_{cc} (g ou cm)	K_{cc} (g ou cm/dia)	A_{hb} (g ou cm)	K_{hb} (g ou cm/dia)	A (g ou cm)	K (g ou cm/dia)	
PESO	-	-	-	-	23,9714	0,0135	M4
CP	-	-	-	-	17,2784	0,00300	M4
PER	6,4970	-	6,0033	-	-	0,00470	M3
AC	-	-	-	-	1,4943	0,00530	M4
LC	-	-	-	-	1,6526	0,00528	M4
CCab	-	-	-	-	5,1557	0,00402	M4
LCab	1,7416	0,00499	1,9445	0,00441	-	-	M1

*cachara (cc); Híbrido cachapinta (hb); peso (PESO); comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); perímetro (PER); altura do corpo (AC); largura do corpo (LC); comprimento de cabeça (CCab); largura de cabeça (LCab); A = tamanho inicial; K = taxa de crescimento; A_{cc} = tamanho (inicial do cachara); K_{cc} = taxa de crescimento do cachara; A_{hb} = tamanho inicial do híbrido; K_{hb} = taxa de crescimento do híbrido; M1: modelo 1; M3: modelo 3; M4: modelo 4.

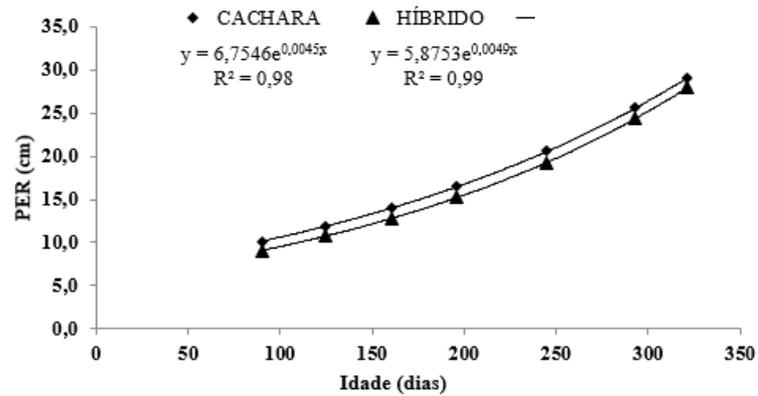


Figura 1. Curva de crescimento do cachara e do híbrido para perímetro (PER) em função da idade, utilizando o modelo 3 (M3).

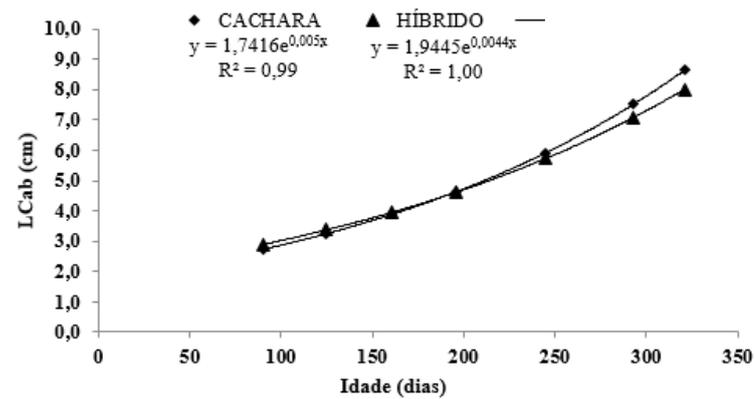


Figura 2. Curva de crescimento do cachara e do híbrido para largura da cabeça (LCab) em função da idade, utilizando o modelo 1 (M1).

Discussão

Este é o primeiro trabalho com curva de crescimento comparando cachara com híbrido cachapinta em todo o seu período de engorda. Embora seja creditado empiricamente pelo setor produtivo que o crescimento dos peixes híbridos seja superior aos parentais, este trabalho não evidenciou esta superioridade quando produzidos em tanques-rede. Possivelmente porque os peixes foram produzidos em baixa densidade, além disso a maior capacidade de crescimento do híbrido esperada poderia acontecer em

ambientes mais desafiador (restrições) ou ainda isso ocorreu por conta da pouca diversidade na formação dos grupos genéticos.

A densidade final de produção nos tanques-rede foi de $13,72 \text{ kg m}^3$ ($185,35 \pm 18,66 \text{ kg}$ de biomassa final) para o híbrido cachapinta e de $14,77 \text{ kg m}^3$ ($199,43 \pm 51,43 \text{ kg}$ de biomassa final) para o cachara. Estes valores são considerados baixos para um sistema de produção intensivo (Ribeiro, 2001), onde a densidade pode variar de 12,5 a $70,16 \text{ kg m}^3$ para peixes nativos (Campos, 2013), dependendo da vazão de água. Estes resultados justificam que os peixes de ambos os grupos genéticos não tiveram o crescimento sigmoide, não sendo observado um valor assintótico, evidenciando um crescimento exponencial.

A curva de crescimento semelhante entre cachara e cachapinta para o peso e as demais características morfométricas (exceto perímetro e largura da cabeça) mostram que não há superioridade do híbrido, como muitos produtores acreditam que possa ocorrer. Na realidade, pode acontecer em situações diferentes das oferecidas no experimento, em um ambiente mais desafiador, por exemplo. Embora para a característica largura da cabeça tenha ocorrido uma diferença no tamanho inicial (menor) e taxa de crescimento (maior) na curva de crescimento do cachara, aparentemente, a maior distinção entre as curvas ocorreu após 200 dias de produção, ou seja, dependendo do tamanho do peixe é possível que um dos grupos genéticos possa apresentar maior largura da cabeça, característica na qual poderia ser trabalhada em futuros programas de melhoramento genético para esta espécie. Isso é importante, pois a cabeça pode proporcionar impacto direto no rendimento da carcaça (Vandeputte et al., 2017).

As diferenças no crescimento em diferentes grupos genéticos podem ser afetadas por muitos fatores, como por exemplo, espécies, condições ambientais, tamanho do peixe, nível de proteína na dieta e taxa de alimentação (Ogata e Shearer, 2000). Todavia, os resultados do presente trabalho, onde as condições de produção foram iguais, não indicaram modificações na taxa de crescimento entre os grupos genéticos cachara e cachapinta para a maioria das características avaliadas.

Uma das justificativas para se produzir um híbrido na piscicultura é a redução do tempo de engorda, indivíduos mais dóceis e aptos ao manejo, aumentar a resistência à patógenos e a diferentes ambientes (ex: menor temperatura) (Lopera-Barrero et al., 2011). Os híbridos atualmente produzidos a partir de espécies nativas, portam algumas questões não respondidas tanto por produtores, quanto por pesquisadores. São realmente mais produtivos que seus progenitores, ou o manejo utilizado atualmente que não é adequado para as especificidades de certas espécies, não permitindo assim a expressão de seu potencial zootécnico. Embora alguns trabalhos apontam maior crescimento do híbrido (Oliveira et al., 2014), a forma como este é produzido na piscicultura (sem controle) revela uma grande incógnita quanto ao desempenho, pois não é usual o controle dos peixes parentais. O presente estudo mostra que o híbrido cachapinta não apresenta maior crescimento, em tanque rede com baixa densidade de estocagem, comparado com o cachara.

Na produção do híbrido pode ocorrer interação genótipo-ambiente, sendo que em determinadas situações o híbrido pode apresentar melhores características zootécnicas em comparação as espécies puras (Bentsen et al., 2012), mas em outras situações isso pode não ocorrer (Khaw et al., 2012; Fantini et al., 2017). Os reprodutores hibridizados, em gerações pós-F1, não garantem a desejada heterose dos

híbridos (Alves et al., 2014). Há escassez de trabalhos mostrando resultados com híbridos de *Pseudoplatystoma* e, dessa forma, não podem ser considerados para comparação, já que não estão disponíveis na forma de artigos científicos. De acordo com Gjedrem e Baranski (2009) é muito difícil prever de forma sistemática os resultados que serão obtidos com os híbridos.

Pesquisas realizadas com catfish puro e híbrido (fêmea de channel catfish, *Ictalurus punctatus*, × macho de blue catfish, *I. furcatus*), mostram superioridade do catfish puro (*Ictalurus punctatus*) no primeiro ano de produção comparado ao híbrido quando produzido em viveiros em baixas densidades, mas em contrapartida, o híbrido apresenta crescimento superior ao puro no segundo ano de produção (em experimentos de alta densidade) (Dunham e Smitherman, 1987). Híbridos de catfish crescem mais rápido que catfish puro (produzidos em viveiros), no entanto, crescem de forma lenta quando produzidos em tanques-rede (Dunham et al., 1990).

Pesquisas mostram que eventos de contaminação genética de estoques selvagens de *P. corruscans* e *P. reticulatum* já estão acontecendo, o que poderá ocasionar um aumentando no número de híbridos em estoques naturais, ameaçando a integridade genética de espécies puras (Prado et al., 2012), caso os híbridos se reproduzam em ambiente natural. Este quadro tende a ser mais complexo no híbrido cachapinta, pois estes são férteis (Porto-Foresti et al., 2008).

Se compararmos os estudos envolvendo catfish (puro e híbrido) aos estudos realizados com surubins (cachara e seus híbridos), observa-se que há uma grande quantidade de pesquisa mostrando resultados da superioridade do híbrido (catfish) em relação ao catfish puro e poucos trabalhos sobre os surubins (cachara e seus híbridos). O catfish híbrido apresenta melhor resistência a doenças (Dunham e Brummett, 1999;

Dunham et al., 1990; Wolters et al., 1996), maior tolerância a baixo oxigênio dissolvido (Dunham et al., 1983) e crescimento mais uniforme (Dunham et al., 1982), talvez isso ocorra devido ao controle dos estoques, o que não é observado para produção do cachara e cachapinta.

Embora em determinadas situações o híbrido possa proporcionar heterose, o que pode expressar melhor desempenho do que a média dos parentais (Bartley et al., 2001; Helfman et al., 2009), o grande desenvolvimento produtivo das espécies do gênero *Pseudoplatystoma* deve ocorrer mediante o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético, como ocorre com outros organismos animais, incluindo alguns peixes, e vegetais. Apesar da possibilidade de ocorrer heterose positiva em algumas condições, o ganho genético quando existe é restrito apenas a uma geração, diferentemente do melhoramento genético onde os ganhos são contínuos podem variar de 8 a 12% por geração, e em programas bem gerenciados (Nguyen, 2016), podem atingir até 15% (Ponzoni et al., 2005).

Atualmente são produzidos diferentes híbridos de surubim, tendo em vista que estes podem ser obtidos a partir de oito espécies do gênero *Pseudoplatystoma* (Buitrago-Súarez e Burr, 2007) e de seus híbridos, que são férteis (Porto-Foresti et al., 2008). Isso revela grande diferença nos grupos genéticos produzidos, e que podem refletir em diferentes resultados de desempenho e crescimento.

Enquanto a domesticação das espécies de peixes nativas puras não for totalmente obtida, à cadeia produtiva estará vulnerável a produção de espécies exóticas e de híbridos interespecíficos, que são potencialmente danos ao meio ambiente e a própria produção quando não há controle do plantel de matrizes. Além disso, limita a produção

legítima de animais puros, pela dificuldade de identificação correta da hibridação (Alves et al., 2014).

A piscicultura sustentável tem como desafio oferecer alternativas aos produtores, produzir peixes puros ou híbridos. Produzir com responsabilidade o que seja rentável e seguro do ponto de vista ambiental e econômico, assumindo assim posição de destaque entre os maiores produtores mundiais de peixe. O maior objetivo será estabelecer programas de melhoramento genético e de geração de tecnologias para a produção das espécies nativas com as características zootécnicas de interesse (heterose) que são encontradas nos híbridos obtidos pelos cruzamentos interespecíficos (Alves et al., 2014), já que a base para se produzir os híbridos são os puros.

Conclusão

O híbrido não é melhor que o puro em todas as situações de produção. Ambos grupos genéticos, produzidos em tanque-rede com baixa densidade apresentam comportamento semelhante.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - FUNDECT (nº. 59/300.221/2016).

Referências

Alves, A.L., Varela, E.S., Moro, G.V., Kirschnik, L.N.G., 2014. Riscos Genéticos da Produção de Híbridos de Peixes Nativos. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 60p. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura).

- APHA., 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22^a ed. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation. 1496p.
- Bartley, D.M., Rana, K., Immink, A.J., 2001. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10, 325–337.
- Bentsen, H.B., Gjerde, B., Nguyen, N.H., Rye, M.; Ponzoni, R.W., Palada De Vera, M.S., Bolivar, H.L., Velasco, R.R., Danting, J.C., Dionisio, E.E., Longalong, F.M., Reyes, R.A., Abella, T.A., Tayamen, M.M., Eknath, A.E., 2012. Genetic improvement of farmed tilapias: Genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments. *Aquaculture* 338-341, 56-65.
- Berg, R.T., Butterfield R.M., 1976. New concepts of cattle growth. Sydney University Press, Sydney. pp. 240.
- Boyd, C.E., 1998. Water Quality for Pond Aquaculture. Research and Development Series No. 43. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. pp. 37.
- Buitrago-Suárez, U.A., Burr, B.M., 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Blecker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa* 1512, 1-38.
- Campos, J.L., 2013. O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans* Spix & Agassiz, 1829) e outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos. In: Baldisserotto, B.; Gomes, L.C. (Org.). In: Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, pp. 335–361.
- Dunham, R.A., Brummett, R.E., 1999. Response of two generations of selection to increased body weight in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, compared to hybridization with blue catfish, *I. furcatus*, males. *Journal of Applied Aquaculture* 9, 37-45.

- Dunham, R.A., Brummett, R.E., Ella, M.O., Smitherman, R.O., 1990. Genotype-environment interactions for growth of blue, channel and hybrid catfish in ponds and cages at varying densities. *Aquaculture* 85, 143-151.
- Dunham, R.A., Smitherman R.O., Webber, C., 1983. Relative tolerance of channel x blue hybrid and channel catfish to low oxygen concentrations. *Progressive Fish-Culturist* 45, 55-56.
- Dunham, R.A., Smitherman, R.O., Brooks, M.J., Benchakan, M., Chappell, J.A., 1982. Paternal predominance in reciprocal channel-blue hybrid catfish. *Aquaculture* 29, 389-396.
- Dunham, R.A., Smitherman. R.O., 1987. Genetics and breeding of catfish. *South. Coop. Ser. Bull. No. 325*, Ala. Agric. Exp. Stn. Auburn Univ., AL, U.S.A., pp.20.
- Fantini, L.E., Kinjo Junior, G.N., Pereira, R.S., Pires, L.B., Corrêa Filho, R.A.C., Povh, J.A., 2017. Production performance of cachara and hybrid cachapinta. *Bol. Inst. Pesca* 44, 107-112.
- Fernandes, T.J., Muniz, J.A., Pereira, A.A., Muniz, F.R., Muianga, C.A., 2015. Parameterization effects in nonlinear models to describe growth curves, *Acta Sci. Technol.* 37(4), 397-402.
- Gamito, S., 1998. Growth models and their use in ecological modelling: an application to a fish population. *Ecological Modelling* 133 (1/3), 83-94.
- Gjedrem, T., Baranski, M., 2009. Selective breeding in aquaculture: an introduction. Dordrecht: Springer. (Methods and technologies in fish biology and fisheries, 10), pp. 221.
- Helfman, G., Collette, B.B., Facey, D.E., Bowen, B.W., 2009. The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology, Cap.V Behaviorand Ecology. Wiley-Blackwell, 736p.
- IBGE, 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Pesquisa Pecuária Municipal, 2016. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3940&z=t&o=21>. Acesso em: 12 de fevereiro 2018.

- Inoue, L.A.K.A., Boijink, C.L., Ribeiro, P.T., Silva, A.M.D., Affonso, E.G., 2011. Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos. *Acta Amaz.* 41, 327–332.
- Khaw, H.L., Ponzoni, R.W., Hamzah, A., Abu-Bakar, K.R., Bijma, P., 2012. Genotype by production environment interaction in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 326-329, 53-60.
- Lopera-Barrero, N.M., Ribeiro, R.P., Povh, J.A., Vargas, L.D.M., Poveda-Parra, A.R., Digmayer, M., 2011. As principais espécies produzidas no Brasil, in: Lopera-Barrero, N.M., Ribeiro, R.P., Povh, J.A., Vargas, L.D.M., Poveda-Parra, A.R., Digmayer, M. (Eds.), *Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo*, Agrolivros, Guaíba, pp. 143-215.
- Mello, F., Oliveira, C.A.L., Ribeiro, R.P., Resende, E.K., Povh, J.A., Fornari, D.C., Barreto, R.V., McManus, C., Streit-Júnior, D.P., 2015. Growth curve by Gompertz nonlinear regression model in female and males in tambaqui (*Colossoma macropomum*). *An. Acad. Bras. Ciênc.* 87, 2309-2315.
- Nguyen, N.H., 2016. Genetic improvement for important farmed aquaculture species with a reference to carp, tilapia and prawns in Asia: achievements, lessons and challenges. *Fish and Fisheries* 17, 483–506.
- Ogata, H., Shearer, K., 2000. Influence of dietary fat and adiposity on feed intake of juvenile red sea bream *Pargus major*, *Aquaculture* 189 (3/4), 237-249.
- Oliveira, A.M.S., Oliveira, C.A.L., Matsubara, B.J.A., Oliveira, S.N., Kunita, N.M., Yoshida, G.M., Ribeiro, R.P., 2013. Padrões de crescimento de machos e fêmeas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da variedade GIFT, *Semina: Ciênc. Agrár.* 34, 1891-1900.
- Oliveira, A.M.S., Oliveira, C.A.L., Rodrigues, R.A., Sanchez, M.S.S., Nunes, A.L., Fantini, L.E., Campos, C.M., 2014. Crescimento de juvenis de *Pseudoplatystoma reticulatum* e *Pseudoplatystoma* spp. em viveiro. *Semina: Ciênc. Agrár.* 35 (2), 1091-1098.

- Oliveira, H.N., Lôbo, R.B., Pereira, C.S., 2000. Comparação de modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá, Pesq. Agropec. Bras. 35 (9), 1843-185.
- Ponzoni, R.W., Hamzah, A., Tan, S., Kamaruzzaman, N., 2005. Genetic parameters and response for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture 247 (1-4), 203-210.
- Porto-Foresti, F., Hashimoto, D.T., Alves, A.L., Almeida, R.B.C., Bortolozzi, J., Senhorini, J.A., Foresti, F., 2008. Cytogenetic markers as diagnoses in the identification of the hybrid between Piaçu (*Leporinus macrocephalus*) and Piapara (*Leporinus elongatus*). Genet. Mol. Biol. 31 (1), 195-202.
- Prado, F.D., Hashimoto, D.T., Senhorini, J.A., Foresti, F. Porto-Foresti, F., 2012. Detection of hybrids and genetic introgression in wild stocks of two catfish species (Siluriformes: Pimelodidae): The impact of hatcheries in Brazil. Fisheries Research 125-126, 300-305.
- Regazzi, A., Silva, C., 2004. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear: I, dados no delineamento inteiramente casualizado. Revista de Matemática e Estatística 22 (3), 33-35.
- Ribeiro, R.P., 2001. Construção de tanques. In H. L. M. Moreira, L. Vargas, R. P. Ribeiro, S. Zimmermann (Eds.), Fundamentos da moderna aquicultura. Canoas: ULBRA pp. 45-52.
- Ross, L.G., Ross, B., 1999. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals, 2, ed, Oxford: Blackwell Science, pp.240.
- Vandeputte, M., Puledda, A., Tyran, A.S., Bestin, A., Coulombet, C., Bajek, A., Baldit, G., Vergnet, A., Allal, F., Bugeon, J., Haffray, P., 2017. Investigation of morphological predictors of fillet and carcass yield in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) for application in selective breeding. Aquaculture 470, 40-49.
- Wolters, W.R., Wise, D.J., Klesius, P.H., 1996. Survival and antibody response of channel catfish, blue catfish, and channel catfish female \times blue catfish male hybrids after exposure to *Edwardsiella ictaluri*. J. Aquat. Anim. Health 8(3), 249-254.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa Tese é apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, da UFMS – Universidade Federal de Mato grosso do Sul, FAMEZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. O doutorado foi realizado em um total de 4 anos, sendo 3 realizados no Brasil e um ano realizado com bolsa de estudo fora do país (Estados Unidos). Os artigos apresentados nesta Tese de doutorado fazem parte de um grande projeto de pesquisa, focado na produção de surubins, totalizando 3 experimentos de aproximadamente 12 meses cada um. O primeiro experimento foi realizado em piscicultura comercial na cidade de Nova Alvorada do Sul, Mato Grosso do Sul - Brasil, visando comparar o desempenho, curva de crescimento, qualidade de carne e rendimento de carcaça e custo de produção de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e cachapinta (*P. reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*) produzidos em tanques-rede. O segundo experimento foi realizado na estação de piscicultura da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Mato Grosso do Sul – Brasil, com o objetivo de avaliar o desempenho, curva de crescimento, qualidade de carne e rendimento de carcaça e custo de produção do híbrido pintado da Amazônia *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus* produzidos em viveiros com diferentes níveis de proteína bruta na ração. O terceiro experimento foi desenvolvido na estação de piscicultura da Universidade de Auburn, Alabama - Estados Unidos, e o objetivo foi avaliar o desempenho e custo de produção do channel catfish (*Ictalurus punctatus*) produzidos em raceways. Todas essas pesquisas irão gerar nove artigos, no entanto, por conta do tempo hábil, nesta Tese foi apresentado dois artigos, o primeiro com o título: Desempenho zootécnico do cachara e híbrido cachapinta (artigo publicado na revista BIP – Boletim do Instituto de Pesca) e o segundo que tem como título: Curva

de crescimento do cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e do híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*) (artigo elaborado de acordo com a revista Fisheries Research).

APÊNDICES

PRODUCTION PERFORMANCE OF CACHARA AND HYBRID CACHAPINTA*

Letícia Emiliani FANTINI^{1,2}; Guilherme Nunes KINJO JUNIOR²; Rhayssa Silva PEREIRA²; Luana Barbosa PIRES^{1,2}; Ruy Alberto Caetano CORRÊA FILHO^{1,2}; Jayme Aparecido POVH^{1,2}

ABSTRACT

This study aimed to compare the growth performance of surubins (cachara *Pseudoplatystoma reticulatum* and hybrid cachapinta *P. reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans*) produced in cages. The experiment had a randomized design with two treatments and three replicates, with one cage comprising an experimental unit, i.e., six cages in total. Fingerlings of the two genetic groups (cachara and hybrid cachapinta) were fed twice a day with extruded feed for carnivorous fishes. After 216 days of production, the growth parameters were evaluated, including total length, final weight, final biomass, biomass gain, survival, and apparent feed conversion values. No differences were found between cachara and cachapinta in the variables analyzed. In conclusion, cachara and cachapinta produced in cages exhibit the same growth performances.

Keywords: cages; growth; *Pseudoplatystoma*; surubim.

DESEMPENHO PRODUTIVO DO CACHARA E HÍBRIDO CACHAPINTA

RESUMO

Objetivou-se comparar o desempenho zootécnico do cachara, *Pseudoplatystoma reticulatum*, e do híbrido cachapinta, *P. reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans*, produzidos em tanques-rede. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e três repetições, sendo que cada tanque-rede foi considerado uma unidade experimental, totalizando seis tanques-rede. Alevinos dos dois grupos genéticos (cachara e cachapinta) foram alimentados duas vezes ao dia com ração extrusada para peixes carnívoros. Após 216 dias de produção, os parâmetros zootécnicos avaliados foram: comprimento total, peso final, biomassa final, ganho de biomassa, sobrevivência e conversão alimentar aparente. Não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas entre cachara e cachapinta. Pode-se concluir que o cachara e cachapinta produzidos em tanque-rede apresentam o mesmo desempenho zootécnico.

Palavras-chave: tanque-rede; crescimento; *Pseudoplatystoma*; surubim.

Scientific Note/Nota Científica: Recebida em 05/12/2016 - Aprovada em 13/06/2017

¹ Mato Grosso do Sul Federal University (UFMS), Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science (FAMEZ), Animal Science Graduate Program, Av. Senador Filinto Müller, 2443 - Vila Ipiranga - CEP: 79070-900 - Campo Grande - MS - Brazil. e-mail: leticia.emiliani@hotmail.com (corresponding author);

² Aquaculture Study Group (AQUIMS) - Mato Grosso do Sul Federal University (UFMS)

* Financial support: Foundation for the Support and Development of Education, Science and Technology from the State of Mato Grosso do Sul (FUNDECT; process 23/200.485/2014).

INTRODUCTION

Surubins (pintado, cachara, and their hybrids) that are adapted to production in cages exhibit reasonable performance and survival within these systems. Although some performance characteristics might be elevated in excavated nursery ponds, the biomass is usually higher in intensive cages systems.

Fish production in cages provides an alternative to conventional fish farming practices for the practical use of water bodies that face difficulties using these conventional methods (CAMPOS *et al.*, 2007). Cages positioned at sites having large quantities of high-quality water allow for the use of high storage densities compared to fish production in ponds.

Cachapinta hybrids *Pseudoplatystoma reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans* have been produced in Brazil with an aim to increase productivity from heterosis, as there is an absence of genetic improvement programs for these species. Information comparing the performances of these hybrid fishes with purebred fish during all production stages is lacking. The hypothesis that there are real gains from heterosis in the performance characteristics of hybrids has caused an increase in the use of these hybrids in Brazilian fish farming; however, in many situations, this hypothesis might not be true. Thus, the present study aims to compare the growth performances of cachara with those of hybrid cachapinta produced in cages.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted using floating cages placed in a 24-ha hill side pond in a commercial fish farm located in Nova Alvorada do Sul, state of Mato Grosso do Sul, Brazil (21°27'51"S and 54°23'3"W). Two groups of fish were used: the pure species cachara (*P. reticulatum*) and the hybrid cachapinta obtained by cross breeding the female cachara (*P. reticulatum*) with male pintado (*P. corruscans*). Fingerlings of both groups of fish (mean weight of 60 g ± 0,005) were bought from a local commercial hatchery and were originated from the spawning of wild caught broodfish.

A randomized experimental design was established with two treatments (cachara and cachapinta) and three replicates, using six 13.5-m³ cages. Three cages were stocked with cachara at 144 fish per cage and three cages with hybrid cachapinta at 127 fish per cage. Fingerlings were acclimated in the cages for 14 days previous to the start of the experimental period. Mean weight of fish at the start of the experiment were 75 ± 0,004 g and 85 ± 0,001 g for cachara and cachapinta, respectively. The unequal number of fish for each group was set in order to start the experiment with equal fish biomass in all cages. The experimental period lasted for 216 days.

Water samples were collected monthly from the dam at three points close to the cages, from which alkalinity, hardness, and total ammonia were evaluated, according to standard methods (APHA, 2012). Temperature, dissolved oxygen, and pH (monthly) analyses of the water were conducted using an YSI ProPlus multiparameter meter.

The fishes were fed twice a day, in the morning and afternoon, with extruded feed for carnivorous fishes. The ration amount offered to the fish was based on the total biomass of each cages, adjusted after the biometrics, where the amount of feed was calculated based on the decreasing biomass percentage, starting with 8% and finishing with 3%. Feed with 40% crude protein was used during the 30 to 800 g growth stage and 38% crude protein was used during the final stage, with more than 800 g (Table 1).

Seven biometrics were performed every 30 days in 20% of the fishes from each experimental unit. Before the biometric analyses, fishes were anesthetized with eugenol (Biodinâmica Química e Farmacêutica LTDA) at a concentration of 50 mg L⁻¹ until the surgical anesthesia stage was reached, as recommended by ROSS and ROSS (1999). The biometric measurements were preceded by a 24-h fasting. The procedures adopted in the present study were approved by the Ethics Committee on Animal Use - CEUA/UFMS (Protocol N° 642/2014).

The growth characteristics evaluated included total length - TL (measurement from the anterior end of the mouth to the end of the caudal fin);

final weight - FW; final biomass - FB; biomass gain - BG = (final biomass - initial biomass); survival - SUR.% = [(final number of fishes x 100)/Initial number of fishes]; and apparent feed conversion - AFC = (feed intake/biomass gain) values.

Table 1. Pellet grain size and percentage composition of the feed used during production of cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) and cachapinta (*P. reticulatum* x *P. corruscans*).

Variables	Weight class (g)			
	30 - 100	100 - 300	300 - 800	> 800
Pellet grain size (mm)	2 - 3	4 - 5	7 - 9	13 - 15
Crude protein (%)	40.0	40.0	40.0	38.0
Ether extract (%)	11.0	11.0	9.0	9.0
Fibrous material (%)	2.5	2.5	2.8	3.2
Mineral material (%)	14.0	14.0	10.0	12.5
Calcium (%)	3.5	3.5	3.5	3.8
Phosphorus (%)	2.0	2.0	1.8	2.0
DM (%)	12.0	12.0	12.0	12.0

The results of the experiment were adjusted for a density of 135 fishes per cages. Since the mean weight of the groups differed, the numbers of fish were adjusted at the onset of the experiment so that the density in kg per m³ remained the same for each cage, irrespective of the group present. Student's *t*-test was used to compare between groups for the dependent variables, assuming equivalent variances ($P > 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

The mean temperature, dissolved oxygen, pH, and total ammonia values of the water during the months of production were 25.80 ± 1.62 °C, 7.87 ± 0.18 mg L⁻¹, 7.39 ± 0.24 , and 0.11 ± 0.01 mg L⁻¹, respectively. These water characteristics are within the recommended values for fish farming, as advocated by ARANA (1997). The values for alkalinity and total hardness of the water were slightly below the ideal values recommended by this author, being 15.02 ± 1.48 and 14.06 ± 2.27 mg L⁻¹, respectively. There was no significant difference between the two treatments ($P > 0.05$).

Hybrid individuals exhibit high degree of heterosis. However, higher heterosis does not necessarily imply in better production performance. Improvement in production for pure *Pseudoplatystoma* species can be also achieved through the development of a breeding program, as occurs with other fishes and animals. According to PONZONI *et al.* (2005), breeding

programs with several fish species have shown that the resultant genetic changes can lead to a 15% growth rate per generation in well conducted programs.

The growth characteristics of the groups, cachara and cachapinta, produced in cages for 216 days were not statistically different ($P > 0.05$) (Table 2). Fish farmers have reported that cachapinta perform better than the purebred fishes, as they are more docile, receive inert feed more easily, and exhibit higher growth rates (CREPALDI *et al.*, 2006; LOPERA-BARRERO *et al.*, 2011). OLIVEIRA *et al.* (2014) observed that the cachapinta group exhibited better growth performances after 150 days of production in earth ponds, which examined the same groups as those used in the present study. The cachapinta group did not display different growth performances to those of the cachara group in the present study.

These results of total length in the present study are similar to those obtained by SCORVO FILHO *et al.* (2008) and LIRANÇO *et al.* (2011), who observed values between 57.31 ± 6.42 cm and 45.10 ± 4.8 cm, respectively, for surubins within the same weight range (1.556 ± 0.09 g for hybrid and 1.639 ± 0.24 g for cachara).

SCORVO FILHO *et al.* (2008) obtained a survival rate of 69.55 to 70.56% while working with pintados in cages. In a previous study examining surubim (*Pseudoplatystoma* spp.),

TURRA *et al.* (2009) observed higher biomass with increasing density, although the weight gain rate decreased and feed conversion and survival rate remained constant.

Table 2. Mean values (\pm standard deviation) of the performance parameters in cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) and cachapinta (*P. reticulatum* \times *P. corruscans*) genetic groups produced in net-tanks for 216 days.

Variables	Genetic group	
	Cachapinta	Cachara
Final length (cm)	54.53 \pm 0.77	58.27 \pm 2.32
Final weight (kg)	1.556 \pm 0.09	1.639 \pm 0.24
Final biomass (kg)	185.35 \pm 18.66	199.43 \pm 51.43
Biomass gain (kg)	173.81 \pm 19.38	189.28 \pm 51.75
Survival (%)	92.97 \pm 5.63	84.74 \pm 9.89
Apparent feed conversion	03.15 \pm 0.47	03.34 \pm 1.04

Means followed by the same letter in the rows do not differ by Student *t*-test ($P > 0.05$), assuming equivalent variances.

The genotype-environment interaction might influence cachapinta production, where in certain situations the hybrid may exhibit enhanced growth characteristics compared to the purebred species (BENTSEN *et al.*, 2012), although this might not occur in other situations (KHAW *et al.*, 2012). According to GJEDREM and BARANSKI (2009), it is very difficult to predict systematically the results that will be obtained from the hybrids.

The feed efficiency in fishes is affected by the species, stock density, production system, feed used, water quality, feed protein level, and production stage (ARBELÁEZ-ROJAS *et al.*, 2002). In the evaluated genetic groups, the AFC values were similar, indicating that hybridization did not lead to an improved AFC value. Similar results were obtained by ZANARDI *et al.* (2008) who observed AFC values for pintado between 2.37 and 3.94. This result is contrary to the hypothesis that this hybrid is better than pure cachara.

Currently, different surubim hybrids are produced, since these can be obtained from eight *Pseudoplatystoma* species (BUTRAGO-SÚAREZ and BURR 2007) and their hybrids, which are prolific (PORTO-FORESTI *et al.*, 2008). This reveals the potential for great differences in the produced genetic groups, which might be reflected in the differences observed in growth performance. Additionally, it is difficult to distinguish the different hybrids of surubins from

each other, since the spotted pattern and other characteristics do not allow confidence in the determination of the species involved in the cross breeding. To overcome this problem, VADNI *et al.* (2014) recommends molecular analysis (RFLP-PCR molecular marker) to determine the specific species of these genera and hybrids. The comparison between different genetic groups must be carefully analyzed, since it depends on the analyzed characteristics with the possible genetic effects of parental fishes and the genotype-environment interaction.

CONCLUSION

Cachara and cachapinta produced in cages exhibited similar growth performances.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank FUNDECT - Foundation for the Support and Development of Education, Science and Technology from the State of Mato Grosso do Sul for financial support for this project.

REFERENCES

- ARANA, L.A.V. 1997 *Princípios químicos da qualidade da água em Aquicultura*. Florianópolis: UFSC. 166p.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSI, D.M.; FIM, J.D.I. 2002 Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon*

- cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3): 1059-1069.
- BENTSEN, H.B.; GJERDE, B.; NGUYEN, N.H.; RYE, M.; PONZONI, R.W.; PALADA DE VERA, M.S.; BOLIVAR, H.L.; VELASCO, R.R.; DANTING, J.C.; DIONISIO, E.E.; LONGALONG, F.M.; REYES, R.A.; ABELLA, T.A.; TAYAMEN, M.M.; EKNATH, A.E. 2012 Genetic improvement of farmed tilapia: Genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments. *Aquaculture*, 338-341: 56-65.
- BUITRAGO-SUÁREZ, U.A. and BURR, B.M. 2007 Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Ebleker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*, 1512(1): 1-36.
- CAMPOS, C.M.; GANECO, L.N.; CASTELLANI, D.; MARTINS, M.L.E. 2007 Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33(2): 265-271.
- CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E.A.; RIBEIRO, L.P.; COSTA, A.A.P.; MELO, D.C.; CINTRA, A.P.R.; PRADO, S.A.; COSTA, F.A.A.; DRUMOND, M.L.; LOPES, V.E.; MORAES, V.E. 2006 O surubim na aquicultura do Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 30(3-4): 150-158.
- GJEDREM, T.; BARANSKI, M. 2009 *Selective breeding in aquaculture: an introduction*. Dordrecht: Springer. 221p. (Methods and technologies in fish biology and fisheries, 10).
- KHAW, H.L.; PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; ABU-BAKAR, K.R.; BIJMA, P. 2012 Genotype by production environment interaction in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 326-329: 53-60.
- LIRANÇO, A.D.S.; ROMAGOSA, E.A.N.D.; SCORVO FILHO, J.D. 2011 Desempenho produtivo de *Pseudoplatystoma corruscans* estocados em sistemas de criação: semi-intensivo (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede). *Ciência Rural*, 41(3): 524-530.
- LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; VARGAS, L.D.M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIGMAYER, M. 2011 As principais espécies produzidas no Brasil. In: LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; VARGAS, L.D.M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIGMAYER, M. *Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo*. Guaxiba: Agrolivros, p.143-215.
- OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, C.A.L.; RODRIGUES, R.A.; SANCHEZ, M.S.S.; NUNES, A.L.; FANTINI, L.E.; CAMPOS, C.M. 2014 Crescimento de juvenis de *Pseudoplatystoma reticulatum* e *Pseudoplatystoma* spp. em viveiro. *Seminário Ciências Agrárias*, 35(2): 1091-1098.
- PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TAN, S.; KAMARUZZAMAN, N. 2005 Genetic parameters and response for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 247(1-4): 203-210.
- PORTO-FORESTI, F.; HASHIMOTO, D.T.; ALVES, A.L.; ALMEIDA, R.B.C.; BORTOLOZZI, J.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F. 2008 Cytogenetic markers as diagnoses in the identification of the hybrid between Piaçu (*Leporinus macrocephalus*) and Piapara (*Leporinus elongatus*). *Genetics and Molecular Biology*, 31(1): 195-202.
- ROSS, L.G.; ROSS, B. 1999 *Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals*. 2ª ed. Oxford: Blackwell Science. 176p.
- SCORVO FILHO, J.D.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, L.M.S.; SCORVO, C.M.D.F. 2008 Desempenho produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), submetidos a diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34(2): 181-188.
- APHA. 2012 *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22ª ed. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation. 1496p.
- TURRA, E.M.; QUEIROZ, B.M.; TEIXEIRA, E.A.; FARIA, P.M.C.; CREPALDI, D.V.; RIBEIRO, L.P. 2009 Densidade de estocagem do surubim *Pseudoplatystoma* spp. cultivado em tanque-rede. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 10(1): 177-187.
- VAINI, J.O.; GREBOLIA, A.B.; PRADO, F.D.; PORTO-FORESTI, F. 2014 Genetic identification of

interspecific hybrid of Neotropical catfish species (*Pseudoplatystoma corruscans* vs. *Pseudoplatystoma reticulatum*) in rivers of Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 12(3): 635-641.

ZANARDI, M.F.; BOQUEMBUZO, J.E.; KOBERSTEIN, T.C.R. 2008 Desempenho de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) alimentados com três diferentes dietas. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 6(4): 445-450.