

Greyce Kelly da Silva Aparício

**DESEMPENHO ZOOTECNICO DE FÊMEAS DE JUNDIÁ
Rhamdia quelen (QUOY & GAIMARD, 1984) PRODUZIDAS POR
INVERSÃO SEXUAL INDIRETA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

Orientador: Alex Pires de Oliveira Nuñez

Florianópolis - SC
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Aparício, Greyce Kelly da Silva
Desempenho zootécnico de fêmeas de jundiá
Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1984) produzidas
por inversão sexual indireta / Greyce Kelly da
Silva Aparício ; orientador, Alex Pires de Oliveira
Nuñez, 2018.
47 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias,
Programa de Pós-Graduação em Aquicultura,
Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Aquicultura. 2. Crescimento. 3. Monosexo. 4.
Neomachos. 5. Desempenho produtivo. I. Nuñez, Alex
Pires de Oliveira . II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Aquicultura. III. Título.

Desempenho zootécnico de fêmeas de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1984) produzidas por inversão sexual indireta

Por

GREYCE KELLY DA SILVA APARÍCIO

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de
Pós-Graduação em Aquicultura.

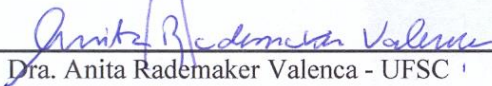


Profa. Leila Hayashi, Dra.
Coordenadora do PPG em Aquicultura

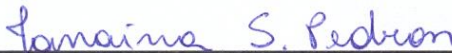
Banca Examinadora:



Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez – *Orientador*



Dra. Anita Rademaker Valença - UFSC



Dra. Janaina dos Santos Pedron - UFSC

Este trabalho é dedicado à minha amada filha Emanuele Caroline e aos meus amados pais Sidney e Rosa Aparício.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo amor, fé, bênçãos e força para superar todas as dificuldades encontradas ao longo dos dias.

Aos meus pais Sidney e Rosa Aparício pelo amor, confiança, paciência, dedicação e principalmente pelo apoio incondicional com a minha filha.

Aos meus Irmãos por todo amor, carinho, apoio e conselhos.

Ao meu Orientador, Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez, pela confiança, oportunidade, generosidade, amizade e ensinamentos. Admiro e respeito muito o senhor, obrigada por tudo.

Ao Dr. Luciano Augusto Weiss pelo apoio, amizade, conselhos, confiança e ensinamentos. Sem a sua colaboração, não seria possível concluir este projeto. Admiro muito você, obrigada.

A Tania Maria pela amizade e apoio durante estes dois anos.

A Universidade Federal de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, pela oportunidade de estudar e poder contribuir com esta instituição.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro concedido.

Ao LAPAD e aos funcionários pela infraestrutura e apoio durante este projeto, vocês foram essenciais, agradeço de coração.

Aos meus amigos e segunda família, Jeisa Castro, Leyciane Souza, Ewerton Calixto e Moara Johann, pela amizade incondicional, apoio e força nos momentos de alegria e tristeza. Cada momento ao lado de vocês vou guardar para o resto da vida, Uma amizade verdadeira como a nossa encontra-se muito rara nos dias de hoje e eu do fundo do meu coração agradeço a Deus por ter colocado vocês no meu caminho. Amor... é o que sinto por cada um.

Aos amigos Diogo e Emília Spanghero, obrigada por tudo.

A todas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente na conclusão deste projeto.

Você pode sonhar, criar, desenhar e construir o lugar mais maravilhoso do mundo. Mas é necessário ter pessoas para transformar seu sonho em realidade.

(Walt Disney)

RESUMO GERAL

No cultivo do jundiá (*Rhamdia quelen*), os machos e as fêmeas apresentam o mesmo crescimento até cerca de 150 dias, sendo que após este período as fêmeas apresentam maior taxa de crescimento. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de *R. quelen*, comparando o desempenho produtivo de lotes de fêmeas, de machos e de sexos misturados. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com os tratamentos F, composto exclusivamente por fêmeas; M, composto exclusivamente por machos, e F+M, composto por machos e fêmeas, aplicadas em três repetições. Os lotes formados exclusivamente por fêmeas foram compostos por descendentes do cruzamento entre neomachos com fêmeas selvagens, e os demais lotes foram compostos por descendentes de reprodutores selvagens. O experimento foi realizado em um sistema de recirculação de água com temperatura controlada (25 °C). Foram utilizadas nove unidades experimentais com densidade de estocagem de 14 peixes/tanque, totalizando 42 peixes por tratamento e 126. Cada unidade experimental compunha jundiás com peso médio de $10,86 \pm 4,10$ e comprimento inicial de $13,32 \pm 1,44$ respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, não houve diferença significativa entre os parâmetros analisados em todos os tratamentos.

Palavras-chave: Aquicultura. Crescimento. Monosexo. Neomachos. Desempenho produtivo

ABSTRACT

In the cultivation of jundiá (*Rhamdia quelen*), males and females show the same growth up to about 150 days, after which females present a higher growth rate. In this sense, the objective of this study was to evaluate the growth of *R. quelen*, comparing the productive performance of lots of females, males and mixed sexes. The study used the completely random design, with treatments F, composed exclusively of females; M, composed exclusively of males, and F + M, composed of males and females, applied in three replicates. The lots composed exclusively of females were composed of descendants of the cross between neomales and wild females, and the other lots were composed of descendants of wild broodstock. The experiment was carried out in a controlled temperature (25 °C) water recirculation system. Nine experimental units were used stocked with of 14 fish/tank. The average initial weight and length were 10.86 ± 4.10 g and 13.32 ± 1.44 cm, respectively. The results showed that there was no significant difference between the parameters analyzed in all treatments.

Keywords: Aquaculture. Growth. Monosexo. Neomachos. Productive performance

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Desempenho zootécnico obtido no cultivo de fêmeas descendentes de neomachos, de machos e de fêmeas+machos descendentes de reprodutores selvagens de *Rhamdia quelen* pelo período de 128 dias..... 32
- Tabela 2. Índices gonadossomático e hepatossomático obtido no cultivo de fêmeas descendentes de neomachos, de machos e de fêmeas+machos descendentes de reprodutores selvagens de *Rhamdia quelen* pelo período de 128 dias..... 33
- Tabela 3. Composição bromatológica da carcaça de fêmeas descendentes de neomachos, de machos e de fêmeas+machos descendentes de reprodutores selvagens de *Rhamdia quelen* em cultivo pelo período de 128 dias. Cálcio (Ca), Fósforo (P), Lipídios (Li), Matéria mineral (MM), Matéria seca (MS), Proteína bruta (PB) e ração..... 34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	19
1.1. OBJETIVO.....	23
1.1.1. Objetivo geral.....	23
1.1.2. Objetivos específicos.....	23
2. METODOLOGIA GERAL.....	25
2.1 LOCAL DO ESTUDO.....	25
2.2 PRODUÇÃO DOS DESCENDENTES.....	25
3. ARTIGO CIENTÍFICO.....	27
1. INTRODUÇÃO.....	28
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1. Descendências.....	30
2.2. Delineamento experimental.....	30
2.3. Qualidade de água.....	31
2.4. Parâmetros zootécnicos.....	31
2.5 Índice gonadossomático e hepatossomático.....	32
2.6 Análise bromatológica.....	32
2.7 Análise dos dados.....	32
3. RESULTADOS.....	32
3.1. Parâmetros zootécnicos.....	33
3.2. Índice gonadossomático e hepatossomático.....	34
3.3 Análise bromatológica.....	34
4. DISCUSSÃO.....	35
5. CONCLUSÃO.....	37
6. REFERÊNCIAS.....	37
REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	43

1 INTRODUÇÃO GERAL

O consumo mundial de pescado tem crescido significativamente nas últimas décadas, e esta situação decorre principalmente do crescimento populacional e da busca por alimentos mais saudáveis (BRABO et al., 2016).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a crescente produção mundial de pescados no decorrer dos últimos 50 anos ($\pm 3,2\%$ ao ano), demonstra que o consumo per capita aparente de pescado atingiu 19,7 kg por ano, superando os 9,9 kg registrados em 1960; os dados atuais projetam um crescimento de 20 kg para os anos de 2014 e 2015 (FAO, 2016).

Em 2014 a produção mundial de pescado, atingiu 167,2 milhões de toneladas, com a pesca sendo responsável por 93,4 milhões de toneladas e a aquicultura 73,8 milhões (FAO, 2016). Ainda segundo a FAO, os peixes são os organismos aquáticos mais cultivados, com 47,1 milhões de toneladas. Dados mais atuais estimam que entre 2013 a 2015 a produção total de pescado no Brasil atingiu 1.327 mil toneladas (FAO, 2016).

Em termos de aquicultura, o Brasil produziu em 2016 o valor total de produção foi de 580.069,30 t, sendo 507.121,92 t oriundas da produção total da piscicultura, cujo aumento foi de 4,4% (IBGE, 2016).

Embora tenha apresentado considerável crescimento, o setor aquícola poderia ter alcançado valores maiores, entretanto, a falta de organização entre os produtores e a falta de uma política mais efetiva para o setor, impedem a mudança deste quadro (KUBITZA, 2015). Ainda segundo este autor, o Brasil é classificado como um país com grande potencial para aquicultura, pois apresenta um mercado interno forte, áreas e clima favoráveis para criações, entre outros.

Os estados de maior produção de peixes no ano de 2016 estão localizados nas regiões Norte, Sul e Sudeste, que apresentaram crescimento de 1,4%, 6,9% e 43,1% respectivamente, enquanto as regiões Nordeste e Centro-Oeste apresentaram uma queda de 7,8% e 11,8% (IBGE, 2016). Segundo o Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE, 2016) a queda da produção no Nordeste está diretamente relacionada a crise hídrica que afetou o estado nos últimos anos.

O Estado de Rondônia como maior produtor em 2016, atingiu 90,64 mil toneladas de peixes (17,9% do total produzido), mostrando um aumento de 7,3% em relação ao ano anterior; o estado do Paraná obteve a segunda colocação com 76,06 mil toneladas (15,0 %),

mostrando um aumento de 9,8%; São Paulo obteve o terceiro lugar com 48,35 mil toneladas, seguido respectivamente do estado do Mato Grosso, com 40,41 mil toneladas (8,0 %), e pelo estado de Santa Catarina, com 34,71 mil toneladas (6,8 %) (IBGE, 2016).

Segundo a ACEB (2014) a região Sul apresentou destaque na piscicultura, principalmente quanto ao cultivo de espécies exóticas. O estado do Paraná foi o maior produtor piscícola desta região, seguido pelos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (IBGE, 2016).

O estado de Santa Catarina produziu no ano de 2015 uma média de 42,7 mil toneladas, o que representa um crescimento de 8,3% entre os anos de 2005 a 2015 (SILVA *et al.*, 2017). No estado os grupos de peixes mais cultivados foram as tilápias (71,21%), as carpas (22,57%), os jundiás (1,74%), as trutas (1,64%), espécies variadas (1,45%) e o catfish (1,39%).

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) vem sendo mais cultivada nos estados do Paraná e de Santa Catarina, e de carpas (*Cyprinus carpio*), no Rio Grande do Sul, porém, outras espécies como o jundiá (*Rhamdia quelen*) e o bagre-americano (*Ictalurus punctatus*) também são produzidas (BRABO *et al.*, 2016).

A presença de espécies nativas no cultivo brasileiro é inferior a 45% do total produzido pela piscicultura, quadro este bem distinto da Ásia, onde 95% dos cultivos estão baseados em espécies nativas (ACEB, 2014).

Com intuito de mudar este cenário, muitos estudos estão sendo realizados para desenvolver o cultivo de espécies nativas. Várias espécies nativas apresentam grande potencial para piscicultura, como características satisfatórias relacionadas à qualidade da carne e adaptação a sistemas de criação (NAVARRO *et al.*, 2002).

O jundiá é uma das espécies mais produzidas na região Sul do Brasil, e sua criação vem se desenvolvendo e intensificando com o surgimento de novas tecnologias de cultivo, o que por sua vez amplia as vantagens para a criação desta espécie.

Dados de produção da EPAGRI (2015) indicaram que em 2015 o estado de Santa Catarina produziu 739.272 t de jundiá, que esteve acima da produção de trutas (699.800 t) e catfish (593.500 t).

Rhamdia quelen (QUOY & GAIMARD, 1824) é uma espécie com distribuição na América do Sul (PERDICES *et al.*, 2002). que tem sido utilizado em diversas pesquisas, relacionada principalmente com sua reprodução, crescimento, tolerância a temperatura e exigências nutricionais (MARCHIORO e BALDISSEROTTO 1999; BARCELLOS *et al.*, 2001; MEYER e FRACALLOSSI, 2004; GARCIA, 2014).

Fracalossi et al. (2002) ressaltaram que mesmo em baixas temperaturas, o jundiá apresenta um rápido crescimento, e que sua reprodução ocorre ao longo de todo o ano, exceto no período de junho a agosto.

Em cultivo, ambos os sexos crescem de modo similar nos primeiros meses, no entanto, após um período de cerca de 150 dias, o crescimento das fêmeas supera o dos machos, que entram em maturação sexual (FRACALOSSI *et al.*, 2002; GHIRALDELLI *et al.*, 2007). Os machos de jundiá iniciam sua maturação sexual antes das fêmeas e sua taxa de crescimento é menor nesta fase (HUERGO e ZANIBONI-FILHO, 2006). Segundo Fracalossi et al. (2002), a redução do crescimento possivelmente acontece porque a energia utilizada para o crescimento é direcionada para produção de gametas. Desse modo, as fêmeas podem atingir um crescimento 30% superior ao apresentado pelos machos, em período inferior a um ano (BALDISSEROTTO e RADÜNZ, 2005).

Embora muitas informações sobre a criação desta espécie em cativeiro já tenham sido produzidas (AMARAL JUNIOR *et al.*, 2008; COMOLLI *et al.*, 2013); TESSARO *et al.*, (2012), ainda existem entraves que precisam ser avaliados. Dentre estes, o canibalismo nas fases iniciais, a susceptibilidade à ictiofitiríase (*Ichthyophthirius multifiliis*), além do crescimento heterogêneo durante o cultivo. O crescimento assimétrico entre os sexos é um fator não desejado para piscicultura. Como as fêmeas de jundiá podem atingir crescimento superior a 30% em relação aos machos, a utilização de lotes monosexo de fêmeas pode produzir vantagens. Segundo Navarro et al. (2008), estas vantagens estão relacionadas a elevação da taxa de crescimento, redução da agressividade, maior semelhança de tamanho e redução de gastos energéticos com a reprodução.

Quando se pretende produzir lotes monosexo ou estéreis, vários métodos podem ser aplicados, entretanto poucos são economicamente viáveis. Entre os métodos mais comuns está a técnica de inversão sexual (TABATA, 2000).

Ao iniciar a embriogênese, os peixes não apresentam o sexo definido, pois não possuem ovários, testículos ou outras características relacionadas ao sistema reprodutivo (CESAR et al., 2004). Ainda segundo o autor, em um momento específico do desenvolvimento embrionário, um sinal químico oriundo de um gene ou de um conjunto de genes indica ao tecido totipotente em qual direção se desenvolver, ou seja, se deve gerar machos ou fêmeas. No momento em que a alteração do sexo fisiológico de um peixe é possível, a ingestão ou absorção de

esteroides anabolizantes pode intervir na diferenciação sexual (DEVLIN e NAGAHAMA, 2002).

Para se produzir lotes monosexo, o método mais comum é a inversão sexual direta de larvas, processo no qual são utilizados esteroides sexuais sintéticos, inseridos à ração ou em banhos de imersão (POPMA e GREEN, 1990; MACINTOSH e LITTLE, 1995). Vários hormônios, naturais ou sintéticos, têm sido aplicados na inversão sexual de peixes, sendo os mais utilizados entre os andrógenos o 17α -metiltestosterona, e entre os estrógenos o 17β -estradiol (TOLEDO-FILHO et al., 1996).

Outra técnica aplicada na produção de lotes monosexo é a inversão sexual indireta. Nesta técnica existe a combinação da aplicação de esteroides com a estratégia de cruzamento do plantel de reprodutores (PIFERRER, 2001). Este método já foi aplicado no cultivo do *Oreochromis niloticus* (CALHOUN e SHELTON, 1983) e de salmonídeos (FEIST et al., 1995; HUNTER et al., 1983; PIFERRER e DONALDSON, 1989).

A inversão sexual indireta aplicada em salmonídeos (HUNTER et al., 1983; PIFERRER e DONALDSON, 1989) é uma técnica utilizada para obtenção de lotes monossexo de fêmeas, que consiste na masculinização de fêmeas genotípicas com hormônio androgênico, produzindo fêmeas com fenótipo de machos, denominado de neomachos, sendo em seguida realizada fertilização dos ovócitos de fêmeas normais com o sêmen de neomachos, o que teoricamente resultaria numa progênie com 100% de fêmeas fenotípicas e genotípicas (TOLEDO-FILHO et al., 1996).

Embora o método de inversão indireta seja mais demorado, ele apresenta excelentes vantagens, como a de gerar reprodutores neomachos frequentes para vários cruzamentos e de se obter descendentes livre de hormônios, ou seja, peixes saudáveis quando destinado ao consumo humano (PIFERRER, 2001; DEVLIN e NAGAHAMA, 2002).

A técnica de inversão sexual indireta em *Rhamdia quelen*, foi aplicada por Weiss, Bernardes Júnior e Nuñez (2016), que produziu descendência de neomachos (cruzamento de reprodutor neomacho com reprodutor selvagem) com 79,75% de fêmeas. Segundo o autor, esta proporção de fêmeas não foi ainda maior devido à possível interferência de genes autossômicos ou de interações poligênicas.

No entanto, estudos sobre o desempenho zootécnico dessas fêmeas, descendentes de neomachos, ainda não foram realizados. Deste modo o presente trabalho visa avaliar e comparar o crescimento de lotes

compostos exclusivamente por fêmeas oriundas de reprodutores neomachos, com lotes compostos exclusivamente por machos e com lotes de sexos misturados.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar o crescimento da descendência feminina de neomachos de jundiá *Rhamdia quelen*.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Comparar o desempenho zootécnico da descendência feminina de neomachos de jundiá e compará-lo ao obtido por descendentes de reprodutores selvagens;
- Comparar e comparar o índice gonadossomático e hepatossomático destas descendências;
- Análise bromatológica das diferentes descendências ao final do experimento.

Este trabalho será submetido em forma de artigo científico para a revista *Aquaculture Research* (ISSN online 1365-2109). Qualis A2 e fator de impacto, 1.461.

2 METODOLOGIA GERAL

2.1. LOCAL DO ESTUDO

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD/UFSC) do Departamento de Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado na região sul da ilha de Santa Catarina (Florianópolis/SC, Brasil).

O LAPAD dispõe de três sistemas independentes de circulação de água que apresentam capacidade de 20 m³, filtros mecânicos e biológicos, trocadores de calor e compressores de ar.

2.2. PRODUÇÃO DAS DESCENDÊNCIAS

Os peixes utilizados neste experimento foram produzidos a partir de cruzamentos distintos entre dois reprodutores selvagens de *Rhamdia quelen* e entre reprodutores selvagens com reprodutores neomachos.

Para a produção da descendência dos reprodutores selvagens foram utilizados animais selvagens, capturados na região do alto rio Uruguai, que integram o plantel de reprodutores do LAPAD.

Os peixes foram selecionados e submetidos à indução hormonal com a finalidade de alcançar maturação final e desova. As fêmeas selecionadas receberam duas doses de extrato de pituitária de carpa (EPC) de 0,5 mg/kg e 5,0 mg/kg, no período de 12 horas. Os machos receberam apenas uma dose de 4,0 mg/kg de EPC, quando da aplicação da segunda dose nas fêmeas.

Após o procedimento de indução, a coleta dos gametas ocorreu 215 horas-grau depois da segunda dose, sendo que os ovócitos e os espermatozoides foram coletados separadamente. Um “pool” de sêmen de dois machos foi mesclado a um “pool” de ovócitos de duas fêmeas, e posteriormente os ovos foram transferidos para incubadoras cilindro-cônicas de 60 L, acopladas a um sistema de recirculação com temperatura controlada da água (25 °C).

Para a produção da descendência de neomachos, foram utilizados 10 g de ovócitos de uma única fêmea selvagem que foram fertilizados com um pool de sêmen de três neomachos na proporção de 0,5 ml/neomacho. Após a fertilização, os ovos também foram transferidos para incubadoras com capacidade de 10L, onde permaneceram até o início da alimentação exógena.

No início da alimentação exógena, as larvas com dois dias após eclosão foram transferidas para tanques circulares de 100 litros com taxa de renovação da água de oito vezes por dia, onde foram alimentadas três vezes ao dia. A dieta inicial consistia exclusivamente de náuplios de *Artemia* sp., enriquecidos com emulsão nutricional. Esta técnica de enriquecimento foi utilizada por Weiss *et al.*, (2017), com intuito de melhorar as condições nutricionais dos náuplios que imersos nesta emulsão, absorvem nutrientes e conseqüentemente viram alimento benéfico às larvas.

A alimentação com *Artemia* sp., foi realizada três vezes ao dia (09:00, 12:00 e 17:30 h) até a mudança para ração comercial. No primeiro momento foi reduzida a quantidade de *Artemia* ofertada e gradativamente ela foi sendo substituída por ração microfloculada, com 44% de proteína bruta (PB).

Ao término de dois meses, os peixes passaram a consumir ração comercial contendo 40% PB, em pellets de 2-4 mm, até a sua saciedade aparente, e foram mantidos nos tanques até o início do experimento.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FÊMEAS DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen* (QUOY & GAIMARD, 1984) PRODUZIDAS POR INVERSÃO SEXUAL INDIRETA

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FÊMEAS DE *Rhamdia quelen*

¹Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce – Universidade Federal de Santa Catarina / CCA / Departamento de Aquicultura, Rodovia Francisco Thomaz dos Santos, 3532 – Armação do Pântano do Sul– Florianópolis – Santa Catarina – Brasil – 88066-260. E-mail¹ greyce.engenharia@gmail.com

RESUMO

O crescimento heterogêneo entre machos e fêmeas é um dos entraves no cultivo do *Rhamdia quelen*, e para reverter esta condição, o cultivo de lotes monossexo feminino é uma alternativa. O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de *R. quelen*, comparando o desempenho produtivo de lotes de fêmeas (F), machos (M) e de sexo misturado (F+M). O lote de fêmeas foi composto por descendentes do cruzamento entre neomachos com fêmeas selvagens, e os demais lotes foram compostos por descendentes de reprodutores selvagens. Foram utilizados juvenis ($n = 126$) com $10,93 \pm 1,21$ g e $13,30 \pm 0,56$ cm, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso com três tratamentos e três repetições na densidade de 14 peixes/tanque. Não foram encontradas diferenças significativas entre os parâmetros zootécnicos analisados ($p > 0,05$). Os índices gonodassomáticos e hepatossomáticos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). O índice gonodassomático encontrado foi de $2,91 \pm 1,62$ (F), $2,34 \pm 0,46$ (M) e $2,08 \pm 1,01$ (F+M) e a relação hepatossomática de $1,82 \pm 0,12$ (F), $1,63 \pm 0,12$ (M) e $1,69 \pm 1,12$ (F+M). A análise bromatológica não mostrou diferenças entre os tratamentos ($p > 0,05$). Os resultados indicam que o desempenho zootécnico de fêmeas descendentes de neomachos é equivalente ao de fêmeas descendentes de reprodutores selvagens.

Palavras-chave: Descendência. Neomachos. Crescimento. Desempenho produtivo

ABSTRACT

The heterogeneous growth between males and females is one of the hindrances in the cultivation of *Rhamdia quelen*, and to reverse this condition, the cultivation of female monosex lots is an alternative. The objective of this study was to evaluate the growth of *R. quelen*, comparing the productive performance of batches of females (F), males (M) and mixed sex (F + M). The lots of females were composed of descendants of the cross between neomales with wild females, and the other lots were composed of offspring of wild breeders. Juveniles ($n = 126$) with 10.93 ± 1.21 g and 13.30 ± 0.56 cm were used, distributed in a completely randomized design with three treatments and three replicates at the density of 14 fish/tank. No significant differences were found between the zootechnical parameters analyzed ($p > 0.05$). The gonadosomatic and hepatosomatic indexes did not present significant differences between treatments ($p > 0.05$). The gonadosomatic index was 2.91 ± 1.62 (F), 2.34 ± 0.46 (M) and 2.08 ± 1.01 (F + M) and the hepatosomatic ratio of 1.82 ± 0.12 (F), 1.63 ± 0.12 (M) and 1.69 ± 1.12 (F + M). The bromatological analysis showed no differences between treatments ($p > 0.05$). The results indicate that the zootechnical performance of females descended from neomales is equivalent to that of females descended from wild reproducers.

Keywords: Offspring. Neomales. Growth. Productive performance

1. INTRODUÇÃO

O *Rhamdia quelen* (QUOY & GAIMARD, 1824) é uma espécie nativa com distribuição na América do Sul (Perdices, Bermingham, Montilla & Doadrio, 2002). No Brasil é uma das espécies nativas mais cultivadas na região Sul, devido às características satisfatórias quanto ao desempenho zootécnico, além de ter sido utilizada em diversas pesquisas relacionadas a reprodução, fisiologia e nutrição (Marchioro & Baldisserotto 1999; Barcellos et al., 2001; Meyer & Fracalossi, 2004; Garcia et al., 2017; Zaniboni-Filho, 2004). Borges Neto, Dutra, Ballester & Portz (2013) ressaltaram que, embora a sua produção venha apresentando grande crescimento, ainda existem entraves, como por exemplo o crescimento heterogêneo entre machos e fêmeas da espécie.

Quando cultivados, ambos os sexos apresentam crescimento similar até cerca de 150 dias, quando as fêmeas começam a apresentar crescimento superior (Fracalossi, Zaniboni-Filho & Meurer, 2002; Ghirdelli, Machado, Fracalossi & Zaniboni-Filho, 2007). Segundo

Fracalossi et al. (2002) a redução do crescimento nos machos, possivelmente acontece porque a energia utilizada para o crescimento é direcionada para produção de gametas. Deste modo, a produção de lotes heterogêneos não é o cenário ideal ao setor produtivo, o uso de lotes monossexo pode potencializar a produção da espécie. Como as fêmeas de *R. quelen* podem atingir crescimento superior a 30% em relação aos machos (Baldisserotto & Radunz Neto, 2010), a utilização de lotes monossexo de fêmeas pode apresentar resultados mais satisfatórios em relação ao tamanho e uniformidade dos lotes.

Para produzir lotes monossexo, o método mais comum é a inversão sexual de larvas, e neste processo são utilizados tanto esteroides sexuais sintéticos, quanto hormônios misturados a ração ou em banho de imersão (Popma & Green, 1990; Macintosh & Little, 1995). Outro método para produzir tais lotes, é conhecido como inversão sexual indireta, que consiste na combinação e aplicação de esteroides juntamente com estratégias de cruzamentos no plantel de reprodutores (Hunter, Donaldson, Stoss & Baker, 1983; Piferrer & Donaldson, 1989). O método indireto é mais demorado, pois realiza duas etapas para obtenção do lote final. Porém a principal vantagem desse método é que os descendentes estarão livres de hormônios. Além disso, uma vez que o lote de reprodutores neomachos esteja formado, a produção de lotes monossexos se torna constante (Piferrer, 2001; Devlin & Nagahama, 2002; Brasil, 2004).

Weiss, Bernardes Júnior & Nuñez (2017) aplicaram a técnica de inversão sexual indireta em *Rhamdia quelen* e obtiveram uma progênie com 79,75% de descendentes femininos com o uso de reprodutores neomachos.

Considerando-se que estudos sobre o desempenho zootécnico de descendentes obtidos por inversão sexual indireta ainda não foram realizados, e que as fêmeas de *R. quelen* crescem mais que os machos, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento de lotes de fêmeas produzidas pela técnica de inversão sexual indireta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Biologia de Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD/UFSC), entre março a julho de 2017, alcançando 128 dias de experimento.

Os procedimentos utilizados neste experimento atenderam ao Protocolo CEUA PP00788, aprovado pelo Comitê de Ética de Uso Animal da Universidade Federal de Santa Catarina.

2.1. Descendências

Os peixes utilizados neste experimento foram produzidos a partir de cruzamentos distintos entre dois reprodutores selvagens de *Rhamdia quelen* e entre reprodutores selvagens com reprodutores neomachos. Os reprodutores selvagens (machos e fêmeas) fazem parte do plantel do LAPAD. O Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina dispõe de um espécime para comprovação da espécie (MZUEL 10549).

Os peixes foram selecionados e submetidos a indução hormonal, tendo sido utilizado um “pool” de sêmen de dois machos misturado a um “pool” de ovócitos de duas fêmeas para a produção dos animais dos tratamentos machos (M) e sexo misturado (F+M).

Para a produção dos animais do tratamento de fêmeas (F) um “pool” de sêmen de três reprodutores neomachos foi misturado aos ovócitos de uma única fêmea.

2.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com três tratamentos (F, M e F+M), em três repetições. O tratamento F foi constituído exclusivamente por fêmeas, descendentes do cruzamento de neomachos, oriundos da inversão sexual indireta aplicada segundo a técnica de Weiss, Bernardes Júnior & Nuñez (2017), com fêmea selvagem. O tratamento M foi constituído unicamente por machos, oriundos de reprodutores selvagens, e o tratamento F+M constituído por animais de sexos diferentes, obtidos de reprodutores selvagens.

A separação entre machos e fêmeas para todos os tratamentos foi realizada por sexagem manual. Este processo foi possível porque os machos já estavam espermiando e pela protuberância no orifício genital. No entanto, a sexagem manual é passível de erro, pois nem todos os peixes apresentam as mesmas características simultaneamente. Devido a isto, uma das repetições do tratamento F foi eliminada, pois a descendência de neomachos obtidas para o experimento alcançou 79,75% de fêmeas, entretanto, grande parte dos 20,25% de machos também adquiridos foram encontrados nesta repetição.

Os animais foram estocados em tanques com capacidade de 150 L, abastecidos com 114 L de água de um sistema de recirculação, com taxa de renovação de 15 vezes ao dia (1,74 ml/s). Foram utilizados 14 peixes por unidade experimental, totalizando 42 peixes por tratamento e 126 peixes para todo o experimento. Os animais dos diferentes

tratamentos apresentavam peso inicial médio (\pm dp) de $10,24 \pm 4,00$ g, $11,07 \pm 4,21$ g e $11,26 \pm 4,09$ g nos tratamentos F, M e F+M, respectivamente, e comprimento inicial médio de $13,09 \pm 1,23$ cm, $13,26 \pm 1,38$ cm e $13,61 \pm 1,70$ cm.

Os peixes foram alimentados com ração comercial contendo 40% de proteína bruta (PB) na proporção de 3,0 % da biomassa, dividida duas vezes ao dia, as 09:00 e às 17:00 h. Durante todo o experimento as sobras de ração foram coletadas após 30 min de cada alimentação e contadas para calcular a conversão alimentar.

A limpeza dos tanques foi realizada a cada 15 dias por sifonagem, para retirada de resíduos da superfície e do fundo.

2.3. Qualidade de água

A cada 15 dias em todas as unidades experimentais, as seguintes variáveis de qualidade de água foram coletadas com auxílio de sonda multiparâmetro YSI Professional Plus® (Yellow Springs, OH, USA): pH, concentração de oxigênio dissolvido (mg/l), temperatura da água ($^{\circ}$ C), salinidade (ppt) e condutividade elétrica (μ S/cm). As concentrações de amônia total (mg/l) e de nitrito (mg/l) foram analisadas em um fotolorímetro (Alfakit AT 10P).

2.4. Parâmetros zootécnicos

A cada 15 dias foram realizadas biometrias em 35% dos peixes de cada unidade experimental, que permaneceram em jejum por 24 h antes do manejo. Em cada biometria todos os peixes foram pesados para obter o peso total dos animais de cada unidade experimental, para que o ajuste da quantidade de ração a ser ofertada pudesse ser realizado.

Para cada tratamento foram calculadas as seguintes variáveis: *Biomassa total* (BT) = peso final x número final de peixes; *Ganho de peso* (GP) = peso médio final – peso médio inicial; *Ganho em comprimento* (GC) = comprimento médio final – comprimento médio inicial; *Sobrevivência* (SO) = (número peixes final x 100) / N° de peixe inicial; *Taxa de crescimento específico* (TCE) (g) = $[(\ln \text{ peso médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}) / \text{tempo} \times 100]$; *Taxa de crescimento específico em comprimento* (TCE, cm) = $[(\ln \text{ comprimento médio final} - \ln \text{ comprimento médio inicial}) / \text{tempo}] \times 100$; *Fator de condição de Fulton* (FC) = peso médio final / comprimento médio³ e *Conversão alimentar aparente* (CAA) = Consumo total de ração / ganho em biomassa.

2.5. Índice gonadossomático e hepatossomático

Ao término do experimento, os peixes foram eutanasiados com uma solução de eugenol (1,0 mg/L) para retirada das gônadas e do fígado, com o propósito de calcular o índice gonadossomáticos (IGS) e hepatossomático (IHS) pelas seguintes expressões: $IGS = \text{peso da gônada} / \text{peso total do peixe} \times 100$ e $IHS = \text{peso do fígado} / \text{peso total do peixe} \times 100$.

Os resultados foram analisados para verificar a existência de influência do desenvolvimento gonadal sobre os sexos, assim como analisar a influência do peso total das gônadas e fígado no peso total dos peixes.

2.6. Análise bromatológica

A análise bromatológica da ração e de amostras dos peixes de todos os tratamentos foi realizada pelo Laboratório de Análises do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/UFSC de acordo com os métodos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2005) e dos métodos analíticos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes do Ministério da Agricultura (1999).

2.7. Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados no programa Statistica 7. Os resultados para todos os tratamentos foram submetidos à análise de variância com um fator para determinar possíveis diferenças entre as variáveis ($p < 0,05$) (ZAR, 2009).

3. RESULTADOS

Os valores médios obtidos para os parâmetros de qualidade de água foram: pH $7,10 \pm 0,05$, oxigênio dissolvido $7,38 \pm 0,24$, temperatura $24,86 \pm 0,59$, salinidade $2,13 \pm 0,22$, condutividade elétrica $408,21 \pm 54,37$, amônia $0,21 \pm 0,35$ e nitrito $0,01 \pm 0,02$. Não houve diferença estatística entre os tratamentos para os parâmetros, sendo que todos os valores são considerados adequados para a espécie (Gomes, Golombieski, Gomes & Baldisserotto, 2000; Graeff, Tornazelli & Pruner, 2006; Graef, Tomazon, Nazareno & Marafon, 2007).

3.1. Parâmetros zootécnicos

Os resultados obtidos para os parâmetros zootécnicos analisados não apresentaram diferenças significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 1).

Os resultados das médias de peso e comprimento não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, no entanto, quando se observa a variação de peso e comprimento entre os peixes que compõe cada lote, o tratamento F apresenta maior variação em relação ao desvio padrão.

Tabela 1. Desempenho zootécnico obtido no cultivo de fêmeas descendentes de neomachos (F), de machos (M) e de fêmeas+machos (F+M) descendentes de reprodutores selvagens de Rhamdia quelen pelo período de 128 dias.

Variável	F	M	F+M	F+M, por sexo
Peso final (g)	57,36 ± 35,40	71,63 ± 28,02	63,60 ± 19,93	F 62,42 ± 19,19 M 63,83 ± 22,70
Comprimento final (cm)	19,40 ± 2,56	21,17 ± 2,40	20,55 ± 2,06	F 19,94 ± 1,53 M 20,72 ± 2,44
Biomassa final (g)	745,62 ± 8,00	889,83 ± 197,91	769,45 ± 184,12	F 293,66 ± 137,32 M 405,45 ± 89,96
Ganho de peso (g)	47,12 ± 1,28	60,56 ± 10,10	52,34 ± 3,67	F 52,82 ± 2,78 M 50,90 ± 4,17
Ganho de comprimento (cm)	6,52 ± 0,48	7,91 ± 0,60	6,93 ± 0,69	F 7,23 ± 1,45 M 6,97 ± 0,96
Sobrevivência (%)	92,86 ± 0	88,10 ± 8,25	85,71 ± 14,29	F 80,95 ± 32,99 M 90,48 ± 16,50
TCE* peso. (%)	1,35 ± 0,14	1,46 ± 0,11	1,35 ± 0,04	F 1,46 ± 0,03 M 1,25 ± 0,04
TCE comprimento (%)	0,32 ± 0,04	0,37 ± 0,02	0,32 ± 0,03	F 0,35 ± 0,06 M 0,32 ± 0,04
Fator de condição (%)	2,61 ± 0,13	2,59 ± 0,10	2,49 ± 0,05	
CAA**	1,79 ± 0,10	1,76 ± 0,15	1,84 ± 0,22	

*TCE = Taxa de Crescimento Específico. **CAA = Conversão Alimentar Aparente.

3.2. Índice gonadossomático e hepatossomático

Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos ($p>0,05$) para os índices gonadossomáticos e hepatossomáticos (Tabela 2).

No tratamento F foi registrada maior média no índice gonadossomático, estas apresentaram 2,91% do IGS, resultado muito semelhante ao IGS encontrado para as fêmeas do tratamento F+M.

O índice hepatossomático foi maior no tratamento F, no entanto as variações entre os tratamentos foram muito semelhantes, com exceção das fêmeas do tratamento F+M que apresentaram a menor amplitude de variação entre os tratamentos ($1,59 \pm 0,03$).

3.3. Análise bromatológica

Entre os parâmetros físico-químicos analisados, não houve diferenças significativas entre os tratamentos ($p>0,05$). Entretanto, foi observado que os peixes do tratamento F apresentaram maior teor de lipídeos e cálcio (Tabela 3).

Os peixes do tratamento M apresentaram em maior média para o teor de fósforo ($263,90 \pm 13,07$).

Tabela 2. Índices gonadossomático e hepatossomático obtido no cultivo de fêmeas descendentes de neomachos (F), de machos (M) e de fêmeas+machos (F+M) descendentes de reprodutores selvagens de *Rhamdia quelen* pelo período de 128 dias.

Índice	F	M	F+M	F+M, por sexo	
IGS (%)	$2,91 \pm 1,62$	$2,34 \pm 0,46$	$2,08 \pm 1,01$	F	$2,89 \pm 1,46$
				M	$1,71 \pm 1,12$
IHS (%)	$1,82 \pm 0,12$	$1,63 \pm 0,12$	$1,69 \pm 0,10$	F	$1,59 \pm 0,03$
				M	$1,74 \pm 0,15$

Tabela 3. Composição bromatológica da carcaça de fêmeas descendentes de neomachos (F), de machos (M) e de fêmeas+machos (F+M) descendentes de reprodutores selvagens de *Rhamdia quelen* em cultivo pelo período de 128 dias. Cálcio (Ca), Fósforo (P), Lipídios (Li), Matéria mineral (MM), Matéria seca (MS), Proteína bruta (PB) e ração.

Variável	F	M	F+M	Ração
Ca	56,95	43,52	28,00	2271,138
(mg/100g)	(± 12,41)	(± 6,97)	(± 2,94)	(± 37,50)
P	208,23	263,90	212,43	1393,23
(mg/100g)	(± 5,02)	(± 13,07)	(± 16,16)	(± 74,50)
Li	9,40	6,99	4,32	8,22
(g/100g)	(± 0,52)	(± 0,37)	(± 0,83)	(± 0,04)
MM	1,19	1,41	1,17	10,38
(g/100g)	(± 0,06)	(± 0,13)	(± 0,09)	(± 0,08)
MS	25,46	22,52	23,28	5,37
(g/100g)	(± 1,05)	(± 0,39)	(± 0,74)	(± 0,02)
PB	18,33	18,46	18,44	40,28
(g/100g)	(± 0,03)	(± 0,42)	(± 0,52)	(± 0,40)

Os resultados obtidos para a ração estão dentro do padrão informado pelo fabricante, o que ratifica a qualidade do alimento utilizado.

4. DISCUSSÃO

No presente estudo o crescimento foi similar em todos os tratamentos, ou seja, não foram registradas diferenças no desempenho zootécnico entre descendentes neomachos com os descendentes selvagens do *R. quelen*, o qual representa um bom resultado para a espécie. Estudos com descendentes neomachos que demonstraram resultados significativos em relação a alguns parâmetros zootécnicos forma descritos para a truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (Kocmarek, Ferguson & Danzmann, 2014), e *Perca fluviatilis* (Stejskal, Kouril, Musil, Hamácková & Policar, 2009).

Os valores médios de peso e de comprimento dos animais do tratamento F e do grupo de fêmeas que compõe o tratamento F+M indicam que houve similaridade de crescimento entre as fêmeas descendentes de reprodutores neomachos e as fêmeas de descendência selvagem. Kocour, Linhart, Gela & Rodina (2005), também não registraram diferenças significativas entre o cultivo monossexo de fêmeas e o sexo misturado de *Cyprinus carpio*. Comolli, Roux, Sánchez &

Hernández (2013) analisaram os índices zootécnicos do *R. quelen* no tratamento de fêmeas, machos e sexo misturado e verificaram que os resultados obtidos no tratamento de fêmeas foram similares aos obtidos com o sexo misturado. Os resultados obtidos em ganho de peso (g) corroboram os resultados de Zanardi, Boquembuzo & Koberstein (2008) com pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), que consumiu ração contendo 40% de PB com ganho de peso de 48,32 g. Resultados semelhantes também foram obtidos por Piedras, Moraes & Pouey (2004), que alimentaram o *R. quelen* com 36% de PB na temperatura de 26 °C e ganho de peso de 41,40 g.

A taxa de sobrevivência registrada no presente estudo foi superior à registrada por Canton, Weingartner, Fracalossi & Zaniboni-Filho em (2007), de 70 a 86%. Outros estudos com o *R. quelen* registraram valores de sobrevivência acima de 85%, sendo, Comolli et al., (2013) de 81 a 92% e Graeff et al. (2006) de 90 a 100%. As mortalidades registradas neste estudo foram devidas ao canibalismo ainda existente no período do experimento. A conversão alimentar aparente obtida (1,76 a 1,84) é considerada dentro do esperado para espécies onívoras, com conversão abaixo de 2:1 (Boyd, 1976). Os resultados deste experimento mostraram maior eficiência quando comparados aos obtidos por Comolli et al. (2013) com conversão de 4,17, 4,19 e 6,56 para grupo de fêmeas, sexo misturado e machos respectivamente.

Os valores de taxa de crescimento específico obtidos foram similares aos encontrado por Saccol et al. (2013) de 1,44 para o tratamento controle em diferentes dietas do *R. quelen*. No entanto os resultados obtidos foram menores aos encontrados por Piedras et al. (2004) de 2,22, 3,05 e 2,61 para o *R. quelen* em diferentes temperaturas. Os valores médios para o fator de condição foram maiores que os registrados por Signor et al. (2004), que realizaram experimento com juvenis de *R. quelen* avaliando diferentes níveis de PB. Os autores encontraram fator de condição de 1,18 e 1,11 para 38% e 42% de PB respectivamente. Morón-Alcain et al. (2017) em um estudo sobre parâmetros produtivos do *R. quelen* registrou o fator de condição de 1,8 para peixes alimentados com 32% de PB.

Os valores de IGS registrados para as fêmeas, tanto do tratamento F, quanto as fêmeas do tratamento F+M, não indicaram a existência preponderante de peixes em estágio reprodutivo. Segundo Carneiro, Mikos, Bendhack & Ignácio (2004) as gônadas de fêmeas de *R. quelen* podem representar 10%, ou mais, do peso total do animal quando maduras. Segundo estes autores, valores de IGS de 4,53 a 11,11% foram registrados entre janeiro e fevereiro para as fêmeas. Outros autores

como Reidel, Boscolo, Feiden & Romagosa (2010) e Barcellos et al. (2001), também descreveram IGS para fêmeas de *R. quelen* acima de 8,0 %. As fêmeas ainda estavam em fase de desenvolvimento gonadal, sendo assim, redirecionando sua energia para outras finalidades. Este resultado pode estar associado ao acúmulo de energia (glicogênio), que geralmente é encontrado em maior nível antes do período reprodutivo. O IGS obtido para o tratamento M, corrobora os encontrados por Comolli et al. (2013), que registraram IGS de 2,46% para machos, enquanto Carneiro et al. (2004), descreveram valores entre 3,86 a 4,28%. Ainda que os machos do tratamento F+M tenham apresentado IGS inferior, os peixes já estavam maduros, pois todos os machos de todos os tratamentos liberavam esperma quando recebiam pressão em seu abdômen. Ghiraldelli et al. (2007), registraram a ocorrência de machos maduros a partir do peso de 38,0 g.

Os valores do IHS foram inferiores aos encontrados por Martinelli et al. (2013), que ofertou 28% de PB para jundiá em diferentes densidades. No entanto, Pedron et al. (2011) ao ofertarem ração com 36% de PB para *R. quelen*, encontraram IHS de 0,98%. Os resultados encontrados neste estudo, corroboram os de IHS descritos por Ituassú, Santos, Roubach & Pereira-Filho (2004), de 1,6% para o tambaqui *Colossoma macropomum*. Reidel et al. (2010) afirmaram que os valores do IHS para o jundiá estão inversamente associados ao percentual de PB. Os teores de PB, MM e LI do presente estudo foram semelhantes aos encontrados por Feiden et al. (2010) ao alimentar o jundiá com ração contendo 36 % de PB com ração convencional. Goulart et al. (2013), em estudo sobre atividade enzimática e parâmetros de crescimento do *R. quelen*, registrou no seu tratamento controle valores de 15,36 e 9,90 para PB e LI, valores estes, próximo ao registrado no tratamento F.

5. CONCLUSÃO

O cultivo monosexo de fêmeas de *R. quelen* descendentes de neomachos foi semelhante ao cultivo de fêmeas e machos de descendentes de reprodutores selvagens.

REFERÊNCIAS

- Baldisserotto, B & Radünz Neto, J (2004). Criação de jundiá. (Ed. UFSM). Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 232.

- Barcellos, LJG, Wassermann, GF, Scott, AP, Woehl, VM, Quevedo, RM, Itzés, I, Krieger, MH & Lulhier, F (2001). Steroid profiles in cultured female Jundiá the Siluridae *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, Pisces Teleostei), during the first reproductive cycle. *General and Comparative Endocrinology* 121, 325-332. doi: 10.1006/gcen.2001.7603
- Borges Neto PG, Dutra FM, Ballester ELC & Portz L. (2013). Crescimento e sobrevivência de larvas do jundiá, *Rhamdia quelen*, alimentadas com alimento vivo enriquecido e dieta artificial. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 20, 4, 216-21.
- Boyd CE (1976). Lime requirements and application in fish ponds. Kyoto: Aq/conf, 176/E 13.
- Brasil (1999). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Instruções Normativa N° 20, de 21 de julho de 1999. Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Sal e Salmoura. Diário Oficial da União, Brasília – DF, 27 de julho de 1999. Seção 1, p 10.
- Brasil, (2004). Ministério da Educação. Métodos para obtenção de população monosexo na piscicultura. *Boletim Agropecuário*, 69, 1-27.
- Canton, R, Weingartner, M, Fracalossi, DM, Zaniboni-Filho, E (2007). Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 4749-753.
- Carneiro, PCF, Mikos, JD, Bendhack, F & Ignácio, AS (2004). Processamento do jundiá *Rhamdia quelen*: Rendimento de carcaça. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, 2, 3, 11-17.
- Comolli, J, Roux, JP, Sánchez, S & Hernández, D (2013). Engorde de bagres (*Rhamdia quelen*) en sistema de cultivo intensivo por sexo separados. *Rev. Vet.*, 24, 2, 113-118.
- Devlin, RH & Nagahama, Y (2002). Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208, 191-364. doi: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00057-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00057-1)
- Fracalossi, DM, Zaniboni-Filho, E & Meurer, S (2002). No rastro das espécies nativas. *Panorama da aquicultura* 12, 74, 43-49. Retirada de <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/74/especies.asp>

- Garcia S, Yasui, GS, Bernardes-Júnior, JJ, Silva, BC, Amaral-Júnior, H & Zaniboni-Filho, E (2017). Induction of triploidy in *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Heptapteridae) by double-temperature shock. Latin American Journal of Aquatic Research, 45, 1, 209-212. doi: 10.3856/vol45-issue1-fulltext-22
- Ghiraldelli L, Machado, C, Fracalossi DM & Zaniboni-Filho E (2007). Desenvolvimento gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), em viveiros de terra, na região Sul do Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 29, 4, 349-356.
- Gomes, LC, Golombieski, JI, Gomes, ARC & Baldisserotto, B (2000). Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (TELEOSTEI, PIMELODIDAE). Revista Ciência rural, Santa Maria, 30, 1, 179-185.
- Goulart, FR, Speroni, CS, Lovatto, NM, Loureiro, BB, Corrêia, V, Radünz Neto, J, Silva, LP (2013). Atividade de enzimas digestivas e parâmetros de crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com farelo de linhaça in natura e demucilada. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 34, 6, 3069-3080. doi: 10.5433/1679-0359.2013v34n6p3069
- Graeff, A, Tornazelli, A & Pruner, EM (2006). Desenvolvimento corporal de jundiás (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas completas contendo diferentes níveis de energia na fase de engorda. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA. Zagarozza. Comunicaciones científicas. Zagarozza, 4, 56-61.
- Graef, A, Tomazon, AF, Nazareno, PE & Marafon, T (2007). Influência da dureza e do pH no desenvolvimento do jundiá (*Rhamdia quelen*) na fase de fertilização até a produção de pós-larvas. Revista Electrónica de Veterinária, 8, 339-347.
- Instituto Adolfo Lutz (2005). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, (4ª ed.) Editora MS, 1, 1018.
- Ituassú, DR, Santos, GRS, Roubach, R & Pereira-Filho, M (2004) Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39, 12, 1199-1203.
- Kocmarek AL, Ferguson MM & Danzmann RG (2014). Differential gene expression in small and large rainbow trout derived from two seasonal spawning groups. BMC Genomics, 15:57. doi: 10.1186/1471-2164-15-57.
- Kocour, M, Linhart, O, Gela, D & Rodina, M (2005). Growth performance of all-female and mixed-sex common carp *Cyprinus*

- carpio L. populations in the central Europe climatic conditins. *Journal of the World Aquaculture Society*, 36, 1, 103-113. doi: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00136.x/epdf
- Macintosh, DJ & Little, DC (1995). Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: Bromage, NR & Roberts, RJ (Ed.). *Broodstock management and egg and larval quality*. Blackwell Science, 277-320.
- Marchioro, MI & Baldisserotto, B. (1999) Sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824) a variação de salinidade da água. *Ciência Rural* 29, 2, 315-318.
- Martinelli, SG, Reduz Neto, J, Silva, LP, Bergamin, GT, Maschio, D, Flora, MALD, Nunes, LMC & Possoni, G (2013). Densidade de estocagem e frequência alimentar no cultivo de jundiá em tanque-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48, 8, 871-877. doi: [10.1590/S0100-204X2013000800009](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800009)
- Meyer, G & Fracalossi, DM (2004). Protein requirement of jundia, *Rhamdia quelen*, fingerlings at two dietary energy concentrations. *Aquaculture*, 240, 331-343. doi: [10.1016/j.aquaculture.2004.01.034](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.01.034)
- Morón-Alcain, E, Mendia, AC, Muñoz, LH, Boaglio, AC, Cerutti, PA, Hernández, DR, López, PA, Vigliano, FA (2017). Effects of heat and cold shock-induced triploidy on productive parameters of silver catfish (*Rhamdia quelen*) late-hatched in the reproductive season. *Aquaculture*, 473, 303-309. doi: doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.02.029.
- Pedron, FA, Radünz Neto, LP, Silva, GT, Bergamin, D, Maschio, SG, Martinelli, MA, DellaFlora, VC (2011). Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) com diferentes proporções de amilose: amilopectina na dieta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, 5, 1200-1207.
- Piedras, SRN, Moraes, PRR & Pouey, JLOF (2004). Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. *Boletim do Instituto de Pesca*, 30, 2, 177-182.
- Piferrer, F (2001). Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*, 197, 229-281. doi: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00589-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00589-0)
- Perdices, A, Bermingham, E, Montilla, A, Doadrio, I (2002). Evolutionary history of the genus *Rhamdia* (Teleostei: Pimelodidae) in Central America. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 25: 172-189.

- Popma, TJ & Green, BW (1990). Sex reversal of tilapia in earthen ponds: aquaculture production manual. Research and Development, 35, 1.
- Saccol, EM, Uczay, J, Pês, TS, Finamor, IA, Ourique, GM, Riffel, PK, Schmidt, D, Caron, BO, Heinzmann, BM, Llesuy, SF, Lazzari, R, Baldisserotto, B, Pavanato, MA (2013). Addition of *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown essential oil to the diet of the silver catfish: An analysis of growth, metabolic and blood parameters and the antioxidant response. *Aquaculture*, 416-417, 244-254.
- Signor, A, Signor, AA, Feiden, A, Boscolo, WR, Reidel, A & Hayashi. (2004). Exigências de proteína bruta para alevinos de jundiá *Rhamdia quelen*. *Revista Varia Scientia*, 4, 8, 79-89.
- Stejskal, V, Kouril, J, Musil, J, Hamácková, J & Policar, J (2009). Growth pattern of all-female perch (*Perca fluviatilis* L.) juveniles is monosex perch culture beneficial. *J Appl Ichthyol*, 25, 432-437. doi: 10.1111/j.1439 -0426.2009.01253.x
- Weiss, LA, Bernardes Junior, JJ & Nuñez, APO. (2017) Identification of neomales in South American catfish *Rhamdia quelen* on the basis of the sex ratio in the progeny. *Animal Reproduction*, 14, 1285-1291. doi: 10.21451/1984-3143-AR0031
- Zanardi, MF, Boquembuzo, JE & Koberstein, TCRD (2008). Desempenho de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) alimentados com três diferentes dietas. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais*, 6, 4, 445-450.
- Zaniboni Filho, E. (2004) Peixes do Alto Rio Uruguai. (1ª ed.) Florianópolis: Editora da UFSC.
- Zar, JH (2009) Biostatistical Analysis (5ª ed.) New Jersey: Prentice-Hall.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ACEB. 1º Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura – Brasil – 2014. Associação Cultural e Educacional Brasil, Brasília, DF, p. 136, 2014.

AMARAL JUNIOR, H.; NUNES, M. F. S.; GARCIA, S. Análise de diferentes dosagens de hormônio na ração para definição de um protocolo de feminilização do jundiá *Rhamdia quelen*. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Vol. IX, n 12, 2008.

BALDISSEROTTO, B.; RADÚNZ NETO, J. Jundiá (*Rhamdia quelen*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2ª edição. Santa Maria: Editora UFSM, 2010.

BARCELLOS, L.J.G.; WASSERMANN, G.F.; SCOTT, A.P.; WOHL, V.M.; QUEVEDO, R.M.; ITTZÉS, I.; KRIEGER, M.H.; LULHIER, F. Steroid profiles in cultured female Jundiá the siluridae *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, Pisces Teleostei), during the first reproductive cycle. *General and comparative endocrinology* 121:325-332. 2001

BRABO, M.F.; PEREIRA, L. F. S.; SANTANA, J. V. M.; CAMPELO, D. A.V.; VERAS, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta Fish Aquat Res**, 4, p. 50-58, 2016.

CALHOUN, W.E; SHELTON, W.L. 1983. Rácios sexuais da progênie da propagação em massa do estoque de ninhada invertido pelo sexo de *Tilapia nilotica*. **Aquacultura**, 33: 365-371.

CESAR, M.P.; MURGAS, L.D.S; ARAÚJO, R.V.; DRUMMOND, C.D. **Métodos para obtenção de população monosexo na piscicultura**. Boletim Agropecuário, v. 69, p. 1-27, 2004.

COMOLLI, J.; ROUX, J.P.; SÁNCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, D. (2013). Engorde de bagres (*Rhamdia quelen*) en sistema de cultivo intensivo por sexo separados. **Rev. Vet**, v. 24, n. 2, p. 113-118, 2013.

DEVLIN, R. H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, v. 208, p. 191-364, 2002.

EPAGRI. Produção anual da aquicultura em Santa Catarina. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015. http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=676.

ETENE, Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. Panorama da piscicultura no Nordeste, ano 1, n. 3, novembro, 2016. Disponível em <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1218176/4_piscicultura.pdf/a281f37f-5929-edec-041cc2f46742>. Acesso em 12 de dez.2017

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). The state of World Fisheries and Aquaculture. Roma: Sofia, p.220. 2016.

FEIST G, Y. C.; FITZPATRICK M.S.; SCHRECK C.B. The production of functional sex-reversed male rainbow trout with 17 α -methyltestosterone and 11 β -hydroxyandrostenedione. **Aquaculture** 1995; 13: 145-152.

FRACALOSSO, D.M.; ZANIBONI-FILHO, E.; MEURER, S. No rastro das espécies nativas. Panorama da aquicultura 12 (74): 43-49. 2002 <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/74/especies.asp>

GARCIA, S. **Indução a poliploidia por choque térmico em jundiá *Rhamdia quelen* (QUOY E GARMARD, 1824)** Tese (Doutorado em Aquicultura) – Programa de Pós-graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014.

GHIRALDELLI L, MACHADO C, FRACALOSSO DM, ZANIBONI-FILHO E. Desenvolvimento gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), em viveiros de terra, na região Sul do Brasil. **Acta Sci Biol Sci** 2007; 29 (4): 349-356.

GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A.R.CHIPPARI.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (TELEOSTEI, PIMELODIDAE). **Revista Ciência rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000.

HUNTER GA, DONALDSON EM, STOSS J, BAKER I. Production of monosex female groups of chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*,

by the fertilization of normal ova with sperm from sex reversed females. **Aquaculture**, v. 33: p. 335-364, 1983.

HUERGO, G.M.; ZANIBONI-FILHO, E. Triploidy induction in Jundiá *Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard 1824) Through Hydrostatic Pressure Shock. **Journal of Applied Aquaculture**, 18 (4): 45-57, 2006.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas). Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro, 2013. v.41, p.1-108.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas). Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro, 2015. v.43, p.1-49.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas). Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro, 2016. v.44, p.1-51.

KUBITZA, F. Aquicultura no Brasil: Principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafio. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, julho/agosto. 2015. V. 25, n. 150, p XX

MARCHIORO, M.I.; BALDISSEROTTO, B. Sobrevicência de alevinos de Jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824) a variação de salinidade da água. **Ciência Rural** 29 (2): 315-318. 1999.

MACINTOSH, D.J.; LITTLE, D.C. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: BROMAGE, N.R.; ROBERTS, R.J. (Ed.). Broodstock management and egg and larval quality. Oxford: **Blackwell Science**, 1995. p.277-320.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundia, *Rhamdia quelen*, fingerlings at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 240, p. 331- 343. 2004.

NAVARRO, R. D.; LANNA, E. A. T.; YASUI, G. S.; RIBEIRO FILHO, O. P.; MATTA, S. L. P.; MACIEL, E. C. S. Desempenho produtivo de alevinos de piaçu (*Leporinus macrocephalus*) em tanque de alvenaria. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2002, Goiana, GO. **Resumo**. Simbraq, p. 173.

NAVARRO, R. D.; FILHO, O. P. R.; SILVA, R. F.; CALADO, L. L.; PEREIRA, F. K. S. Desempenho produtivo e índice reprodutivo de

machos e fêmeas de piaçu (*Leporinus macrocephalus*) alimentados com diferentes níveis de energia digestível. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambiental*, Curitiba, v. 6, n 4, p. 451-458, out/dez. 2008.

PERDICES, A.; BERMINGHAM, E.; MONTILLA, A.; DOADRIO, I. 2002 Evolutionary history of the genus *Rhamdia* (Teleostei: Pimelodidae) in Central America. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 25: 172-189.

PEREIRA, C. R.; BARCELLOS, L. J. G.; KREUTZ, L. C.; QUEVEDO, R. M.; RITTER, F.; SILVA, L. B. Embryonic and larval development of jundiá (*Rhamdia quelen*, QUOY & GAIMARD, 1824, PISCES, TELEOSTEI), a South American catfish. **Brazilian Journal of Biology**, v.66 (4), p. 1057-1063, 2006.

PIFERRER, F., DONALDSON, E.M. Gonadal differentiation in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, after a single treatment with androgen or estrogen at different stages during ontogenesis. **Aquaculture**. V. 77, 251-262, 1989.

PIFERRER, F. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. **Aquaculture**, v. 197, p. 229-281, 2001.

POPMA, T.J.; GREEN, B.W. Sex reversal of tilapia in earthen ponds: aquaculture production manual. Alabama: Auburn University, 1990. 15p. (Research and Development Series, 35).

SCHULZ, U. H.; LEUCHTENBERGER, C. Activity patterns of South American silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Brazilian Journal of Biology**, v.66 (2A), p. 565-574, 2006.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). *Aquicultura no Brasil*. Brasília, p.71. 2015.

SILVA, B.C.; GIUSTINA, E.G.D.; MARCHIORI, N.C.; MASSAGO, H.; SILVA, F.M Desempenho produtivo da piscicultura catarinense em 2015. Florianópolis, SC: Epagri, 2017. 17 p. (Documentos, 268).

TABATA, Y.A. 2000 Atualização sobre métodos e procedimentos para obtenção de populações monosséxo de peixes: Produção de Fêmeas.

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo.
Disponível em:
<www.aquicultura.br/trutas/info/wd/producaodefemeas.doc> Acesso
em: 19 de nov,2017.

TESSARO, L.; TOLEDO, C.P.R.; NEUMANN, G.; KRAUSE, R.; MEURER, F.; NATALI, M.R.M.; BOMBARDELLI, R.A. Growth and reproductive characteristics of *Rhamdia quelen* males fed on different digestible energy levels in the reproductive phase. **Aquaculture**, v.326-329, p. 74-80, 2012.

TOLEDO-FILHO, S. A.; FOREST, F.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F. Biotecnologia genética aplicada à piscicultura. Cadernos de Ictiogenética III, Universidade de São Paulo. 1996. 27 p.

Weiss, L.A.; Bernardes Junior, J.J.; Nuñez, A.P.O. Identification of neomales in South American catfish *Rhamdia quelen* on the basis of the sex ratio in the progeny. **Animal Reproduction**, v. 14, p. 1285-129, 2017.