



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Avaliação do cultivo de jundiás *Rhamdia quelen* triploides:

- I. Efeito da triploidia na hematologia de juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriforme: Heptapteridae)
- II. Comparação do desempenho de larvas diplóides e triploides de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy e Gaimard 1824) submetidas a diferentes densidades de estocagem.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

Professor orientador: Dr. Evoy Zaniboni Filho

HIRLA COSTA SILVA FUKUSHIMA

**Florianópolis-SC
2009**

Fukushima, Hirla Costa Silva,

Avaliação do cultivo de jundiás *Rhamdia quelen* triplóides: I. Efeito da triploidia na hematologia de juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriforme: Heptapteridae); II. Comparação do desempenho de larvas diplóides e triplóides de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy e Gaimard 1824) submetidas a diferentes densidades de estocagem / Hirla Costa Silva Fukushima – 2009.

48 f : 4 figs., 5 tabs.

Orientador: Evoy Zaniboni Filho

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.

1.Ploidia; 2.Hematologia; 3.Desempenho zootécnico; 4.Densidade de estocagem.

Avaliação do cultivo de jundiás *Rhamdia quelen* triplóides: I. Efeito da triploidia na hematologia de juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriforme: Heptapteridae); II. Comparação do desempenho de larvas diplóides e triplóides de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy e Gaimard 1824) submetidas a diferentes densidades de estocagem.

Por

HIRLA COSTA SILVA FUKUSHIMA

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 Aqüicultura.

Prof. Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Evoy Zaniboni Filho - *Orientador*

Dr. Maurício Laterça Martins

Dr. Sergio Ricardo Batlouni

*"O que mais preocupa não é o grito dos violentos,
nem dos corruptos, nem dos desonestos,
nem dos sem-carácter, nem dos sem-ética.*

O que mais preocupa é o silêncio dos bons!"
(Martin Luther King)

*E desde então sou porque tu és
E desde então és, sou e somos
E por amor serei serás seremos...*

(Pablo Neruda)

A MINHA FAMÍLIA, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Evoy Zaniboni Filho, por toda assistência e ensinamentos profissionais.

Aos meus admiráveis pais, Maria Rita e Hiromichi, pela lição de vida e de busca pelos ideais.

A minha família, Ricardo e Raul por terem me escolhido, parceiros para toda vida.

Aos meus irmãos Igor e Iuka pelo imenso carinho.

A Silvana e José Carlos Bailone por tamanho apoio e incentivo.

Aos parceiros que foram tão essenciais para concretização deste Mestrado: Marquito, John, Rodrigo Michy, Maurício e Luciano.

Aos professores Kiko e Evaristo, Unesp Ilha Solteira, pelo desmedido amparo.

Ao professor Orlando Moraes, Ufscar, pelo apoio prestado.

A Família Lapadiana declaro meu apreço.

A todos colegas do Programa, colegas de profissão para toda a vida.

Aos ilustres professores Evoy, Débora, Maurício, Alex, Cláudio, Andreatta, Vinatea, Walter e Elpídeo, por toda teoria adquirida.

A CAPES, pelo auxílio concedido.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
	TRIPLOIDIA EM PEIXES: CONCEITO E IMPORTÂNCIA DOS EFEITOS FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS	13
	<i>Fisiologia de Peixes Triploides</i>	14
	<i>Desempenho de peixes triplóides</i>	15
2.	OBJETIVOS DO ESTUDO	17
	OBJETIVO GERAL	17
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3.	EFEITO DA TRIPLOIDIA NA HEMATOLOGIA DE JUVENIS DE JUNDIÁ <i>Rhamdia quelen</i> (SILURIFORME: HEPTAPTERIDAE)	18
	RESUMO	18
	ABSTRACT	19
1.	INTRODUÇÃO	20
2.	MATERIAL E MÉTODOS	21
	2.1 MATERIAL BIOLÓGICO	21
	2.2 MANEJO DOS ANIMAIS E UNIDADES EXPERIMENTAIS	22
	2.3 VARIÁVEIS ANALISADAS	22
	2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
	3.1 DIMENSÕES ERITROCITÁRIAS	22
	3.2 CONTAGEM TOTAL DE ERITRÓCITOS	23
	3.3 CONTAGEM TOTAL DE LEUCÓCITOS E TROMBÓCITOS	24
	3.4 CONTAGEM DIFERENCIAL DE LEUCÓCITOS	25
4.	CONCLUSÃO	27
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
4.	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE LARVAS DIPLÓIDES E TRIPLÓIDES DE JUNDIÁ <i>RHAMDIA QUELEN</i> (QUOY E GAIMARD 1824) SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM	32
	RESUMO	32
	ABSTRACT	33
1.	INTRODUÇÃO	34
2.	MATERIAL E MÉTODOS	35
	2.1 MATERIAL BIOLÓGICO	35
	2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	35
	2.3 MANEJO DOS ANIMAIS E UNIDADES EXPERIMENTAIS	35
	2.4 VARIÁVEIS ANALISADAS	36
	2.5 VERIFICAÇÃO DA TRIPLOIDIA	36
	2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	36
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
	3.1 SOBREVIVÊNCIA	37
	3.2 CRESCIMENTO	39
4.	CONCLUSÃO	41
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
5.	CONCLUSÃO GERAL	45
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO	46

LISTA DE TABELAS

EFEITO DA TRIPLOIDIA NA HEMATOLOGIA DE JUVENIS DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen* (SILURIFORME: HEPTAPTERIDAE).

TABELA 1 – Valores médios (\pm desvio padrão) das dimensões eritrocitárias de juvenis diplóides e triplóides de jundiá, *Rhamdia quelen*.....23

TABELA 2 – Valores médios (\pm desvio padrão) da contagem total de eritrócitos, trombócitos e da contagem diferencial de leucócitos de diplóides e triplóides de jundiá *Rhamdia quelen*.....25

COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DE LARVAS DIPLÓIDES E TRIPLÓIDES DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen* (QUOY E GAIMARD 1824) SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM.

TABELA 1 – Desenho experimental dos tratamentos utilizados durante a larvicultura intensiva de jundiás *Rhamdia quelen* diplóides e triplóides sob diferentes densidades de estocagem.....35

TABELA 2 – Arraçoamento das larvas de jundiá *Rhamdia quelen* diplóides e triplóides durante o período experimental.....36

TABELA 3 – Resultados de desempenho (média \pm desvio padrão) de larvas de jundiá *Rhamdia quelen* diplóides e triplóides submetidos à diferentes densidades de estocagem durante o cultivo em larvicultura intensiva.....39

LISTA DE FIGURAS

COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DE LARVAS DIPLÓIDES E TRIPLÓIDES DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen* (QUOY E GAIMARD 1824) SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM.

FIGURA 1 – Taxa de sobrevivência (média \pm desvio padrão) das larvas de jundiá *Rhamdia quelen* diplóides e triplóides submetidas a diferentes densidades de estocagem durante 31 dias de cultivo. Letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias ($P < 0,05$)..... 37

FIGURA 2 – Taxa média de mortalidade diária de larvas diplóides e triplóides de jundiá *Rhamdia quelen* durante larvicultura intensiva..... 38

FIGURA 3 – Relação entre a biomassa final de diplóides (2n) e triplóides (3n) de jundiá *Rhamdia quelen* mantidos em diferentes densidades de estocagem durante 31 dias de larvicultura intensiva.. 39

FIGURA 4 – Relação entre o ganho em peso de diplóides (2n) e triplóides (3n) de jundiá *Rhamdia quelen* e as diferentes densidades de estocagem durante 31 dias de larvicultura intensiva..... 40

RESUMO

O jundiá *Rhamdia quelen* possui grande potencial econômico para a indústria da aquicultura brasileira. Entretanto, seu cultivo ainda apresenta alguns entraves, como a maturação sexual precoce e o crescimento heterogêneo. A triploidia é uma técnica de manipulação cromossômica que tem como principal objetivo gerar esterilidade nos peixes. Esta técnica tem sido amplamente empregada em diversas espécies de peixes de interesse comercial, como carpas, bagres, tilápias e salmonídeos. Contudo, existem diferenças fisiológicas e comportamentais entre peixes com diferentes ploidias. O objetivo deste estudo foi investigar o efeito da triploidia na fisiologia hematológica e no desempenho de juvenis de jundiá. O estudo foi realizado no Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD) e no Núcleo de Estudos em Patologia Aqüícola, (NEPAQ), ambos pertencentes à Universidade Federal de Santa Catarina. Para realização deste estudo foram realizados dois experimentos: 1) Parâmetros hematológicos de jundiá *Rhamdia quelen*: comparação entre juvenis diplóides e triplóides; 2) Comparação do desempenho de larvas diplóides e triplóides de jundiá *Rhamdia quelen* submetidas a diferentes densidades de estocagem. Na avaliação hematológica comparativa entre jundiás diplóides e triploides, os resultados demonstraram que a triploidia aumentou significativamente ($P < 0,01$) todos os índices morfométricos mensurados nos eritrócitos, incluindo comprimento, largura e volume. Além disso, como esperado, a triploidia ainda alterou numericamente ($P < 0,01$) a quantidade de eritrócitos circulantes no sangue periférico do jundiá. Por outro lado, os efeitos da triploidia não ficaram evidentes ($P > 0,05$) quando consideradas as contagens totais de leucócitos e trombócitos. Na contagem diferencial dos eritrócitos, os linfócitos foram as células predominantes nos indivíduos diplóides (62.5%), enquanto que nos triplóides foram os monócitos (49.6%). Além disso, os indivíduos triplóides apresentaram quantidade de neutrófilos circulantes ($35.2 \pm 21.9\%$) significativamente superior ($P < 0,01$) aos diplóides ($2.93 \pm 5.3\%$). Essas diferenças hematológicas podem promover um desempenho distinto entre as ploidias de jundiá, sendo recomendados estudos para avaliar o efeito dessas diferenças de desempenho do jundiá triplóide em condições de cultivo. No segundo estudo, o desempenho no crescimento e na sobrevivência de diplóides e triplóides de jundiá *R. quelen* foram avaliados sob seis diferentes densidades de estocagem (10, 60, 110, 160 210 e 260 larvas/litro) durante o cultivo em sistema de larvicultura intensiva. A média de sobrevivência dos animais ao final do período experimental foi $12.4 \pm 3.3\%$ para os tratamentos diplóides e $27.1 \pm 4.3\%$ para os tratamentos triplóides ($P < 0,01$), por outro lado, a mesma não foi afetada pelas densidades de estocagem ($P > 0,05$) em ambas ploidias. O ganho em comprimento não foi afetado pelas ploidias e pelas densidades de estocagem ($P > 0,05$). O crescimento em peso das larvas diplóides foi maior do que o observado para os jundiás triplóides ($P < 0,05$). Embora esse crescimento diferencial possa ter sido causado pela maior mortalidade dos diplóides, reduzindo assim a densidade de estocagem. Essa hipótese é reforçada pela maior biomassa das unidades experimentais contendo jundiás triplóides ($P < 0,05$).

Palavras chave: *Rhamdia quelen*, triploidia, desempenho, densidade de estocagem, hematologia

ABSTRACT

The jundiá *Rhamdia quelen* widely has a great economic potential for the Brazilian aquaculture industry. However, its rearing still presents some impediments, as early sexual maturation and heterogeneous growth. Triploidy is a chromosomal manipulation technique that can produce sterility in fish. This technique has been used widely in different species of commercial fish, as carps, catfish, tilapias and salmonideous. Nevertheless, there are physiological and behavioral differences among fish with different ploidy. The aim of this study was to investigate about the triploidy effects in the hematological physiology and performance of jundiá juveniles. The study was conducted at the Freshwater Fish Biology and Fish Culture Laboratory and at the Nucleus of study in Aquatic Pathology. Two experiments were conducted: 1) Hematological parameters of jundiá *R. quelen*: comparison between diploids and triploids juveniles; 2) Performance comparison between diploid and triploid jundiá maintained in different stock densities. In the hematological comparison between diploid and triploid fish the results showed that triploidy increased ($P < 0.01$) the size and volume of the erythrocytes. Nevertheless, as expected, the triploidy enhanced ($P < 0.01$) the number of circulating erythrocytes in the blood of jundiá. On the other hand, the triploidy did not affect ($P > 0.05$) the total number of leucocytes and thrombocytes. In the differential counting, lymphocytes were the most predominant cells in diploid fish (62.5%) while monocytes were predominant in triploid fish (49.6%). Moreover, triploid fish showed the highest quantity of circulating neutrophils ($35.2 \pm 21.9\%$) that was significantly higher than ($P < 0.01$) the diploid fish ($2.9 \pm 5.3\%$). These results suggested differences between both ploidy of jundiá performance, and require studies to evaluate the potential of triploid jundiá in the culture conditions. On the second experiment, the performance on the growth and survival of jundiá diploids and triploids was investigated in six different stocking densities (10, 60, 110, 160, 210, 260 larvae/liter) during an intensive larviculture. The mean survival at the end of this experiment was $12.4 \pm 3.3\%$ for diploids and $27.1 \pm 4.3\%$ for triploids fish ($P < 0.01$). The survival was not affected by fish density ($P > 0.05$). Fish length wasn't affected by the ploidy or stock density. Diploid weight gain was bigger than for triploid fish ($P < 0.05$), although these performance difference could be caused by the lower fish density in diploid treatment as result of the higher mortality for diploid fish. These hypothesis is strengthened by the higher biomass showed in triploid treatments ($P < 0.01$).

Key Words: *Rhamdia quelen*, triploidy, performance, stocking density, hematology

1. INTRODUÇÃO

Para se obter sucesso no cultivo de peixes, as espécies cultivadas devem atender determinadas condições, como ser possível sua reprodução em cativeiro, apresentar rusticidade, rápido crescimento, boa eficiência alimentar e por fim devem oferecer características de carcaça que sejam desejadas tanto pela indústria de processamento como pelo mercado consumidor. Uma vez atendidas estas características, certamente a espécie selecionada exibirá grande potencial econômico para o cultivo comercial.

O Jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriforme: Heptapteridae) é um bagre de água doce, nativo do continente americano, presente em bacias hidrográficas que se estendem desde o sudeste do México até o centro da Argentina (ZANIBONI FILHO, 2003). Esta espécie tem exibido grande potencial econômico para a aquicultura brasileira, por apresentar boas características zootécnicas e organolépticas, almejada tanto por produtores como pela indústria de processamento. O cultivo deste peixe é marcado pelo rápido crescimento, boas taxas de conversão alimentar, rusticidade e, sobretudo pela tolerância a baixas temperaturas, garantindo crescimento contínuo inclusive no inverno (FRACALOSSO et al., 2004). Além disto, o jundiá ainda possui uma carne saborosa, livre de espinhos intramusculares, fatores que conferem sua ótima aceitação pelo mercado consumidor.

Devido às vantagens descritas acima, a produção de jundiá vem se intensificando na região sul do país (GOMES et al., 2000), onde cada vez mais produtores optam por esta espécie para o cultivo. No entanto, a maturação sexual precoce vem sendo identificada como um problema em potencial durante a fase de engorda (FRACALOSSO et al., 2004), já que ambos os sexos atingem a puberdade bem antes de alcançarem o peso comercial (BALDISSEROTTO & NETO, 2004) e com isto, a energia que poderia ser direcionada para o crescimento somático, é desviada para o desenvolvimento das gônadas, reduzindo substancialmente a taxa de crescimento e a eficiência alimentar neste período. Além de prejudicar o desempenho dos animais, também está demonstrado que o desenvolvimento das gônadas ainda pode alterar a qualidade da carcaça de algumas espécies (PERUZZI et al., 2004), bem como a sobrevivência dos peixes (ARAI, 2001). Deste modo, a fim de aperfeiçoar o cultivo do jundiá, torna-se indispensável apurar manejos e/ou técnicas capazes de reduzir o efeito negativo da sua maturação precoce.

Buscando uma alternativa para solução deste entrave, HUERGO & ZANIBONI FILHO (2006) investigaram a viabilidade de induzir a triploidia no jundiá *R. quelen*. Os autores testaram diferentes intensidades e intervalos de tempo de aplicação de choque de pressão em ovos de *R. quelen* e constataram ser possível a produção de um lote de larvas triploides de jundiá, induzindo a triploidia na totalidade dos animais tratados. Para tal, recomendaram a aplicação de um choque de pressão 4 minutos após a fertilização dos ovos com 5.000psi de intensidade durante 5 minutos, mantendo a temperatura da água à 23°C.

Pesquisas relacionadas à triploidia em peixes foram iniciadas há aproximadamente 30 anos (ARAI, 2001), e desde então muitos estudos vem sendo conduzidos a fim de averiguar a viabilidade do cultivo comercial destes animais. Atualmente estes estudos estão focados nos métodos de indução à triploidia, nas implicações fisiológicas e comportamentais do cromossomo extra, bem como na comparação de desempenho zootécnico entre as ploidias. Aspectos positivos e negativos da

triploidia tem sido registrados para peixes, embora os resultados algumas vezes sejam antagônicos para diferentes espécies de peixes.

A seguir é apresentada uma síntese dos efeitos da triploidia observados para diferentes espécies de peixes.

Triploidia em peixes: conceito e importância dos efeitos fisiológicos e comportamentais

O emprego de técnicas de manipulação cromossômica vem se constituindo uma eficiente ferramenta na piscicultura moderna, sendo aplicada com relativa facilidade nos peixes, onde o manuseio dos gametas é favorecido pelo fato das espécies cultivadas normalmente apresentarem fecundação externa.

A triploidia é uma técnica de manipulação cromossômica considerada efetiva na solução dos problemas gerados pela maturação precoce em diversas espécies de peixes (ARAI, 2001). A produção de triplóides está focada para as espécies com grande interesse comercial, incluindo carpas, bagres, tilápias e os salmonídeos (BEAUMENT & HOARE, 2003). Esta técnica tem como objetivo produzir esterilidade genética e/ou gonadal e pode ser facilmente efetuada através da aplicação de choques térmicos ou de pressão em ovos recém fertilizados, com o propósito de impedir a metáfase durante a meiose II (DUNHAM, 2004). Desta forma, o segundo corpúsculo polar permanece retido nos ovos, gerando organismos com um conjunto cromossômico adicional, i.e., triplóides.

Estudos vêm demonstrando eficiência de 100% na obtenção de triplóides para algumas espécies de peixes, dentre elas o bagre do canal *Ictalurus punctatus* (WOLTERS *et al.* 1981), truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (CHOURROUT, 1984), salmão coho *Oncorhynchus kisutch* (TESKEREDZIC *et al.* 1993), bagre europeu *Silurus glanis* (LINHART *et al.* 2001), jundiá *Rhamdia quelen* (HUERGO & ZANIBONI FILHO, 2006).

Além da triploidia conferir esterilidade gonadal, ainda pode garantir que a taxa de crescimento destes indivíduos seja substancialmente maior que a de seus consangüíneos diplóides e/ou que seus caracteres qualitativos possam ser melhorados (PERUZZI *et al.*, 2004). Estudos com diversas espécies de peixes indicam que os animais triplóides podem possuir melhores taxas de sobrevivência, crescimento, conversão alimentar e maior resistência a doenças quando comparados aos seus complementares diplóides (KERBY *et al.*, 2002). Com isto, a triploidia vem sendo empregada pela indústria da aquicultura como um meio de melhorar o rendimento dos cultivos tradicionais (CARRASCO *et al.*, 1999). Entretanto, de acordo com ARAI (2001) a vantagem da utilização de peixes triplóides é acentuada quando os animais cultivados maturam antes de atingir o peso comercial, já que esta técnica garante crescimento contínuo no decorrer do cultivo, bem como previne a ocorrência de características sexuais secundárias. Desta forma, além de excluir os contratempos relacionados com a maturação precoce, o cultivo comercial de peixes triplóides poderia melhorar expressivamente a qualidade do peixe comercializado, com fornecimento de um produto padrão ao longo do ano (PERUZZI *et al.*, 2004).

Além dos aspectos positivos já mencionados, a esterilidade gonadal nos peixes ainda possibilita a exclusão das interações genéticas entre as populações selvagens e cultivadas (COTTER

et al., 2000) evitando, desta forma, a ocorrência de um impacto na estrutura genética e ecológica das populações naturais (LUTZ, 2001).

A produção de animais triploides possui grande potencial para melhorar o desempenho dos organismos aquáticos, entretanto, alguns entraves ainda impedem a sua ampla utilização. Um deles é fato de que os triploides podem ser férteis em alguns casos, eliminando as vantagens da esterilidade, além disto, a poliploidia, dependendo das condições submetidas, pode reduzir o desempenho dos animais, e tornar o cultivo de triploides de algumas espécies inviável economicamente (DUNHAM, 2004).

Fisiologia de Peixes Triploides

A morfologia externa de um peixe triploide pouco ou nada difere de um diplóide. A principal diferença está relacionada ao reduzido desenvolvimento gonadal dos triploides, ao tamanho e quantidade de suas células, e de apresentarem maior índice de heterozigose devido ao incremento do material genético presente nos núcleos (BENFEY, 1999).

As células dos animais triploides são até 50% maiores que dos diplóides, sendo este aumento desproporcional nos três eixos (altura, largura e comprimento). A principal consequência do aumento do tamanho das células é a redução da relação entre área superficial e volume celular, afetando o desempenho dos processos dependentes desta relação, tais como as trocas de nutrientes, metabólitos, íons, hormônios, oxigênio e entre outros (HYNDMAN et al., 2003), além de poder afetar o equilíbrio enzimático na membrana celular (SADLER et al., 2000). Outro fator que pode ser alterado é o aumento da distância de difusão da superfície da célula ao núcleo, podendo afetar a transdução de sinais ao núcleo da célula e a produção de certas proteínas (HYNDMAN et al., 2003). Estes fatores podem limitar o desempenho celular e causar prejuízos na habilidade dos peixes para se recuperar de uma condição de estresse. De acordo com BENFEY (1999), essas alterações podem resultar na variação do crescimento e do comportamento dos animais triploides quando comparados aos diplóides sob mesmas condições de cultivo.

Além disto, GUO & ALLEN (1994) observam que se células dos animais triploides são maiores e precisam de mais nutrientes para crescer e se dividir, de modo que os triploides podem não apresentar melhor desempenho que os diplóides quando cultivados em condições subótimas para seu crescimento. O'KEEFE & BENFEY (1999) acreditam que diferenças nas características celulares entre as ploidias podem fazer com que os triploides sejam menos eficientes tanto na competição quanto no processamento do alimento.

Diferentes estudos comparativos entre as ploidias observaram que não há diferença no que diz respeito ao hematócrito e a concentração total de hemoglobina (PURDOM, 1993; GUO et al., 1996; BENFEY, 1999). Contudo, eritrócitos e trombócitos foram significativamente maiores nos organismos triploides (BARKER et al., 1983; SEZAKI et al., 1991; PARSONS, 1993). Em geral, os triploides são caracterizados pela menor concentração de células sanguíneas circulantes e pela menor superfície/volume dessas células, quando comparados aos diplóides (DUNHAM, 2004). Estas características podem proporcionar diferentes respostas fisiológicas dos organismos triploides quando submetidos a condições estresse.

A indução a triploidia em peixes foi seguida por alterações fisiológicas, podendo reduzir a resistência ao estresse agudo (COTTER et al., 2000). Esta menor resistência pode prejudicar o desempenho produtivo dos triploides durante o cultivo, que normalmente é caracterizado por altas densidades e oscilações diárias no pH e nas concentrações de oxigênio. No cultivo comparativo entre as ploidias com trutas arco-íris *Oncorhynchus mykiss*, OJOLIK et al. (1995) verificaram que os exemplares triploides foram mais suscetíveis à mortalidade em altas temperaturas, quando o consumo de oxigênio aumentou e sua disponibilidade foi reduzida.

Considerando que a concentração de hemoglobina total de diplóides e triploides são semelhantes, alguns autores sugerem que a capacidade de transportar oxigênio entre as ploidias é similar (BENFEY, 1999) e que o consumo de oxigênio entre diplóides e triploides é semelhante (SEZAKI et al., 1991). Por outro lado, GRAHAN et al. (1985), demonstraram que os triploides do salmão do Atlântico *Salmo salar* apresentaram redução de 1/3 na sua capacidade de carrear oxigênio em relação aos diplóides. De modo semelhante, VIRTANEN et al. (1990) reportaram menor metabolismo aeróbico para triploides de truta arco-íris, levando a maior taxa de depleção dos estoques energéticos.

Apesar dessas diferenças observadas entre as ploidias, semelhante resistência ao estresse foi observada em estudos realizados com o salmão do atlântico (SADLER et al., 2000). Esses autores concluíram que a elevada mortalidade dos triploides em viveiros de engorda não foi causada por distúrbios da homeostase respiratória em condições de estresse, concordando com resultados encontrados por BENFEY & BIRON (2000) para truta arco-íris.

A maior mortalidade dos triploides de *S. salar* durante o cultivo tem sido registrada (QUILLET & GAIGNON, 1990; SADLER et al., 2000). Por outro lado, CAL et al. (2006) observaram que triploides de linguado *Scophthalmus maximus* apresentaram sobrevivência 10% superior que os diplóides após a maturação sexual. Outras espécies tem apresentado sobrevivência semelhante entre diplóides e triploides durante o cultivo, entre elas a tilápia azul, *Oreochromis aureus* (BYAMUNGU et al., 2001), os híbridos de catfish (chanel x blue e chanel x white) (LILYESTROM et al., 1999), os híbridos white bass x striped bass (KERBY et al., 2002) e a carpa comum *Cyprinus carpio* (BIENIARZ et al., 1997).

Desempenho de peixes triploides

Teoricamente, a vantagem no crescimento dos peixes triploides é esperada a partir do início do desenvolvimento gonadal, quando o crescimento somático dos indivíduos diplóides é suprimido pelo processo reprodutivo. Estudos realizados com vários teleósteos demonstram crescimento semelhante entre as ploidias durante a fase juvenil (BENFEY et al., 1989; FELIP et al., 2001; CARRASCO et al., 1999). Resultado semelhante foi observado para o linguado *S. maximus*, embora os testes de crescimento realizados após a maturação gonadal tenham revelado crescimento em peso 10% superior nos triploides (CAL et al., 2006). Contudo, estudos conduzidos investigando o crescimento de peixes triploides apresentam resultados conflitantes. Alguns autores verificaram que o crescimento dos animais triploides foi significativamente favorecido pela manipulação cromossômica que possibilitou a inserção de um conjunto adicional de cromossomos (FELIP et al., 1999; OPPEDAL et al., 2003; PERUZZI et al., 2004). Por outro lado, há estudos que indicam que peixes triploides

apresentaram crescimento similar ou ligeiramente inferior que seus complementares diplóides, sugerindo que o conjunto extra de cromossomos não resulta em vantagens metabólicas (BONNET et al., 1999; BASAVARAJU et al., 2002). De acordo com O'KEEFE & BENFEY (1999), essa divergência nos resultados de crescimento é provocada pelas distintas alterações causadas pela triploidia realizada em diferentes espécies, sendo ainda influenciada pelo método de indução à triploidia empregado e pelas condições de cultivo impostas.

Estudos conduzidos com siluriformes demonstraram que a triploidia melhorou o desempenho dos peixes em relação aos diplóides (WOLTERS et al., 1982; FAST et al., 1995; QIN et al., 1998; OLUFEAGBA et al., 2000), mostrando ser uma técnica capaz de propiciar redução do tempo de engorda destas espécies e, conseqüentemente a amortização dos custos de produção. Alguns autores consideram que os triplóides de bagre do canal convertem o alimento mais eficientemente que os diplóides e apresentam melhor taxa de crescimento em tanques experimentais (WOLTERS et al., 1982; CHRISMAN et al., 1983).

A existência de resultados conflitantes quanto ao melhor desempenho de peixes triplóides requer a realização de testes para avaliar as vantagens associadas ao cultivo de triplóides de diferentes espécies. Apesar disso, tem sido recorrente na literatura os trabalhos demonstrando o melhor desempenho dos triplóides de siluriformes, estimulando assim a realização de experimentos com triplóides do jundiá *Rhamdia quelen*.

O trabalho está sendo apresentado em dois Artigos científicos, redigidos na forma de artigos científicos para serem publicados nos periódicos Pesquisa Agropecuária Brasileira – Artigo 1 (**Efeito da triploidia na hematologia de juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriforme: Heptapteridae)**), e Ciência Rural – Artigo 2 (**Comparação do desempenho de larvas diplóides de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy e Gaimard 1824) submetidas a diferentes densidades de estocagem**).

2. OBJETIVOS DO ESTUDO

Objetivo Geral:

Contribuir para o desenvolvimento tecnológico necessário ao cultivo comercial do jundiá *Rhamdia quelen*.

Objetivos Específicos:

Avaliar os efeitos da triploidia sobre os parâmetros hematológicos de juvenis de jundiá.

Comparar o desempenho de larvas diplóides e triplóides de jundiá sob diferentes densidades de estocagem

Efeito da triploidia sobre a hematologia de juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriforme: Heptapteridae)

Effect of tripoidy on the hematology of *Rhamdia quelen* juveniles (Siluriformes: Heptapteridae)

Hirla Fukushima¹, Ricardo Lacava Bailone¹, Luciano Augusto Weiss³, Maurício Laterça Martins² e Evoy Zaniboni Filho^{3*}.

⁽¹⁾ Programa de Pós Graduação em Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina;

⁽²⁾ Laboratório Aquos – Sanidade de Organismos Aquáticos, Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina,

⁽³⁾ Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce, Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia SC 406 nº3532, Florianópolis, SC, Brasil.

*zaniboni@cca.ufsc.br

RESUMO

Este estudo comparou as características hematológicas de juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* diplóide e triplóide, importante peixe de água doce cultivado no Sul do Brasil. Os parâmetros morfométricos dos eritrócitos foram determinados a partir de extensões sanguíneas em microscopia de luz. Os resultados demonstraram que a triploidia aumentou significativamente ($P < 0,01$) todos os índices morfométricos mensurados nos eritrócitos, incluindo comprimento, largura, área superficial e volume. Além disso, como esperado, a triploidia ainda alterou numericamente ($P < 0,01$) o número de eritrócitos circulantes no sangue periférico do jundiá. Por outro lado, os efeitos da triploidia não ficaram evidentes ($P > 0,05$) quando consideradas as contagens totais de leucócitos e trombócitos. Os linfócitos foram as células predominantes na contagem diferencial de leucócitos dos indivíduos diplóides (62,5%), enquanto que nos triplóides foram os monócitos (49,6%). Além disso, os indivíduos triplóides apresentaram número de neutrófilos circulantes ($35,2 \pm 21,9\%$) significativamente superior ($P < 0,01$) do que os diplóides ($2,93 \pm 5,3\%$). Essas diferenças hematológicas podem promover um desempenho distinto entre as ploidias de jundiá, sendo recomendados estudos futuros para avaliar o efeito dessas diferenças no desempenho do jundiá triplóide, bem como sua resistência a doenças em condições de cultivo.

Termos pra Indexação: *Rhamdia quelen*, triploidia, hematologia.

ABSTRACT

This study compared the hematological characteristics of diploid and triploid of jundiá, *Rhamdia quelen* juveniles, an important freshwater fish cultured in South Brazil. Hematological morphometry of erythrocytes were determined in blood smears under light microscope. The results showed that triploidy increased ($P<0.01$) the size and volume of the erythrocytes. Nevertheless, as expected, the triploidy decreased ($P<0.01$) the number of circulating erythrocytes in the blood of jundiá. On the other hand, the triploidy did not affect ($P>0.05$) the total number of leucocytes and thrombocytes. Lymphocytes were the most predominant cells in the differential counting of diploid fish (62.5%) while monocytes were predominant in triploid fish (49.6%). Moreover, triploid fish showed the highest number of circulating neutrophils ($35.2\pm 21.9\%$) that was significantly higher than ($P<0.01$) the diploid fish ($2.9\pm 5.3\%$). These results suggest performance differences between ploidys of jundiá, and require future studies to evaluate the potential of triploid jundiá in the culture conditions and resistance to infection.

Index terms: *Rhamdia quelen*, triploidy, hematology

1. INTRODUÇÃO

O jundiá, *Rhamdia quelen* (Siluriformes: Heptapteridae) é uma espécie nativa da região e seu cultivo está aumentando no sul do Brasil devido às características zootécnicas e organolépticas favoráveis da espécie (Gomes et al., 2000), e, sobretudo pela sua tolerância a baixas temperaturas, garantindo crescimento contínuo inclusive no inverno (Fracalossi et al., 2004). Contudo, a maturação sexual precoce vem sendo identificada como um problema que acarreta redução do crescimento dos animais, devido ao redirecionamento da energia que seria utilizada para o crescimento somático para síntese do tecido gonadal. Essa condição induz o crescimento heterogêneo dos peixes, aumentando o tempo de cultivo e aos custos de produção.

A técnica de indução à triploidia tem sido amplamente difundida como solução efetiva para os entraves gerados pela maturação sexual precoce de peixes na indústria da aquicultura moderna (Dunham, 2004). O principal benefício gerado pela triploidia é a condição de esterilidade, que evita gastos energéticos com a maturação sexual, resultando em crescimento contínuo nos peixes triplóides. Além disso, diversos estudos indicam que os animais triplóides podem possuir melhores taxas de sobrevivência, crescimento, conversão alimentar e maior resistência a doenças quando comparados aos diplóides (Kerby et al., 2002). Com isto, a triploidia vem sendo empregada pela na aquicultura como um meio de melhorar o rendimento dos cultivos tradicionais (Carrasco et al., 1999) de diversas espécies de peixes que apresentam relevância econômica, inclusive siluriformes (Bealmon & Hoare, 2003). Além disto, o cultivo de peixes triplóides na aquicultura tem sido proposto como meio eficaz de minimizar os efeitos de escapes de peixes cultivados sobre as populações de peixes selvagens (Lutz, 2001).

A triploidia em peixes tem sido acompanhada por modificações na fisiologia dos animais que podem reduzir sua resistência ao estresse agudo e/ou crônico (Cotter et al., 2000), podendo influenciar o desempenho produtivo dos indivíduos triplóides durante o cultivo, normalmente caracterizado por altas densidades de estocagem e/ou redução súbita do oxigênio dissolvido na água. Vários estudos têm buscado caracterizar o desempenho e a produção de indivíduos triplóides (Mair, 1993; Purdom, 1993; Dunham, 1990; Arai, 2001; Felip et al., 2001). Huergo & Zaniboni Filho (2006) conseguiram induzir a triploidia para o jundiá de modo eficaz, possibilitando o uso da triploidia como alternativa para solucionar os problemas decorrentes da maturação precoce do jundiá.

A avaliação hematológica é fundamental para compreensão e análise de fatores ambientais, alimentares, otimização de práticas de manejo e/ou estresse, além de ser essencial para propósito de diagnóstico (Tavares Dias & Moraes, 2004). Comparação de parâmetros hematológicos entre peixes diplóides e triploides tem sido feita para salmonídeos (Benfey & Sutterlin, 1984; Small & Benfey, 1987; Cogswell et al., 2002), esturjão *Acipenser sturio* (Flajshans & Vajcová, 2000), bagre do canal, *Ictalurus punctatus* (Wolters et al., 1982), carpas, *Ctenopharyngodon idella* e *Hypophthalmichthys nobilis* (Barker et al., 1983), tenca, *Tinca tinca* (Flajshans, 1997; Svobodova et al., 1998), perca, *Umbrina cirrosa* (Ballarin et al., 2004) e *Misgurnus aguillicaudatus* (Gao et al., 2007).

No presente estudo, parâmetros hematológicos e morfológicos das células sanguíneas periféricas de juvenis de jundiá diplóide e triplóide foram comparados buscando prover conhecimento para estimular o cultivo dos triplóides de jundiá.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material Biológico

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixe de Água doce (LAPAD) e no Núcleo de Estudos em Patologia Aqüícola, (NEPAQ), ambos pertencentes ao Departamento de Aqüicultura, da Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, SC.

Larvas foram obtidas por indução hormonal de matrizes de jundiá descendentes de populações selvagens da bacia do rio Uruguai e pertencentes ao plantel de reprodutores mantido pelo LAPAD. Oito fêmeas e dois machos de *R. quelen* receberam aplicação de extrato de pituitária de carpa e os gametas foram obtidos por extrusão decorridas 234 grau-hora após o término do tratamento hormonal. Utilizando um pool de gametas, quatro minutos após a ativação dos gametas uma parte dos ovos foi submetida à um choque de pressão, através da ação de uma prensa hidráulica sobre uma câmara de aço com volume de 800mL, com intensidade (5.000psi) e duração (5 minutos), seguindo procedimento proposto por Huergo & Zaniboni Filho (2006) para a mesma espécie. Simultaneamente a produção dos triplóides, a outra parte dos gametas foi utilizada para produção dos diplóides, seguindo procedimento idêntico, exceto pela aplicação do choque de pressão.

Os ovos diplóides e triplóides foram mantidos separados em incubadoras do tipo cilindro-cônico com volume de 56L e abastecidas por um sistema de recirculação de água, garantindo constante movimentação e a manutenção da temperatura em torno de 26°C. A eclosão ocorreu depois de 36 horas da fertilização e as larvas foram mantidas nas incubadoras até a abertura da boca e o início da alimentação exógena. Posteriormente, os animais foram estocados e cultivados em tanques circulares de larvicultura intensiva (1000L), mantidos com salinidade de 2,5ppmil, 26°C e recebendo alimentação diária composta por náuplios de artêmia no primeiro mês e posteriormente ração (56%PB) ofertada duas vezes ao dia até a saciedade aparente.

Os parâmetros de qualidade da água apresentaram valores semelhantes entre os tratamentos durante o período experimental, com valores médios (\pm desvio padrão): oxigênio dissolvido ($5,9 \pm 0,8$ mg/l), temperatura ($25 \pm 0,4^\circ\text{C}$), pH ($7,3 \pm 0,3$) e salinidade ($2,5 \pm 0,4$ ppmil). A triploidia dos animais foi comprovada em todos os peixes do tratamento triplóide através do método descrito por PHILIPS et al.(1986) com modificações (Huergo & Zaniboni Filho, 2006), onde foi quantificado o número de nucléolos em núcleos celulares corados com nitrato de prata (AgNO_3).

2.2 Manejo dos animais e unidades experimentais

Para a coleta do sangue, 30 juvenis de jundiá de cada ploidia foram selecionados e estocados em tanques de 50 litros. Os valores médios de comprimento e peso dos jundiás diplóides ($8,7 \pm 0,8$ cm; $20,3 \pm 1,2$ g) e triplóides ($8,5 \pm 1,3$ cm; $19,2 \pm 1,4$ g) não apresentaram diferença entre as ploidias ($P > 0,05$). Os peixes foram anestesiados com benzocaína (50 mg/L) para retirada de uma alíquota de 2,0 mL de sangue por punção do vaso caudal com auxílio de seringas contendo anticoagulante EDTA 10%.

2.3 Análises hematológicas

A contagem total de leucócitos e trombócitos: realizadas a partir de extensões sanguíneas de 30 animais de cada ploidia em duplicata, coradas com May-Grunwald/Giemsa pelo método de Rosenfeld (1947), estes parâmetros foram contabilizados a partir do método indireto proposto por Martins et al. (2004). Nas mesmas extensões sanguíneas foi realizada a contagem diferencial dos leucócitos com auxílio de um microscópio óptico, com objetiva de imersão e aumento de mil vezes, seguindo orientações de Tavares-Dias et al. (2002) que caracterizaram essas células do jundiá.

A contagem total de eritrócitos foi obtida mediante a contagem manual em hemocítmetro após diluição de 1:200 em solução de cloreto de sódio (0,65%). Enquanto a medição dos eixos maiores e menores dos eritrócitos e seus núcleos foram mensuradas a partir do desenho da imagem do contorno de 50 eritrócitos e seus núcleos, utilizando para isto 15 peixes de cada ploidia; foram determinados a partir de esfregaços sanguíneos com auxílio de um microscópio óptico e câmera clara. Além disto o volume dos eritrócitos e dos seus núcleos foram calculados considerando a equação proposta por Cal et al. (2005), onde: $V = \frac{4}{3} \pi \times a \times b^2$, onde a e b são os semieixos maiores e menores das células ou dos núcleos, respectivamente.

2.4 Análise Estatística

Os dados obtidos com o experimento foram submetidos à análise de variância (unicaudal) e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para verificar possíveis diferenças entre as médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dimensões eritrocitárias

Os resultados do presente estudo demonstraram que a triploidização alterou todas as variáveis mensuradas nos eritrócitos dos jundiás ($P < 0,01$), incluindo comprimento (eixo maior), largura (eixo menor) e volume. (Tabela 1). Os eritrócitos dos jundiás triplóides apresentaram-se em média 16,4% mais longos e 30,6% mais largos do que de seus consangüíneos diplóides ($P < 0,01$). Este perfil hematológico é condizente com os estudos que avaliaram a hematologia de siluriformes triplóides e demonstraram que os eritrócitos e seus núcleos são significativamente aumentados com a triploidia (Wolters et al., 1982; Krasznai et al., 1984; Goudie et al., 1985; Krasznai & Marián, 1986; Richter et al., 1987; Cormier et al., 1993). Este fato é tão bem aceito que as medidas do tamanho dos eritrócitos

são frequentemente usadas como um parâmetro criterioso, rápido e barato para determinação da triploidia em teleósteos (Sezaki et al., 1988; Yamamoto & Lida, 1994; Benfey, 1999; Ballarin et al., 2004). Dessa forma, os resultados apresentados garantem a possibilidade da utilização das variáveis dos tamanhos dos eritrócitos para comprovação da triploidia em jundiá.

Muitas pesquisas têm chamado atenção para o entrave teórico gerado pela alteração da relação área superficial/volume celular no metabolismo basal das células dos organismos triplóides, especialmente nos processos fisiológicos mediados pela membrana plasmática destas células. Os eritrócitos são as células mais numerosas no sangue dos peixes, e sua função consiste no transporte de oxigênio e de gás carbônico, desempenhado pelo seu componente principal, a hemoglobina. Graham et al., (1985) relatam que simultaneamente ao aumento do volume dos eritrócitos ocorre redução da concentração da hemoglobina e aumento da concentração de ATP. Estes dois fatores reduzem a afinidade da hemoglobina ao oxigênio e podem gerar danos na oferta de oxigênio aos tecidos e órgãos, reduzindo a capacidade aeróbica dos peixes triplóides (Graham et al., 1985). Sadler et al. (2001) consideram que a alteração das dimensões eritrocitárias ainda poderia afetar a viscosidade do sangue, prejudicando o fluxo sanguíneo e a distribuição do oxigênio.

Entretanto, na prática, alguns teleósteos triplóides não demonstram alteração da sua capacidade aeróbica (Benfey & Sutterlin 1984; Olívia Teles & Kaushik, 1990; Sesaki et al., 1991; Parsons; 1993; Yamamoto & Lida, 1994). Duas razões podem justificar a semelhança no desempenho, uma delas é que essa redução na eficiência de oxigenação dos eritrócitos não seja suficiente para afetar os requerimentos de oxigênio destes animais, ou ainda, que essa redução seja suprimida por mecanismos compensatórios, tais como o aumento da frequência cardíaca, volume de ventilação e/ou eficiência de natação (Cogswell et al., 2002). Por outro lado, Stillwell & Benfey (1996) afirmam que, na verdade, os indivíduos triplóides apenas possuem menor demanda de oxigênio para manter as mesmas taxas metabólicas que seus consangüíneos diplóides, e que estariam em desvantagem em um ambiente deficiente em oxigênio. De acordo com Benfey (1999), estas características podem resultar na variação do crescimento e comportamento dos animais triplóides quando comparados aos diplóides sob mesmas condições de cultivo, já que são animais fisiologicamente distintos.

TABELA 1 – Valores médios (\pm desvio padrão) das dimensões eritrocitárias de juvenis diplóides e triplóides de jundiá, *Rhamdia quelen*.

VARIÁVEIS (unidades)	Diplóides (n=30)	Triplóides (n=30)	Nível de Significância
Eixo maior da célula (μm)	11,45 \pm 0,92	13,33 \pm 1,03	P<0,01
Eixo menor da célula (μm)	8,37 \pm 0,77	10,93 \pm 0,99	P<0,01
Volume celular (fL)	421,56 \pm 78,89	838,89 \pm 169,7	P<0,01
Eixo maior do núcleo (μm)	4,41 \pm 0,54	5,13 \pm 0,48	P<0,01
Eixo menor do núcleo (μm)	2,90 \pm 0,29	3,40 \pm 0,36	P<0,01
Volume nuclear (fL)	19,85 \pm 4,86	31,49 \pm 7,59	P<0,01

3.2 Contagem total de eritrócitos

Os eritrócitos foram as células mais freqüentes nas extensões sangüíneas do jundiá. Contudo, independente da ploidia analisada, os valores da contagem total de eritrócitos (Tabela 2) são inferiores aos descritos para a mesma espécie oriunda de cativeiro: $1,7 \times 10^6/\mu\text{L}$ (Foresti et al., 1977); $1,585 \times 10^6/\mu\text{L}$ (Kavamoto et al., 1983); $1,950 \times 10^6/\mu\text{L}$ (Tavares Dias et al., 2002).

O número de eritrócitos no sangue dos peixes diplóides ($0,83 \times 10^6$ células/ μl) foi significativamente superior ($P < 0,05$) ao dos indivíduos triplóides ($0,63 \times 10^6$ células/ μl) (Tabela 2). Vários estudos relatam que o aumento no tamanho dos eritrócitos em teleósteos triplóides é proporcional a sua redução numérica (Sadler et al., 2001; Felip et al., 2001; Rehulka et al., 2004). De acordo com Benfey (1999) a redução numérica das células dos organismos triplóides é resultado de um mecanismo homeostático dos indivíduos triplóides para compensar o aumento do volume celular, causado pela acomodação do material genético extra.

Houston (1997) destaca que tanto o número quanto o volume dos eritrócitos são parâmetros hematológicos indicativos da capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue. Na comparação da CL50-96h de oxigênio dissolvido entre diplóides e triplóides de jundiá Weiss & Zaniboni-Filho (2009) observaram uma sensibilidade dos triplóides, com valor da concentração letal 6% maior que a apresentada pelos diplóides.

3.3 Contagem total de leucócitos e trombócitos

Enquanto os eritrócitos sanguíneos do jundiá são encontrados em abundância, os leucócitos e trombócitos do sangue periférico de ambas ploidias apresentaram-se difusos ou em pequenos grupos entre os densos eritrócitos (Figura 1 e 2).

A contagem total de trombócitos e leucócitos foram semelhantes no sangue periférico dos jundiás de ambas ploidias ($P > 0,05$), apresentando grandes amplitudes de variação (Tabela 2). Essa grande variação individual observada para estes parâmetros também foram relatadas em outros estudos com jundiá *R. quelen* diplóides (Foresti et al., 1977; Kavamoto et al., 1983; Soso et al., 2002). A semelhança numérica entre trombócitos e leucócitos observada entre diplóides e triplóides neste trabalho, corrobora o estudo comparativo entre as ploidias de *Tinca tinca* (Svobodová et al., 1998; Svobodová et al., 2001).

Leucócitos são células essenciais para o sistema imune dos peixes, contudo os efeitos das mudanças do tamanho dos leucócitos e do seu número na imunocompetência dos triplóides ainda não foram estudados. Small & Benfey (1987) sugerem que o maior tamanho destas células pode levar ao aumento da atividade fagocítica por célula, mas esta vantagem pode ser suprimida devido a sua redução numérica (Yamamoto & Lida, 1995). O presente estudo não constata diferença numérica dos leucócitos entre as ploidias, apesar de não ter sido avaliada a dimensão das células da série branca.

As contagens total e diferencial de leucócitos são importantes índices de atividade de defesa não específica (Ellis, 1976). Comparações do perfil de leucócitos de indivíduos diplóides e triplóides são raras (Svobodová et al., 2001). Em trutas, *Oncorhynchus mykiss*, Ranzani Paiva et al. (1999a) observam que os linfócitos são os leucócitos dominantes no sangue periférico de ambos, triplóides e diplóides. Enquanto Svobodová et al. (1998) não encontraram diferença significativa na contagem total de leucócitos quando avaliados indivíduos diplóides e triplóides de tenca. Estes resultados podem indicar que a atividade de defesa não específica de indivíduos triplóides pode não ser influenciada pela manipulação cromossômica, com isto a triploidia não afetaria a susceptibilidade dos peixes a doenças (Svobodová et al., 1998).

Os trombócitos são células sanguíneas com função de hemostasia e homeostasia encontradas em aves, répteis, anfíbios e peixes (Roberts, 1981; Penha et al., 1996; Beletti et al., 1998). Os trombócitos circulantes de *Carassius auratus* possuem meia vida de cinco dias, sugerindo que estas células necessitam ser removidas e substituídas com frequência para garantir a homeostasia e manter a capacidade de coagulação sanguínea (Fischer et al., 1998). Em peixes estas células ainda atuam em resposta a situações mórbidas de modo semelhante às plaquetas nos mamíferos (Stoskopf, 1993) e reduzem a predisposição às infecções (Kozinska et al., 1999). Apesar da existência de poucos estudos, o número médio de trombócitos totais em teleósteos de água doce pode variar de 2.000 à 68.400 microlitros de sangue, com amplitude de variação de 870 à 100.800 microlitros (Tavares Dias & Moraes, 2004).

3.4 Contagem diferencial de leucócitos

Na contagem diferencial de leucócitos foram identificados linfócitos, neutrófilos, basófilos, eosinófilos e células granulocíticas especiais (CGE). As células de ambas ploidias apresentaram-se morfológicamente similares entre si e com aquelas descritas por Tavares Dias et al. (2002) para a mesma espécie.

Apesar da semelhança morfológica das células sanguíneas entre as ploidias, houve diferença numérica na contagem diferencial feita entre diplóides e triplóides (Tabela 2). Dentre os leucócitos, os linfócitos foram as células predominantes nos indivíduos diplóides (62,5%), enquanto que nos triplóides foram os monócitos (49,6%). Além disso, jundiás triplóides apresentaram uma quantidade de neutrófilos circulantes (35,2%) superior aos diplóides (2,9%).

TABELA 2 – Valores médios (\pm desvio padrão) da contagem total de eritrócitos, trombócitos e da contagem diferencial de leucócitos de diplóides e triplóides de jundiá *Rhamdia quelen*.

VARIÁVEIS (unidades)	Diplóides (n=30)	Triplóides (n=30)	Nível de Significância
Eritrócito total ($10^6/\mu\text{L}$)	0,83 \pm 0,45	0,63 \pm 0,23	P<0,05
Trombócito total (cel/ μL)	14.167,58 \pm 12.995,56	7.038,45 \pm 11.708,24	P>0,05
Leucócito total (cel/ μL)	23.229,66 \pm 16.145,87	16.890,69 \pm 12.065,32	P>0,05
Contagem diferencial de leucócitos			
Linfócitos (%)	62,52 \pm 20,22	15,07 \pm 13,11	P<0,01
Monócitos (%)	35,93 \pm 18,91	49,62 \pm 17,43	P<0,05
Neutrófilos (%)	2,93 \pm 5,34	35,21 \pm 21,88	P<0,01
Basófilos (%)	0,17 \pm 0,66	0,00	P>0,05
Eosinófilos (%)	0,28 \pm 0,59	0,00	P<0,05
CGE (%) ¹	0,17 \pm 0,47	0,00	P>0,05

1 - CGE: células granulocíticas especiais.

A função de cada componente celular sanguíneo em peixes ainda é pouco esclarecida (Tavares Dias & Moraes, 2004). Os linfócitos dos peixes participam do processo inflamatório (Lamas et al., 1994), atuando como células imunocompetentes (Ruiz et al., 2003). Lewis et al. (1979) reportam a presença de receptores de superfície para eritrócitos nos linfócitos, além de imunoglobulinas de superfície. O presente estudo constata redução significativa destas células no sangue periférico dos triplóides de jundiá (P<0,01). Adicionalmente há o efeito da triploidia na redução da relação entre a área superficial e o volume celular, que pode interferir na imunocompetência do

jundiá triplóide. Dessa forma, são recomendados estudos que avaliem o efeito dessas alterações no desempenho de triplóides da espécie.

Por outro lado, os jundiás triplóides apresentaram aumento significativo de neutrófilos circulantes. Os neutrófilos têm papel importante na defesa contra infecções e possuem um sistema de agentes microbicidas (Vale et al., 2002), sendo os leucócitos de maior atividade migratória (Griffin, 1984). Estudos com diversas espécies de peixes demonstram a capacidade fagocítica dos neutrófilos sanguíneos ou teciduais ao englobar partículas antigênicas (Suzuki, 1986) e bactérias (Lamas et al., 1994; Vale et al., 2002). Além disso, os neutrófilos apresentam grande quantidade de peroxidase (Ellis, 1999), enzima lisossômica presente em células fagocíticas e que promove a oxidação de certos compostos pelo peróxido de hidrogênio no processo de fagocitose (Oliveira et al. 1997). Por outro lado, a neutrofilia verificada em jundiá triplóide foi observada por Martins et al. (2004) em tilápia *Oreochromis niloticus* apenas quando sujeitas a condição de estresse provocado pelo manejo.

A proporção de monócitos circulantes em indivíduos triplóides também foi superior ao observado em diplóides. Estas células também possuem atividade fagocitária, além da habilidade de se transformarem em macrófagos e migrarem para o foco inflamatório (Griffin, 1984), apresentando um importante papel no sistema imune de peixes (Iwama & Nakanishi, 1996). O maior número de monócitos no sangue circulante dos animais triplóides possivelmente mantenha o seu sistema de defesa melhor preparado para as condições adversas do cultivo. Apesar disso, a comprovação dessa vantagem deve ser feita por meio de ensaios com desafios experimentais com bactérias ou agentes inflamatórios, conforme procedimentos realizados por Martins et al. (2008).

No presente estudo, as frequências de basófilos, eosinófilos e CGE foram menores a 1% em todos os jundiás avaliados, dentre estes parâmetros, apenas a frequência de eosinófilos apresentou diferença estatística entre as ploidias (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados no sangue periférico de vários teleósteos (Tavares Dias & Moraes, 2004). Os eosinófilos muitas vezes estão ausentes no sangue periférico dos peixes mas quando aparecem apresentam frequência relativamente baixa (Saunders, 1966). Este autor observou a presença de eosinófilos em cerca de 40% das 166 espécies de peixes avaliadas. A função dos eosinófilos em peixes ainda não é bem conhecida. Alguns estudos demonstram correlação positiva entre o aumento de eosinófilos circulantes com algumas doenças (Ranzani Paiva, 1999a; Tavares Dias et al. 2000). Os basófilos estão igualmente presentes no sangue periférico dos peixes em baixa frequência e raramente são encontrados (Campbell, 1988). Dentre as 20 espécies de peixes estudadas na planície de inundação do rio Paraná, Ranzani Paiva et al. (2000) encontraram a presença de basófilos em 14 destas. Não há estudos que esclareçam a função específica dos basófilos em peixes. Em mamíferos, os basófilos estão envolvidos em processos alérgicos e resposta imunológica (Bochner & Schleimer, 2001).

Finalmente, o presente estudo demonstra que a triploidia está associada a mudanças nos parâmetros hematológicos, os quais podem afetar a fisiologia do jundiá, e a resposta dos peixes às condições de cultivo e eventualmente à infecções.

4. CONCLUSÃO

Estudos futuros considerando o desempenho dos triploides de jundiá quando submetidos à desafios experimentais devem prover melhor entendimento da capacidade fisiológica e adaptativa destes animais frente a situações adversas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAI, K. Genetic improvement of aquaculture finfish species by cromosome manipulation techniques in Japan. **Aquaculture**, v.197, p.205-228, 2001.
- BALLARIN, B. L.; DALL'ORO, M.; BERTOTTO, D.; LIBERTINI, A.; FRANCESCON, A.; BARBARO, A. Haematological parameters in Umbrina cirrosa (Teleostei, Sciaenidae): a comparison between diploid and triploid specimens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A v.138. p.45– 51, 2004.
- BARKER, C.J., BECK, M.L., BIGGERS, C.J.. Hematological and enzymatic analysis of *Ctenopharyngodon idella_Hypophthalmichthys nobilis* F1 hybrids. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.A24, p.915– 918, 1983.
- BEAUMENT, A.; HOARE, K. Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture. Wiley-Blackwell, 1ed, 176p. 2003.
- BELETTI ET , M.E.; SILVA, M.; SANTOS, A.L.Q.; MANNA, F.D.; SOARES, J.M.; FERREIRA, C.A.Q. Ultrastructural study of trombócites of *Arapaima gigas*. **Bioscience Journal**, v.14 (1), p.3-10, 1998.
- BENFEY, T. J., SUTTERLIN, A. M. The haematology of triploid landlocked Atlantic salmon, *Salmo salar* L. **Journal of Fish Biology**, v.24, p.333-338, 1984.
- BENFEY, T. J. The physiology and behavior of triploid fishes. **Review in Fisheries Sciences**, v.7(1), p.39-67, 1999.
- BOCHNER, B.S.; SCHLEIMER, R.P. Mast cells, basophils, and eosinophils: distinct but overlapping pathways for recruitment. **Immunity Review**, v.179, p.5-15, 2001.
- CAL, R.M.; VIDAL, S.; CAMACHO, T.; PIFERRER, F.; GUITIÁN, F.J., Effect of triploidy on turbot haematology. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.141, p. 35–41, 2005.
- CAMPBELL, T.W. Fish cytology and hematology. **Veterinary Clinical of North America: Small Animal Practici**, v.18 (2), p.349-364, 1988.
- CARRASCO, L. A. P; PENMAN, D. J.; BROMAGE, N. Parametros morfométricos de interés comercial en trucha arco-iris triploide, *Oncorhynchus mykiss*. **Revista Aquatic**, n.6, fevereiro, 1999.
- COGSWELL, A. T., Benfey, T. J., Sutterlin, A. M. The hematology of diploid and triploid transgenic Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v.24, p.271-277, 2002.
- CORMIER, S.M.; NEIHEISEIL, T.W.; WILLIAMS, D.E.; TIERSCH, T.R. Natural occurrence of triploidy in a wild bullhead. **Trans. Amer. Fisheries Society**, v.122, p.390-392, 1993.
- COTTER, D.; O'DONOVAN, V.; O'MAOILÉIDIGH, N.; ROGAN, G.; ROCHE, N.; WILKINS, N. P. An evaluation of use of triploid atlantic salmon (*salmo salar* L.) in minimizing the impact of escaped farmed salmon on wild populations. **Aquaculture**, v.186, p.61-75, 2000.
- DUNHAM, R. A. Genetic engineering in aquaculture. **Ag Biotech News and Information**. v.2, p.401-406, 1990.
- DUNHAM, R. A. **Aquaculture and Fisheries Biotechnology: Genetics Approaches**. 2004.
- ELLIS, A. E. The leucocytes of fish. A review. **Journal Fish Biology**, v.8, p.143-156, 1976.

- ELLIS, A.E. Immunity to bacteria in fish. **Fish and Shellfish Immunology**, v.9, p.291–308, 1999.
- FAJSHANS, M. A mode approach to distinguish diploid and triploid fish by means of computer assisted image analysis. **Acta Veterinaria (Brno)**, v.66, p.101-110. 1997.
- FAJSHANS, M.; VAJCOVÁ, V. A finding of odd ploidy levels in sturgeons may witness to backcross of interspecific hexaploid sturgeon hybrids to evolutionarily tetraploid and/or octaploid parental species. **Folia Zoologica**. v.46, n.2, p.133-138, 2000.
- FELIP, A. PIFERRER, F.; CARRILLO, M. Comparative growth performance of diploid and triploid European sea bass over the first four spawning seasons. **Journal of Fish Biology**, v. 58, p. 76-88, 2001.
- FISCHER, U.; OTOTAKE, M.; NAKANISHI, T. Life span of circulating blood cells in gibel carp (*Carassius auratus langsdorfii*). **Fish and Shellfish Immunology**, v.8, p.589-606, 1998.
- FORESTI, F., VOLPATO, G. L., GARCIA, E. M. Medidas de alguns parâmetros morfológicos e fisiológicos do sangue de bagre (*Rhamdia hilarii Valenciennes, 1840*) (Pisces: Pimelodidae). **Ciência e Cultura**, Rio de Janeiro, v.29, n.7, 580, 1977.
- FRACALOSSO, D. M.; MEYER, G.; SANTAMARIA, F. M.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI FILHO, E. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região Sul do Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26, n.3, p.345-352, 2004.
- GAO, Z.; WANG, W.; ABBAS, K.; ZHOU, X.; YANG, YI.; DIANA, J. S.; WANG, H.; LI, Y.; SUN, Y. Haematological characterization of loach *Misgurnus anguillicaudatus*: Comparison among diploid, triploid and tetraploid specimens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 147, p. 1001-1008, 2007.
- GOMES, L. C.; GOLOMBIESKI, J. I.; GOMES, A. R. C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.179-185, 2000.
- GOUDIE, C.A.; SIMCO, B.A.; DAVIS, K.B.; LIU, Q. Production of gynogenetic and polyploid catfish by pressure-induced chromosome set manipulation. **Aquaculture**, v.133, p.185-198, 1985.
- GRAHAM, M.S., FLETCHER, G.L., BENFEY, T.J. Effect of triploidy on blood oxygen content of Atlantic salmon. **Aquaculture**, Amsterdam, v.50, p.133-139, 1985.
- GRIFFIN, R.B. Random and directed migration of trout (*Salmo gairdneri*) leukocytes: activation by antibody, complement, and normal serum components. **Developmental and Comparative Immunology**, v.8, p.589-597, 1984.
- HOUSTON (1997). Houston, A.H. Review, are the classical hematological variables acceptable indicators of fish health. **Trans. American Fish. Society**, v.126, p.879-893, 1997.
- HUERGO, G. P. C. M. e ZANIBONI FILHO, E. Triploidy Induction in Jundiá, *Rhamdia Quelen* Through Hydrostatic Pressure. **Journal of Applied Aquaculture**, Frankfurt, v. 18, p.45-57, 2006
- IWANA, G. E NAKANISHI, T. (1996) The immune system. **Academic Press**, Califórnia.
- KAVAMOTO, E. T.; RANZANI PAIVA, M. J. T.; Tokumaru, M. Estudos hematológicos em bagre *Rhamdia hilarii* (Val. 1849), Teleosteo, no estágio de desenvolvimento gonadal maduro. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.10, p.459-472, 1983.
- KERBY, H.; EVERSON, M.; HARRELL, M. GEIGER, R.; STARLING, C.; REVELS, H.. Performance comparisons between diploid and triploid sunshine bass in fresh water ponds. **Aquaculture**, v.211, p.91-108. 2002.

- KOZINSKA, A.; ANTYCHOWICZ, J.; KOSTRZEWA, P. Relationship between the trombocyte activity and the susceptibility of the carp (*Cyprinus carpio* L.) to *Aeromonas hydrophila* infection in different seasons. **Bulletim of Veterinary Institute of Pulaway**, v.43, p.63-69, 1999.
- KRASZNAI, Z.; MARIÁN, T.; JENEY, Z.; JENEY, G.; ZSIGRI, A. Effect of triploidy on the blood cell size of hybrid grass carp. **Aquaculture Hungarica** (Szarvas), v. 4, p. 17–24, 1984.
- KRASZNAI, Z.; MARIÁN, T. Shock-induced triploidy and its effect on growth and gonad development of European catfish, *Silurus glanis* L. **Journal of Fish Biology**, v.29, p.519-527, 1986.
- LAMAS, J.; SANTOS, Y.; BRUNO, D.W.; TORANZO, A.E.; ANADÓN, R. Non-specific cellular responses of rainbow trout to *Vibrio anguillarum* and its extracellular products (ECP's). **Journal of Fish Biology**, v.45, n.5, p.839-845, 1994.
- LEWIS, D.H.; EURELL, T.E.; CANNON, M.S.; GRUMBLES, L.C. T and C cells analogues from peripheral blood of immune channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal of Fish Biology**, v.14, p.31-37, 1979.
- LUTZ, C. G. Pratical Genetics for Aquaculture. **Fishing News Books**, Oxford, 235pp. 2001.
- MAIR, G. C. Chromosome set manipulation in tilapia techniques, problems and prospects. **Aquaculture**, v.11, p. 227-244. 1993.
- MARTINS, M.L. *et al.* 2004 Hematologia e resposta inflamatória aguda em *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) submetida aos estímulos único e consecutivo de estresse de captura. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v.30, p.71-80, 2004.
- MARTINS ML, MOURIÑO JLP, AMARAL GV, VIEIRA FN, DOTTA G, BEZERRA AJM, PEDROTTI FS, JERÔNIMO GT, BUGLIONE-NETO CC, PEREIRA JR. G (2008) Haematological changes in Nile tilapia experimentally infected with *Enterococcus* sp. **Brazilian Journal of Biology**, v.68 (3), p.631-637, 2008.
- OLIVA-TELES, A. AND S. J. KAUSHIK. Growth and nutrient utilization by 0+ and 1+ triploide rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. 1990. **Journal of Fish Biology**, v.37, p.125–133, 1990.
- OLIVEIRA, W.; MOURA, W.L.; MATISHIMA, E.R.; EGAMI, M.I. Detecção citoquímica da mieloperoxidase em eosinófilos e manonucleares asurófilos no sangue de *Kaiman crocodilus ycare* (Daudin, 1802). In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira para Progresso da Ciência, 49, Belo Horizonte: SBPC Anais...** 1997, p.868.
- PARSONS, G.R.,. Comparison of triploid and diploid white crappies. **Transactions of the American Fisheries. Society**, v.122, p.237– 243, 1993.
- PENHA, M.L.; DIAS, J.L.C.; MANUCELLI, B.E. Influence of low environmental temperature on the phagocytic activity of bullfrog (*Rana catesbeiana*) trombocytes. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Sciences**, v.33 (1), p.15-18, 1996.
- PHILLIPS, R. B.; ZAJICEK, K. D.; IHSSSEN, P. E.; JOHNSON, O. Application of silver staining to the identification of triploid fish cells. **Aquaculture**, v.54, p.313-319, 1986.

- PURDOM, C. E. Genetic engineering by the manipulation of chromosomes. **Aquaculture**, Amsterdam, v.33, p. 1088-1093. 1983.
- PURDON, C. E. Genetic and fish Breeding. Chapman & Hall, London. 1993.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T., SALLES, F. A., EIRAS, J. C. Análise hematológica de curimatá (*Prochilodus srofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.25, p. 77-83, 1999a.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TABATA, Y. A.; EIRAS, A. C. Hematologia comparada entre diplóides e triplóides de truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* Walbaum (Pisces, Salmonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.15: (4), p.1093-1102, 1999b.
- RANZANI PAIVA, M. J. T.; SILVA-SOUZA, A. T.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, A. C. Hematological evaluation in commercial fish species from the foodplais of the upper Paraná River, Brazil. **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p. 507-513, 2000.
- RANZANI PAIVA, M. J. T., Rodrigues, E. L., Veiga, M. L., Eiras, A. C. Clotting time and haematocrit of dourado *Salminus maxillosus* and carp, *Cyprinus carpio*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.26 (1), p.113-116, 2001.
- REHULKA, J. MINARIK, B.; REHULKOVA, E. Red blood cell indices of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) in aquaculture. **Aquaculture Research**, v.35, p.529-546. 2004.
- RICHTER, C.J.; HENKEN, A.M.; EDING, E.H.; VAN DOESUM, J.H.; DE BOER, P. Induction of triploidy by cold-shocking eggs and performance of triploids of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). In: **Selection, Hybridization, and Genetic Engineerring in Aquaculture**, v.2 (Tiews, K., Ed.), Berlim: Heenemann Verlags. Gmbh, 1987, p.225-237.
- ROBERTS, R.J. **Patología de Los Peces**. In: Madrid: Mundi-Prensa, Patología de Los Peces. 1981, 366 p.
- ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica. Nova combinação dos componentes do May-Grünwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 20, p. 329-334, 1947.
- RUIZ, I.; FERNÁNDEZ, A.B.; BLAS, I. El sistema inmune de los teleósteos (III): respuesta inmune específica. **Revista Aquatic**, v.18, p.33-38, 2003.
- SADLER, J. PANKHURST, P. M.; KING, H. R. High prevalence of skeletal deformity and reduced gill surface area in triploid Atlantic salmon. **Aquaculture**, Amsterdam, v.198, p.369-386, 2001.
- SAUNDERS, D. C. Differential blood cells counts of 121 species of marine fishes of Puerto Rico. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.85, n.3, p. 427-449, 1966.
- SEZAKI, K., WATABE, S., HASHAIMOTO, K. Haematological parameters and erythrocytes enzyme activities associated with increase in ploidy status of the spinous loach, *Cobitis biwae* Jordan and Snyder. **Journal of Fish Biology**, v.32, p.149-150, 1988.
- SEZAKI, K., WATABE, K., TSUKAMOTO, K., HASHIMOTO, K. Effects of increase in ploidy status on respiratory function of ginbuna, *Carassius auratus* Langsdorfi (Cyprinidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. A99, p.123– 127, 1991.

SMALL, S.A., BENFEY, T.J. Cell size in triploid salmon. **J. Exp. Zool.**, v.241, p.339-342, 1987.

SOSO, A.B.; CERICATO, L.; CONRADI, J.; BRUNETTO, G.; RODRIGUES, L.B.; KREUTZ, L.C.; QUEVEDO, R.M.; BARCELLOS, J.G. Perfil hematológico de jundiá (*Rhanda quelen*) mantidos em cativeiros. In: **Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 12, Goiânia, ABRAq ANAIS...** 2002, p.285.2

STILLWELL, E. J.; T. J. BENFEY. Hemoglobin level, metabolic rate, opercular abduction rate and swimming efficiency in female triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v.15, p.377–383, 1996.

STOSKOPF, N.K. **Fish medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1993. 882p.

SUZUKI, K. Morphological and phagocytic characteristics of peritoneal exudate cells in tilapia, *Oreochromis niloticus* (Trewavas), and carp, *Cyprinus carpio* L. **Journal of Fish Biology**, v.29 (3), p.349-364, 1986.

SVOBODOVÁ, Z., KOLAROVÁ, J., FLAJSHANS, M., The first findings of the differences in complete blood count between diploid and triploid tench, *Tinca tinca* L. **Acta Vet. Brno**, v.67, p.243-248, 1998.

SVOBODOVÁ, Z., M. FLAJSHANS, J. KOLÁROVÁ, H., M. SVOBODA, V. VAJCOVÁ. Leucocyte profiles of diploid and triploid tench, *Tinca tinca* L. **Aquaculture**, v.198, p.159-168, 2001.

TAVARES DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; MARTINS, M.L.; SILVA, E.D.; MORAES, F.R.; PERECIN, D. Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária. I. Variáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1987 (Characidae). **Acta Scientiarum**, v.21, p.337-342, 1999a.

TAVARES DIAS, M.; MARTINS, M.L.; KRONKA, S.N. Evaluation of the haematological parameters in *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (Osteichthyes, Characidae) with *Argulus* sp. (Crustacea: Branchiura) infestation and treatment with organophosphate. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, p.553-555, 1999b.

TAVARES DIAS, M., SCHALCH, S. H. C., MARTINS, M. L. Características hematológicas de *Oreochromus niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) cultivadas intensamente em Pesque-pague do município de Franca, São Paulo, Brasil. **Ars Veterinária**, v.16, n.2, 76-82, 2000.

TAVARES DIAS, M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do Jundiá *Rhanda quelen* (Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.32, n.4, p.693-698, 2002.

TAVARES DIAS, M; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**, Ed. Riberão Preto, 2004, 144p.

VALE, A.; AFONSO, A.; SILVA, M.T. The Professional phagocytes of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): cytochemical characterisation of neutrophils and macrophages in the normal and inflamed peritoneal cavity. **Fish Shellfish and Immunology**, v.13, p.183-198, 2002.

WEISS, L.A.; ZANIBONI-FILHO, E. Survival of Diploid and Triploid *Rhanda quelen* Juveniles under Different Oxygen Concentrations. **Journal of Applied Aquaculture**, no prelo, 2009.

WOLTERS, W. R.; CHRISMAN, C. L.; LIBEY, G. S. Erythrocyte nuclear measurements of diploid and triploid channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). **Journal of Fish Biology**, v.20, p.253-258, 1982.

YAMAMOTO, A.; LIDA, T. Hematological characteristics of triploid rainbow trout. **Fish Pathology**, v.29, p. 239–243, 1994.

YAMAMOTO, A., LIDA, T., Non-specific defense activities of triploid rainbow trout. **Fish Pathology**, v.30, p.107-110, 1995.

Comparação do desempenho de larvas diplóides e triplóides de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy e Gaimard 1824) submetidas a diferentes densidades de estocagem.

Hirla Fukushima¹, Jhon Edison Jimenez¹, Marcos Weingartner² e Evoy Zaniboni Filho^{2*}.

⁽¹⁾ Programa de Pós Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina;

⁽²⁾Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia SC 406 nº3532, Florianópolis, SC, Brasil.

*zaniboni@cca.ufsc.br

RESUMO

O desempenho no crescimento e na sobrevivência de diplóides e triplóides de jundiá *Rhamdia quelen* foram avaliados sob seis diferentes densidades de estocagem (10, 60, 110, 160, 210 e 260 larvas/litro) durante 31 dias de cultivo em sistema de larvicultura intensiva. Houve diferença na sobrevivência média final entre as ploidias ($P < 0,01$), com valor de 12,4% para os jundiás diplóides e 27,1% para os triplóides, por outro lado, a mesma não foi afetada pelas densidades de estocagem ($P > 0,05$) em ambas ploidias. O ganho em comprimento não foi afetado pelas ploidias e pelas densidades de estocagem ($P > 0,05$). O crescimento em peso das larvas diplóides foi maior do que o observado para os jundiás triplóides ($P < 0,05$). Embora esse crescimento diferencial possa ter sido causado pela maior mortalidade dos diplóides, reduzindo assim a densidade de estocagem. Essa hipótese é reforçada pela maior biomassa observada nas unidades experimentais contendo jundiás triplóides ($P < 0,01$).

Palavras chave: *Rhamdia quelen*, triploidia, desempenho, densidade de estocagem.

ABSTRACT

The performance on the growth and survival of jundiá *Rhamdia quelen* diploid and triploid was investigated in six different stocking densities (10, 60, 110, 160, 210, 260 larvae/liter) during 31 days after rearing in intensive larviculture system. Difference in the average survival was found between ploidies ($P < 0.01$), presenting $12.1 \pm 3.3\%$ for diploid and $27.1 \pm 4.3\%$ for triploid fish. On the other hand, this one was not affected by stocking density ($P > 0.05$). The length wasn't affected by both ploidies and stocking densities. Diploid weight gain was bigger than for triploid fish ($P < 0.05$), although these performance difference could be caused by the lower fish density in diploid treatment as result of the higher mortality for diploid fish. These hypothesis is strengthened by the higher biomass showed in triploid treatments ($P < 0.01$). These hypothesis is strengthened by higher biomass showed in triploids treatments ($P < 0.01$).

Key Words: *Rhamdia quelen*, triploidy, performance, stocking density.

1. INTRODUÇÃO

O Jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriforme: Heptapteridae) é um bagre de água doce, nativo do continente americano, presente em bacias hidrográficas que se estendem desde o sudeste do México até o centro da Argentina (Zaniboni Filho, 2003). Esta espécie tem exibido grande potencial econômico para a aquicultura brasileira, por apresentar boas características zootécnicas e organolépticas, almejada tanto por produtores como pela indústria de processamento. O cultivo deste peixe é marcado pelo rápido crescimento, boas taxas de conversão alimentar, rusticidade e, sobretudo pela tolerância a baixas temperaturas, garantindo crescimento contínuo inclusive no período de inverno (Fracalossi et al., 2004). Além disto, o jundiá ainda possui uma carne saborosa e livre de espinhos intramusculares, fatores que conferem sua ótima aceitação pelo mercado consumidor.

Devido às vantagens descritas acima, a produção do jundiá vem se expandindo na região sul do país (Gomes et al., 2000). No entanto, a maturação sexual precoce vem sendo identificada como um problema em potencial durante a fase de engorda (Fracalossi et al., 2004), já que ambos os sexos atingem a puberdade bem antes de alcançarem o peso comercial (Baldisserotto & Neto, 2004). Após a maturação, parte da energia que poderia ser direcionada para o crescimento somático é desviada para o desenvolvimento das gônadas, reduzindo substancialmente a taxa de crescimento neste período. Deste modo, a fim de otimizar o cultivo do jundiá, torna-se necessário apurar manejos e/ou técnicas capazes de reduzir o efeito negativo da sua maturação precoce.

A triploidia é uma técnica de manipulação cromossômica que tem sido usada para resolver problemas gerados pela maturação precoce em diversas espécies de peixes de interesse comercial (ARAI, 2001), incluindo carpas, bagres, tilápias e salmonídeos (Beaumont & Hoare, 2003). Esta técnica tem como objetivo produzir esterilidade genética e/ou gonadal e pode ser facilmente efetuada através da aplicação de choques térmicos ou de pressão em ovos recém fertilizados, com o propósito de impedir a metáfase durante a meiose II (Dunham, 2004). Recentemente, Huergo & Zaniboni Filho (2006) demonstraram a viabilidade da produção de larvas de *R. quelen* triplóides, obtendo a triploidia da totalidade dos peixes tratados.

Além de evitar os problemas relacionados com a maturação precoce (Peruzzi, 2004), diversos estudos têm demonstrado que peixes triplóides podem possuir melhores taxas de sobrevivência, crescimento, conversão alimentar e maior resistência a doenças quando comparados aos diplóides (Kerby et al., 2002). Com isto, a triploidia vem sendo empregada pela indústria da aquicultura como um meio de melhorar o rendimento dos cultivos tradicionais (Carrasco et al., 1999).

A esterilidade ainda possibilita a exclusão das interações genéticas entre as populações selvagens e cultivadas (Cotter et al., 2000) evitando, desta forma, a ocorrência de um impacto na estrutura genética e ecológica das populações naturais (Lutz, 2001).

Após o estabelecimento de protocolo que permite a obtenção de triplóides de *R. quelen* faz-se necessário o desenvolvimento de tecnologia para a larvicultura dos exemplares triplóides, possibilitando a produção maciça das formas jovens que poderão ser destinadas ao cultivo. O

presente estudo busca avaliar comparativamente o efeito da densidade de estocagem de larvas triplóides e diplóides de jundiá sobre o crescimento e sobrevivência.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 *Material Biológico*

Larvas foram obtidas por indução hormonal de matrizes de *Rhamdia quelen* descendentes de populações selvagens da bacia do rio Uruguai e pertencentes ao plantel de reprodutores mantido pelo Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixe de Água doce, pertencente a Universidade Federal de Santa Catarina. Oito fêmeas e dois machos de *R. quelen* receberam aplicação de extrato de pituitária de carpa e os gametas foram obtidos por extrusão decorridas 234 grau-hora após o término do tratamento hormonal. Foi utilizada uma mistura de gametas provenientes de vários reprodutores, sendo que após quatro minutos da ativação dos gametas uma parte dos ovos foi submetida à um choque de pressão. A aplicação desse choque foi feita por meio da ação de uma prensa hidráulica sobre uma câmara de aço com volume de 800mL, com intensidade (5.000psi) e duração (5 minutos), seguindo procedimento proposto por Huergo & Zaniboni Filho (2006) para a indução a triploidia da mesma espécie. Simultaneamente a produção dos triplóides, a outra parte dos gametas foi utilizada para produção dos diplóides, seguindo procedimento idêntico, exceto pela aplicação do choque de pressão.

Os ovos diplóides e triplóides foram mantidos separados em incubadoras do tipo cilindro-cônico com volume de 56L e abastecidas por um sistema de recirculação de água, garantindo constante movimentação e a manutenção da temperatura em 26°C. A eclosão ocorreu depois de 36 horas da fertilização e as larvas foram mantidas nas incubadoras até a abertura da boca e o início da alimentação exógena.

2.2 *Delineamento Experimental*

O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, fatorial 3x2, composto de 12 tratamentos em triplicata. Para cada ploidia foram testadas seis densidades de estocagem entre 10 e 260 larvas por litro (Tabela 1) por um período experimental de 31 dias de larvicultura.

TABELA 1 – Desenho experimental dos tratamentos utilizados durante a larvicultura intensiva de jundiás *Rhamdia quelen* diplóides e triplóides sob diferentes densidades de estocagem.

Ploidia	2n						3n					
	10	60	110	160	210	260	10	60	110	160	210	260
Densidade de estocagem (larvas/L)												

2.3 *Manejo dos Animais e Unidades Experimentais*

Após o período de incubação, larvas de ambas ploidias foram quantificadas e distribuídas ao acaso nas 36 unidades experimentais de acordo com o tratamento. Simultaneamente, 30 larvas de cada ploidia foram fixadas em formalina tamponada 4% para posterior biometria. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (8h e 16h) com nauplios de *Artemia* sp. durante os primeiros 18 dias

de tratamento, quando a dieta foi acrescida de ração farelada contendo 56% de proteína bruta e fornecida *ad libitum* (Tabela 2).

TABELA 2 – Alimentação das larvas de jundiá *Rhamdia quelen* diplóides e triplóides durante o período experimental.

Período experimental (dias)	1-3	4-6	7-9	10-12	13-18	19-30
Alimentação (nauplios/larva)	50	100	150	200	300	400+ração*

*ração farelada 56%PB fornecida *ad libitum*

As unidades experimentais foram compostas por tanques retangulares de coloração clara, volume útil de 5 litros de água com aeração constante e vinculadas a um biofiltro, compondo um sistema fechado de recirculação de água. Cada unidade experimental foi continuamente abastecida com água salinizada a 2,5ppmil de NaCl e temperatura de 26°C, mantendo uma taxa de renovação de 200% ao dia.

Duas vezes ao dia foram monitorados os parâmetros de qualidade de água de cada uma das unidades experimentais; Os valores de pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade foram medidos com sonda multiparâmetros (YSI63, Yellow Springs, OH, USA). Semanalmente foram medidos os valores de amônia, nitrito e dureza pelo método colorimétrico (Alpha Tecnoquímica). Além disso, diariamente foi verificada e quantificada a mortalidade dos peixes nos diferentes tratamentos, bem como realizada limpeza das caixas para retirada dos excrementos fecais e sobra de alimento acumulado.

2.4 Variáveis Analisadas

Ganho em peso médio (g): $GP = (P_{\text{médio final}} - P_{\text{médio inicial}})$;

Ganho em comprimento (mm) : $GC = (C_{\text{médio final}} - C_{\text{médio inicial}})$;

Sobrevivência (%): $S = 100 \times N_f / N_i$, onde: N_f = número de peixes no final do ensaio experimental; N_i = número de peixes no início do ensaio experimental;

Taxa de mortalidade diária:

2.5 Verificação da Triploidia

Ao final do experimento, foram coletadas e fixadas amostras de nadadeiras de 30 peixes de cada unidade experimental contendo peixes triplóides, totalizando 540 amostras, para posterior análise da ploidia. A triploidia foi verificada pelo método de coloração de nucléolos com $AgNO_3$ (Phillips et al., 1986) evidenciando que a totalidade dos peixes tratados eram triplóides.

2.6 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando verificada interação entre densidade de estocagem e a ploidia foi realizado desdobramento da interação (Sliced, SAS) seguido por análise de regressão e teste de Tukey ($\alpha=0,05$) para verificar a existência de diferenças entre as médias. Os valores de biomassa final de cada ploidia foram correlacionados com a densidade de estocagem inicial e submetidos à análise de regressão linear.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sobrevivência

A taxa de sobrevivência dos jundiás triplóides foi superior àquelas observadas para os diplóides em todas as densidades testadas ($P < 0,01$), apresentando valores em média 120% maiores (Figura 1 e 2).

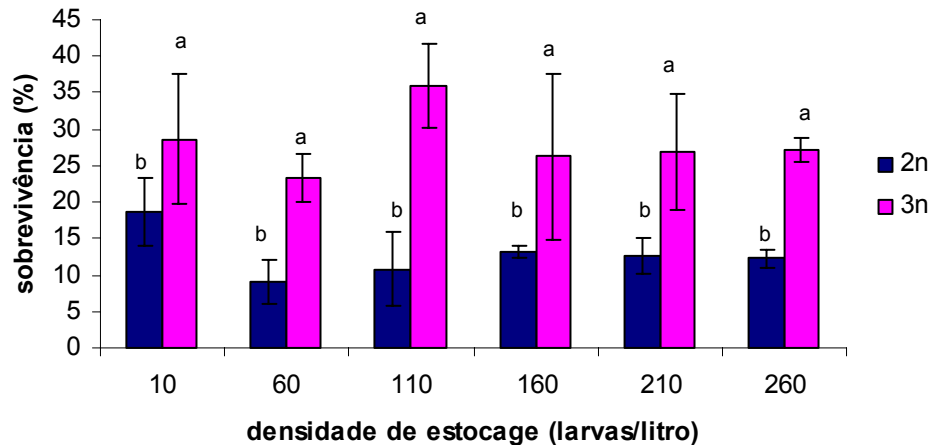


FIGURA 1 – Taxa de sobrevivência (média \pm desvio padrão) das larvas de jundiá *Rhamdia quelen* diplóides e triplóides submetidas a diferentes densidades de estocagem durante 31 dias de cultivo. Letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias ($P < 0,01$).

Os valores de sobrevivência observados neste trabalho estiveram abaixo do esperado para a espécie em condições ideais de cultivo, quando de acordo com Silva (2004) são esperados valores de sobrevivência entre 80 e 95% durante os primeiros 21 dias de cultivo. O bem estar dos peixes ainda é afetado pelo manejo, luminosidade, circulação de pessoas, cor do tanque, dentre outros (Behr et al., 1999). Diferentemente das condições empregadas na larvicultura do jundiá, neste trabalho foram utilizados tanques de cor clara, pequeno volume e elevada taxa de renovação de água, que podem ter contribuído para reduzir a taxa de sobrevivência. Apesar disso, as condições experimentais foram idênticas entre os distintos tratamentos e permite a comparação dos resultados.

A larvicultura é considerada a fase crítica para a produção das formas jovens de peixes nativos brasileiros (Luz & Zaniboni Filho, 2002) e a densidade de estocagem é um fator que pode afetar o crescimento e a sobrevivência das larvas de jundiá (Piaia & Baldisserotto, 2000). A densidade de estocagem indicada para a larvicultura de jundiá diplóide é em torno de 10 larvas/L (Baldisserotto & Neto, 2004). Entretanto, neste trabalho a sobrevivência de jundiás de ambas ploidias não foi afetada pela densidade de estocagem ($P > 0,05$).

Peixes mantidos em altas densidades são geralmente expostos a um complexo conjunto de fatores que interagem entre si, como qualidade da água, alterações comportamentais devido a interações sociais e disponibilidade de alimento diminuída (Urbinati & Carneiro, 2004). Contudo, no presente estudo, a alimentação das larvas manteve-se controlada de acordo com a biomassa de cada tratamento experimental. Além disto, a qualidade da água manteve valores semelhantes entre

as distintas ploidias e densidades testadas durante todo período experimental. A temperatura foi de $25\pm 0,7$ °C e a concentração de oxigênio dissolvido se manteve acima de 6mg/l. O pH da água apresentou valor de $7,6\pm 0,8$, enquanto a alcalinidade foi de $103,0\pm 6,9$ mg/LCaCO₃. Os níveis de amônia e nitrito permaneceram inferiores a 0,5 e 0,01mg/L, respectivamente.

Avaliando a taxa de mortalidade diária das larvas com distintas ploidias, verifica-se que ambas apresentam um padrão semelhante, onde as maiores taxas foram observadas entre o segundo e o sétimo dia após o início da alimentação exógena (Figura 2).

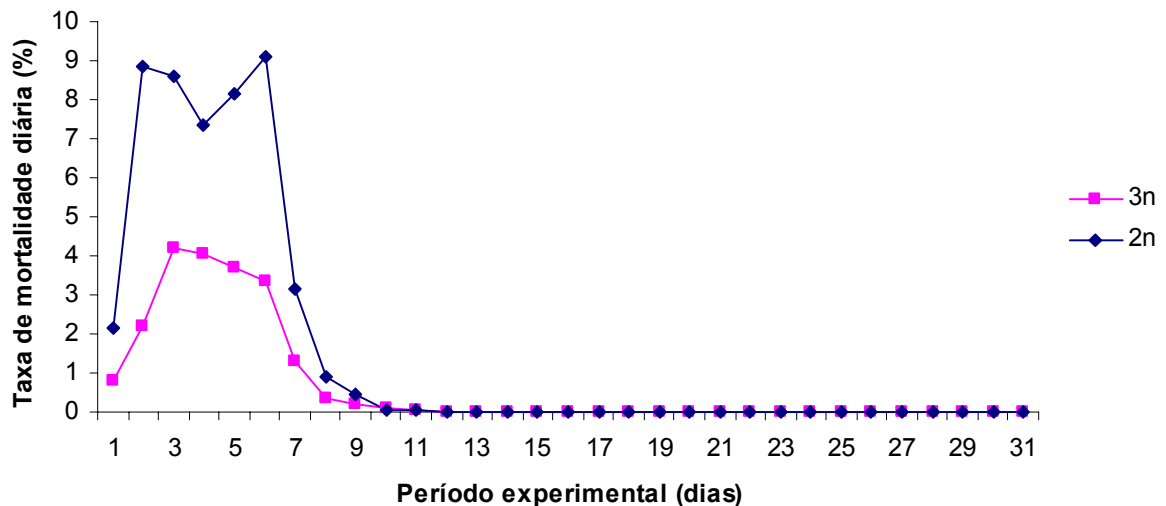


FIGURA 2 – Taxa média de mortalidade diária de larvas diplóides e triplóides de jundiá *Rhamdia quelen* durante larvicultura intensiva.

De acordo com SILVA (2004), a larvicultura do jundiá é marcada pela existência de intenso canibalismo entre as larvas, que começa quando as larvas iniciam a alimentação exógena e se torna mais acentuado no sexto dia. Comportamento semelhante foi observado neste trabalho para ambas as ploidias, exceto pelo fato de que o comportamento canibal se estendeu até o sétimo dia depois do início da alimentação externa.

Um dos efeitos da triploidia em peixes é a redução da agressividade dos animais (Carter et al., 1994; Garner et al., 2008; O’Keefe & Benfey, 1997; Wagner et al., 2006), podendo justificar que as maiores taxas de sobrevivência observadas na larvicultura de *R. quelen* triplóides seja decorrente da redução do canibalismo característico da fase inicial. Além disto, a diferença no comportamento dos triplóides pode estar relacionada a redução numérica das células sensoriais e do cérebro dos triplóides, fazendo com que esses indivíduos tenham menor sensibilidade à luz e ao som (Aliah et al., 1990), reduzindo dessa forma o estresse dos peixes causado pelo manejo da larvicultura. A redução da agressividade evita hierarquias e conseqüentemente reduz os efeitos fisiológicos nos peixes subordinados.

3.2. Crescimento

Comparando a biomassa final entre as ploídias, foi verificado que, exceto na menor densidade (10 larvas/litro), as unidades com peixes triplóides apresentam maior biomassa em todas as densidades testadas ($P < 0,01$) (Tabela 3).

TABELA 3- Resultados de desempenho (média \pm desvio padrão) de larvas de jundiá *Rhamdia quelen* diplóides e triplóides submetidos à diferentes densidades de estocagem (DE) durante o cultivo em larvicultura intensiva.

DE (larvas/litro)	VARIÁVEIS					
	Biomassa final (g) ¹		Ganho em peso(g) ¹		Ganho em comprimento (mm) ¹	
	2n	3n	2n	3n	2n	3n
10	3,41 \pm 0,87a	4,06 \pm 1,43a	0,38 \pm 0,02a	0,29 \pm 0,03b	34,51 \pm 0,90	33,43 \pm 0,42
60	6,50 \pm 2,6a	14,83 \pm 6,8b	0,30 \pm 0,02a	0,29 \pm 0,03a	31,21 \pm 0,82	33,44 \pm 1,28
110	13,44 \pm 9,8a	33,48 \pm 4,73b	0,26 \pm 0,02a	0,21 \pm 0,02b	30,49 \pm 1,3	30,40 \pm 0,50
160	29,41 \pm 2,74a	39,19 \pm 8,7b	0,28 \pm 0,05a	0,22 \pm 0,03b	31,33 \pm 1,95	32,58 \pm 3,37
210	38,88 \pm 4,41a	53,07 \pm 8,06b	0,29 \pm 0,02a	0,23 \pm 0,07b	33,00 \pm 0,12	35,14 \pm 0,93
260	43,39 \pm 3,01a	71,63 \pm 5,40b	0,26 \pm 0,02a	0,20 \pm 0,02b	32,70 \pm 0,70	30,16 \pm 0,80
MÉDIA ²	22,5 \pm 17,06	36,04 \pm 24,68	0,30 \pm 0,04	0,24 \pm 0,04	32,21 \pm 1,48A	32,53 \pm 1,93A

¹ Diferentes letras ab indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre ploídias, comparando sempre a mesma densidade de estocagem. ² Média: representa o valor médio de cada ploídia quando se considera todas as densidades testadas. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa ($P < 0,05$) entre o valor médio observado para diplóides e triplóides.

Esse incremento na biomassa dos triplóides variou entre 19 e 150%, havendo uma correlação positiva entre a biomassa e a densidade de estocagem de ambas as ploídias (Figura 3).

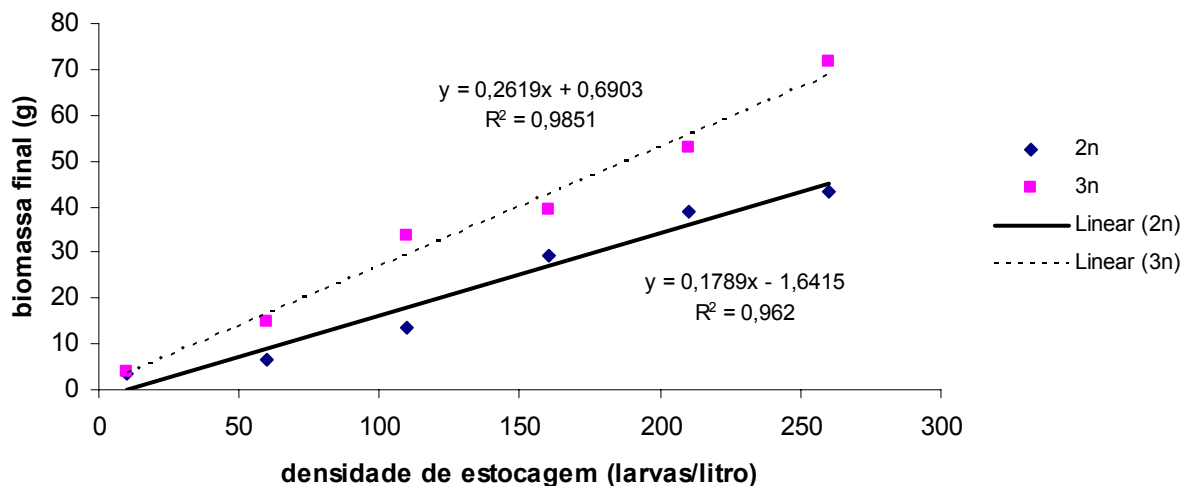


FIGURA 3 – Relação entre a biomassa final de diplóides (2n) e triplóides (3n) de jundiá *Rhamdia quelen* e as diferentes densidades de estocagem durante 31 dias de larvicultura intensiva.

Os diplóides apresentaram em média um maior ganho em peso quando comparado aos triplóides ($P < 0,05$), enquanto o ganho em comprimento não foi afetado pela ploídia e pela densidade de estocagem ($P > 0,05$) (Tabela 3). Diversos estudos indicam que peixes triplóides raramente apresentam crescimento superior aos diplóides durante a fase juvenil, e que os benefícios da triploidia ficam evidentes durante a maturação sexual, quando apresentam maior crescimento e

eficiência na conversão alimentar (Purdom, 1973; Wolters et al., 1982; Chourrout, 1984, 1986; Taniguchi et al., 1986; Dunham 1990, 1996). Embora em alguns casos a indução mecânica à triploidia pode gerar efeitos adversos no crescimento inicial dos indivíduos triploides (Dunham et al., 2004).

Por outro lado, algumas espécies apresentam melhor desempenho dos triploides desde a fase inicial de desenvolvimento (Valenti, 1975; Wolters et al., 1982; Taniguchi et al., 1986), que pode ser explicado pela suposta vantagem causada pela maior heterozigose destes animais. Os triploides apresentam dois conjuntos cromossômicos maternos e um paterno. Essa composição cromossômica permite um aumento da heterozigose que varia entre 30% e 60% em relação aos homólogos diplóides (Dunham, 2004), podendo induzir uma melhora no desempenho fenotípico causada pelo vigor híbrido, tornando os indivíduos triploides mais vigorosos e adaptáveis que os homólogos diplóides (Beaumont & Hoare, 2003).

Neste trabalho o desempenho comparativo dos peixes foi prejudicado pela diferença na taxa de sobrevivência observada entre as ploidias, afetando desta forma a densidade em que os peixes foram cultivados. A correlação negativa entre a densidade de estocagem e o crescimento é amplamente conhecida (Esquivel et al., 1997; Zaniboni Filho, 2000; Inoue et al., 2003). Os valores de ganho em peso de ambas ploidias apresentaram correlação negativa com a densidade de estocagem (Figura 4).

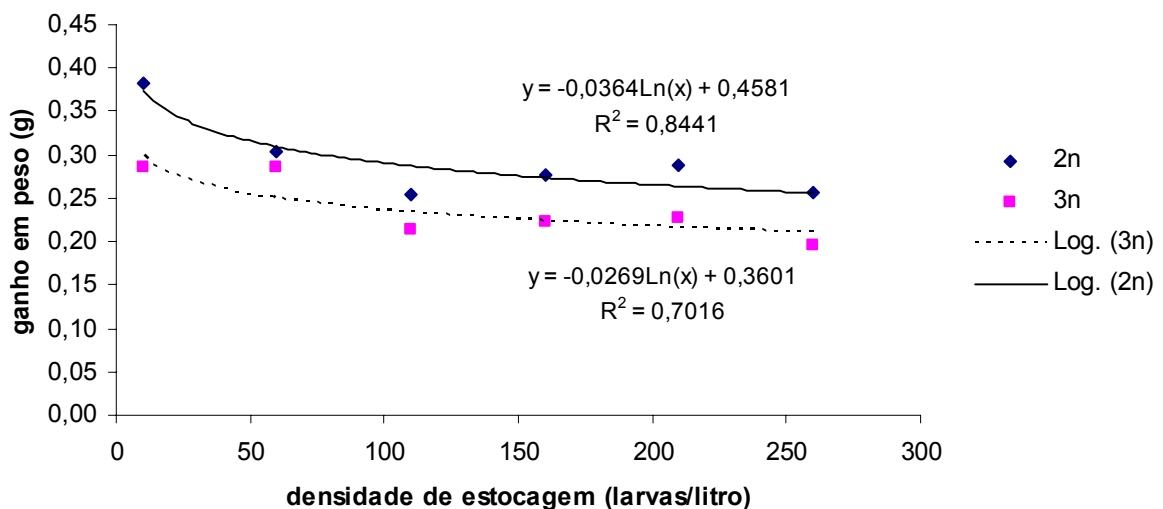


FIGURA 4 – Relação entre o ganho em peso de diplóides (2n) e triploides (3n) de jundiá *Rhamdia quelen* e as diferentes densidades de estocagem durante 31 dias de larvicultura intensiva.

Testes comparativos do crescimento entre diplóides e triploides realizados com Siluriformes apresentam resultados conflitantes, enquanto alguns revelam crescimento superior dos triploides (Wolters et al., 1982; Chrisman et al., 1983; Krasznai & Marian, 1986; Fast et al., 1995; Qin et al., 1998; Olufeagba et al., 2000), outros revelam crescimento semelhante (Henken et al., 1987; Richter et al., 1987; Lilystrom et al., 1999) e até mesmo crescimento inferior dos triploides (Na-Nakorn & Legrand, 1992). Há situações onde o desempenho de triploides da mesma espécie (*Clarias*

macrocephalus) apresenta crescimento superior aos diplóides (Fast et al., 1995) ou inferior (Nakorn & Legrand, 1992).

De acordo com O' Keefe & Benfey (1999), essa divergência nos resultados de crescimento é provocada pelas distintas alterações causadas pela triploidia realizada em diferentes espécies, sendo ainda influenciada pelo método de indução à triploidia empregado e pelas condições de cultivo impostas.

4. CONCLUSÃO

Os melhores resultados de sobrevivência e a maior biomassa observada no cultivo de jundiás triploides são indicadores de um distinto potencial de desempenho entre as duas ploidias da espécie. São recomendados estudos que busquem conhecer as condições ideais de cultivo dos jundiás triploides, de modo a permitir a maximização do seu potencial de cultivo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEYEMO, O.K.; AGBEDE, A.S.; MAGAJI, A.A. Clearance of colloidal carbon from the blood of tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Vet. Arhiv.**, v.72(2.), p.109-118, 2002.

ALIAH R.S., YAMAOKA K., INADA Y., TANIGUCHI N. Effects of triploidy on tissue structure of some organs of ayu. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v.56, p.569–575, 1990.

ARAI, K. Genetic improvement of aquaculture finfish species by chromosome manipulation techniques in Japan. **Aquaculture**, Amsterdam, v.197, p.205-228, 2001.

BALDISSEROTTO, B; NETO, J. R. Biologia do jundiá. In: BALDISSEROTTO, B; NETO, J. R.(Eds) **Criação de Jundiá** 1. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. cap. 3, p.67-72.

BARCELLOS LJG, WOHL VM, WARSSEMAN GF, QUEVEDO RM, ITZES I, KRIEGERMH. Plasma levels of cortisol and glucose in response to capture and tank transference in *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard), a South American Catfish. **Aquaculture Research**, v.32, p.121-123, 2001.

BEAUMONT, A.; HOARE, K. Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture. Wiley-Blackwell, 1ed, 176p. 2003.

BEHR, E. R.; RADUNZ NETO, J.; TRONCO, A. P.; FONTANA, A.P. Influência de diferentes níveis de luminosidade sobre o desempenho de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) (Quoy e Gaimard, 1824) (Pisces:Pimelodidae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 21, n.2, p.325-330, 1999.

BENFEY, T. J. The physiology and behavior of triploid fishes. Review in **Fisheries Sciences**, .v.7(1), p.39-67, 1999.

CARRASCO, L. A. P; PENMAN, D. J.; BROMAGE, N. Parametros morfométricos de interés comercial en trucha arco-iris triploide, *Oncorhynchus mykiss*. **Revista aquaTIC**, n.6, fevereiro, 1999.

CARTER, C. G., MCCARTHY, I. D., HOULIHAN, D. F., JOHNSTONE, R., WALSINGHAM, M. V. & MITCHELL, A. I. Food consumption, feeding behavior, and growth of triploid and diploid Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. **Canadian Journal of Zoology**, v.72, p.609–617, 1994.

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C.; ROJAS, N. E. T. Efeito do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de curimatá *Prochilodus scrofa* (STEINDACHNER, 1881). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, p. 119-129, 1997.

CHOURROUT, D. Pressure induced retention of second polar body and suppression of first cleavage in rainbow trout: production of all triploids and heterozygous and homozygous diploid gynogenetics. **Aquaculture**, Amsterdam, v.36, p.111-126, 1984.

CHORROUT, D. Techniques of chromosome manipulation in rainbow trout: a new evaluation with karyology. **Theoretical and Applied Genetics**. v.72, p.627-632, 1986.

CHRISMAN, C. L., Wolters, W. R.; Libey, G. S. Triploidy in channel catfish. **Journal of World Mariculture Society**. v.14, p.279-293, 1983.

COTTER, D.; O'DONOVAN, V.; O'MAOILÉIDIGH, N.; ROGAN, G.; ROCHE, N.; WILKINS, N. P. An evaluation of use of triploid atlantic salmon (*salmo salar* L.) in minimizing the impact of escaped farmed salmon on wild populations. **Aquaculture**, Amsterdam, v.186, p.61-75, 2000.

DUNHAM, R. A. Genetic engineering in aquaculture. **Ag Biotech News and Information**. v.2, p.401-406, 1990.

DUNHAM, R. A.. Contribution of genetically improved aquatic organisms to global food security. In: **International Conference on Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security**. Government of Japan and FAO, Rome, Italy, 1996. 50pp.

DUNHAM, R. A. **Aquaculture and Fisheries Biotechnology: Genetics Approaches**. 2004

ESQUIVEL, B. M., ESQUIVEL, J. R., ZANIBONI FILHO, E. Effects of stocking density on growth of channel catfish *Ictalurus punctatus*, fingerlings in southern brazil. **Journal of Applied Aquaculture**, v.7, p.1 - 6, 1997.

FAST, A. W.; PEWNIM, T.; KEAWTABTIM, R.; SAIJIT, R.; TE, F. T., VEJARATPIMOL, R. Comparative growth of diploid and triploid asian catfish *Clarias macrocephalus* in Thailand. **Journal of The World Aquaculture Society**, Baton Rouge v.26, n.4, p.390-395, 1995.

FRACALOSSO, D. M.; MEYER, G.; SANTAMARIA, F. M.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI FILHO, E. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região Sul do Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26, n.3, p.345-352, 2004.

GARNER, S. R.; MADISON, B. N.; BERNIER, N. J.; NEFF, B. D. Juvenile growth and aggression in diploid and triploid Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum). **Journal of Fish Biology**, v. 73, p. 169–185, 2008.

GOMES, L. C.; GOLOMBIESKI, J. I.; GOMES, A. R. C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.179-185, 2000.

HECTH, T.; UYS, W. Effect of density on the feeding and aggressive behaviour in juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*). **South African Journal of Science**, v.93, p. 537-541, 1997.

HENKEN, A. M.; BRUNINK, A. M.; RICHTER, C.J.J.1987. Differences in growth rate and feed utilization between diploid and triploid African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). **Aquaculture**, Amsterdam, v.63, p.233-242, 1987.

HUERGO, G. P. C. M. e ZANIBONI FILHO, E. Triploidy Induction in Jundiá, *Rhamdia Quelen* Through Hydrostatic Pressure. **Journal of Applied Aquaculture**, Frankfort, v. 18, p.45-57, 2006.

INOUE, L.A.K.O., SENHORINI, J. A., ZANIBONI FILHO, E. Growth of pacu juveniles in nightly aerated system. **Acta Scientiarum**, v.25, p.45 - 48, 2003.

KERBY, H.; EVERSON, M.; HARRELL, M. GEIGER, R.; STARLING, C.; REVELS, H.. Performance comparisons between diploid and triploid sunshine bass in fresh water ponds. **Aquaculture**, Amsterdam, v.211, p.91-108. 2002.

- KRASZNAI, Z.; MARIÁN, T. Shock-induced triploidy and its effect on growth and gonad development of European catfish, *Silurus glanis* L. **Journal of Fish Biology**, v.29, p.519-527, 1986.
- LILYSTROM, C. F.; WOLTWRS, W. R.; BURY, D.; REZK, M.; DUNHAM, R. A. Growth, carcass traits and oxygen tolerance of diploid and triploid catfish hybrids. **North American Journal of Aquaculture**, v.61, p.293-303, 1999.
- LUTZ, C. G. **Practical Genetics for Aquaculture**. Fishing News Books, Oxford, 2001. 235pp.
- LUZ, R. K.; ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura do mandi amarelo *Pimelodus maculatus* LACÉPÈDE, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.560-565, 2002.
- NA-NAKORN, u.; LEGRAND, E. Induction of triploidy in *Puntius gonionotus* (Bleeker) by cold shok. **Kasetsart University Fisheries Research Bulletin**, v.18, p.10, 1992.
- O'KEEFE, R. A. & BENFEY, T. J. The feeding response of diploid and triploid Atlantic salmon and brook trout. **Journal of Fish Biology**, v.51, p.989-997, 1997.
- O'KEEFE, R. A.; BENFEY, T. J. Comparative growth and food consumption of diploid and triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis*) monitored by radiography. **Aquaculture**, Amsterdam, v.175, p.111-120, 1999.
- OLUFEAGBA, S. O.; ALUKO, P. O.; OMOTOSHO, J. S. Effect of triploidy on fertility of African catfish *heterobranchus longifilis* (Family: Clariidae). **Journal of Fisheries Technology**, v.2, p.43-50, 2000.
- PERUZZI, S.; CHATAIN, B.; SAILLANT, E.; HAFFRAY, P.; MENU, B.; FALGUIÈRE, J. Production of meiotic gynogenetic and triploid sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. 1. Performances, maturation and carcass quality. **Aquaculture**, Amsterdam, v.230, p.41-64, 2004.
- PHILLIPS, R. B.; ZAJICEK, K. D.; IHSEN, P. E.; JOHNSON, O. Application of silver staining to the identification of triploid fish cells. **Aquaculture**, Amsterdam, v.54, p.313-319, 1986.
- PIAIA, R.; BALDISSEROTTO, B. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* (QUOY E GAIMARD, 1824). **Ciência Rural**, v.30, n.3, p. 509-513, 2000.
- PURDON, C. E. Induced polyploidy in plaice (*Pleuronectes platessa*) and its hybrid with the flounder (*Platichthys flesus*). *Heredity*. v.29, p.11-24, 1973.
- QIN, J. G.; FAST, A. W.; AKO, H. Growout performance of diploid and triploid Chinese catfish *Clarias fuscus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.166, p.247-258,1998.
- RICHTER, C. J. J.; HENKEN, A. M. EDING, E. H.; VAN DOESUM, J. H.; BOER, P. Induction of triploidy by cold-shoking eggs and performance of triploids in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). In: Tiews, K. (ed.) **Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture**, vol.2. Heeneman Verlagsgesellschaft, Bellin, 1987. pp. 225-237.
- SILVA, L. V. F. Reprodução. In: Baldisserotto, B.; Radunz Neto, J. **Criação de jundiá**. Santa Maria: UFSM, 2004. p. 95-106.
- TANIGUCHI, N.; KIJINA, A.; TAMURA, T.; TAKEGAMI, K.; YAMAZAKI, I. Color growth and maturation in ploidy manipulated fancy carp. **Aquaculture**, Amsterdam, v.57, p.321-328, 1986.
- URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Intensiva**, P.172-193. TechArt, 2004.
- VALENTI, R. J. Induced polyploidy in *Tilapia aurea* (Steindachner) by means of temperature shock treatment. **Journal of Fisheries Biology**, v. 7 p. 519-528. 1975.

WAGNER, E. J., ARNDT, R. E., ROUTLEDGE, M. D., LATREMOUILLE, D. & MELLENTIN, R. F. Comparison of hatchery performance, agonistic behavior, and poststocking survival between diploid and triploid rainbow trout of three different Utah strains. **North American Journal of Aquaculture**, v.68, p. 63–73, 2006.

WOLTERS, W. R.; CHRISMAN, C. L.; LIBEY, G. S. Erythrocyte nuclear measurements of diploid and triploid channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). **Journal of Fish Biology**, v.20, p.253-258, 1982.

ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura de peixes de água doce. **Informe Agropecuário**, v.21, p.69 - 77, 2000.

ZANIBONI-FILHO, E. Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.R.; BELTRAME, E. (Eds) **Aqüicultura: experiências brasileiras**. 1. ed. Santa Catarina: Multitarefa, 2003. cap. XIV, p.337-368.

6. CONCLUSÃO GERAL

Os jundiás triplóides apresentaram características hematológicas distintas dos homólogos diplóides, sendo recomendados estudos posteriores para avaliar o efeito dessas diferenças de desempenho do jundiá triplóide em condições de cultivo e frente à infecções experimentais..

Durante a larvicultura, os jundiás triplóides apresentaram a maiores taxas de sobrevivência. Contudo, o crescimento em peso das larvas diplóides foi maior do que o observado para os jundiás triplóides, provavelmente pela menor densidade de estocagem estabelecida durante o cultivo. Essa hipótese pode ser reforçada pela maior biomassa final nas unidades experimentais contendo jundiás triplóides.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

- ARAI, K. Genetic improvement of aquaculture finfish species by cromossome manipulation techniques in Japan. **Aquaculture**, v.197, p.205-228, 2001.
- BALDISSEROTTO, B; NETO, J. R. Biologia do jundiá. In: BALDISSEROTTO, B; NETO, J. R.(Eds) **Criação de Jundiá** 1. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. cap. 3, p.67-72.
- BALLARIN, B. L.; DALL'ORO, M.; BERTOTTO, D.; LIBERTINI, A.; FRANCESCON, A.; BARBARO, A. Haematological parameters in *Umbrina cirrosa* (Teleostei, Sciaenidae): a comparison between diploid and triploid specimens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A 138, p.45– 51, 2004.
- BARKER, C.J., BECK, M.L., BIGGERS, C.J.. Hematological and enzymatic analysis of *Ctenopharyngodon idella_Hypophthalmichthys nobilis* F1 hybrids. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.A24, p.915– 918, 1983.
- BASAVARAJU, Y., MAIR, G.C., KUMAR, M.H.M, KUMAR, P.S., KESHAVAPPA, G.Y., PENMAN, D.J. As evaluation of triploidy as a potential solution to problem of precocious sexual maturation in common carp, *Cyprinus carpio*, in Karnataka, Índia. **Aquaculture**, v.24, p.407-418, 2002..
- BEAUMONT, A.; HOARE, K. Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture. Wiley-Blackwell, 1ed, 176p. 2003.
- BENFEY, T. J. The physiology and behavior of triploid fishes. Review in **Fisheries Sciences**, .v.7(1), p.39-67, 1999.
- BENFEY, T.J., BIRON, M. Acute stress response in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). **Aquaculture**, v.184, p.167– 176, 2000.
- BENFEY, T. J., DYE, H. M., SOLAR, I. I., DONALDSON, E. M. The growth and reproductive endocrinology of adult triploid Pacific salmonids. **Fish Physiology Biochemistry**, v.6, p. 113-120, 1989.
- BIENIARZ, K. KOLDRAS, M., MEJZA, T. 1997. Unisex and poliploid populations of cyprinid and silurid fish. **Polifis. Archives of Hidrobiology** 5, 31-36.
- BONNET, S.; HAFFRAY, P.; BLANK, J. M.; VALLÉE, F.; VAUCHEZ, C.; FAURÉ, A.; FAUCONNEAU, B. Genetic variation in growth parameters until commercial size in diploid and triploid freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*) and seawater brown trout (*Salmo trutta*). **Aquaculture**, v.173, p.359-375, 1999.
- BYAMUNGU, N.; DARRAS, V.M.; KUHN, E.R. Growth of heat shock induced triploids of blue tilapia, *Oreochromis aureus*, reared in tanks and pounds in Eastern Congo: feeding regimes and compensatory growth response of triploid females. **Aquaculture**, v.198, p.109-122, 2001.
- CAL, R. M., VIDAL, S., GÓMEZ, C., ÁLCAREZ-BLÁZQUEZ, B., MARTINEZ, P., PIFERRER, F. Growth and gonadal development in diploid and triploid turbot (*Scophthalmus maximus*). **Aquaculture**, v.251, p.99-108, 2006.
- CARRASCO, L. A. P; PENMAN, D. J.; BROMAGE, N. Parametros morfométricos de interés comercial en trucha arco-iris triploide, *Oncorhynchus mykiss*. **Revista Aquatic**, n.6, fevereiro, 1999.
- CHOURROUT, D. Preassure induced retention of second polar body and suppression of first cleavage in rainbow trout: production of all triploids, all tetraploids and heterozygous and homoziogous diploid gynogenetics. **Aquaculture**, v. 36, p. 111-126, 1984.
- CHRISMAN, C.L.; WOLTERS, W.R.; LIBELY, G.S. Triploidy in channel catfish. **Journal of World Mariculture Society**, v.14, p.279-293, 1983.

- COTTER, D.; O'DONOVAN, V.; O'MAOILÉIDIGH, N.; ROGAN, G.; ROCHE, N.; WILKINS, N. P. An evaluation of use of triploid atlantic salmon (*salmo salar* L.) in minimizing the impact of escaped farmed salmon on wild populations. **Aquaculture**, v.186, p.61-75, 2000.
- DUNHAM, R. A. **Aquaculture and Fisheries Biotechnology: Genetics Approaches**. 2004
- FAST, A. W.; PEWNIM, T.; KEAWTABTIM, R.; SAIJIT, R.; TE, F. T., VEJARATPIMOL, R. Comparative growth of diploid and triploid asian catfish *Clarias macrocephalus* in Thailand. **Journal of The World Aquaculture Society**, Baton Rouge v.26, n.4, p.390-395, 1995.
- FELIP, A.; ZANUY, S.; CARRILO, M.; PIFERER, F. Growth and development in triploid sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) during the first two years of age. **Aquaculture** v.173, p.389-399, 1999.
- FELIP, A. PIFERRER, F.; CARRILLO, M. Comparative growth performance of diploid and triploid European sea bass over the firstfour spawning seasons. **Journal of Fish Biology**, v.58, p.76-88, 2001.
- FRACALOSSO, D. M.; MEYER, G.; SANTAMARIA, F. M.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI FILHO, E. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região Sul do Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26, n.3, p.345-352, 2004.
- GOMES, L. C.; GOLOMBIESKI, J. I.; GOMES, A. R. C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.179-185, 2000.
- GRAHAM, M.S., FLETCHER, G.L., BENFEY, T.J. Efect of triploidy on blood oxygen content of Atlantic salmon. **Aquaculture**, v. 50, p.133-139, 1985.
- GUO X.; ALLEN, S. K. Sex determination and polyploidy gigantism in the dwarf surfclam (*Mulinia lateralis*). **Genetics**, v.138, p.1199-1206. 1994.
- GUO, X., DE BROSSE, G.A., ALLEN JR., S.K. All-triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg) produced by mating tetraploids and diploids. **Aquaculture**, v.142, p.149– 161, 1996
- HUERGO, G. P. C. M. e ZANIBONI FILHO, E. Triploidy Induction in Jundiá, *Rhamdia Quelen* Through Hydrostatic Pressure. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 18, p.45-57, 2006.
- HYNDMAN, C. A., KIEFFER, J. D., BENFEY, T. J. The physiological response of diploid and triploid brook trout to exhaustive exercise. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A** v.134, p.167-179, 2003.
- KERBY, H.; EVERSON, M.; HARRELL, M. GEIGER, R.; STARLING, C.; REVELS, H.. Performance comparisons between diploid and triploid sunshine bass in fresh water ponds. **Aquaculture**, v.211, p.91-108. 2002.
- LILYESTROM, C. F.; WOLTERS, W. R.; BURY, D.; REZK, M.; DUNHAM, R. A. Growth, carcass trait and oxygen tolerance of triploid and diploid catfish hybrids. **North American Journal of Aquaculture**, v.61, p.293-303, 1999.
- LINHART, O.; HAFFRAY, P.; OZOUF-COSTAZ, C.; FLAJSHANS, M.; VANDEPUTTE, M. Comparison of methods for hatchery-scale triploidization of European catfish (*Silurus glanis* L.) **Journal of Applied Ichthyology**, v. 17, p. 247-255. 2001.
- LUTZ, C. G. 2001. **Practical Genetics for Aquaculture**. Fishing News Books.
- OJOLICK, E. J., R. CUSACK, T. J. BENFEY, AND S. R. KERR. Survival and growth of all-female diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared at chronic high temperature. **Aquaculture**, v.131, p.177–187, 1995.
- O'KEEFE, R. A.; BENFEY, T. J. Comparative growth and food consumption of diploid and triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis*) monitored by radiography. **Aquaculture**, v.175, p.111-120, 1999

- OLUFEAGBA, S. O.; ALUKO, P. O.; OMOTOSHO, J. S. Effect of triploidy on fertility of African catfish *heterobranchus longifilis* (Family: Clariidae). **Journal of Fisheries Technology**, v.2, p.43-50, 2000.
- PARSONS, G.R. Comparison of triploid and diploid white crappies. **Trans. American Fish. Society**, v.122, p.237– 243, 1993.
- PERUZZI, S.; CHATAIN, B.; SAILLANT, E.; HAFFRAY, P.; MENU, B.; FALGUIÈRE, J. Production of meiotic gynogenetic and triploid sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. 1. Performances, maturation and carcass quality. **Aquaculture**, v.230, p.41-64, 2004.
- PURDON, C. E. **Genetic and fish Breeding**. Chapman & Hall, London. 1993.
- QIN, J. G.; FAST, A. W.; AKO, H. Growout performance of diploid and triploid Chinese catfish *Clarias fuscus*. **Aquaculture**, v.166, p.247-258, 1998.
- QUILLET, E., GAINON, J. L. Thermal induction of gynogenesis and triploidy in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and their potential interest for aquaculture. **Aquaculture**, v.89, p. 351-364. 1990.
- SADLER, J.; WELLS, R. M. G.; PANKHURST, P. M.; PANKHURST, N. W. 2000. Blood oxygen transport, rheology and haematological responses to confinement stress in diploid and triploid Atlantic salmon, *Salmo salar*. **Aquaculture**, v.184, p. 349-361.
- SADLER, J. PANKHURST, P. M.; KING, H. R. High prevalence of skeletal deformity and reduced gill surface area in triploid Atlantic salmon. **Aquaculture**, v.198, p.369-386, 2001.
- SEZAKI, K., WATABE, K., TSUKAMOTO, K., HASHIMOTO, K. Effects of increase in ploidy status on respiratory function of ginbuna, *Carassius auratus* Langsdorfi (Cyprinidae). **Comparative Biochemistry Physiology**, v.A99, p.123– 127, 1991.
- TESKEREDZIC, E. DONALDSON, E. M.; TESKEREDZIC, Z.; SOLAR, I.; McLEAN, E. 1993. Comparison of hydrostatic pressure and thermalshocks to induce triploidy in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.57, p. 57-64.
- VIRTANEN, E., L. FORSMAN, AND A. SUNDBY. Triploidy decreases the aerobic swimming capacity of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Comparative Biochemistry Physiology**, v.96A, p.117–121, 1990.
- WOLTERS, W.R.; CHRISMAN, C.L.; LIBEY, G.S. Induction of triploidy in channel catfish. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.110, p.310-312, 1981.
- WOLTERS, W. R.; CHRISMAN, C. L.; LIBEY, G. S. Erythrocyte nuclear measurements of diploid and triploid channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). **Journal of Fish Biology**, v.20, p.253-258, 1982.
- ZANIBONI-FILHO, E. Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.R.; BELTRAME, E. (Eds) **Aqüicultura: experiências brasileiras**. 1. ed. Santa Catarina: Multitarefa, 2003. cap. XIV, p.337-368.