

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

Avaliações reprodutivas em três linhagens de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas no Brasil

Diones Bender Almeida

Pelotas, 2012

Diones Bender Almeida

Avaliações reprodutivas em três linhagens de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas no Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de DOUTOR em CIÊNCIAS (área do conhecimento: Melhoramento e Reprodução Animal)

Orientador: Prof. Dr. Heden Luiz Marques Moreira

Co-Orientadores: Prof. Dr. Ricardo Pereira Ribeiro
Prof. Dr. Vitor Hugo Borba Manzke

Pelotas, 2012

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

A447a

Almeida, Diones Bender

Avaliações reprodutivas em três linhagens de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas no Brasil / Diones Bender Almeida. – 71f. ; il. – Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Área de concentração: Melhoramento e reprodução animal. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2012. – Orientador Heden Luiz Marques Moreira ; co-orientador Ricardo Pereira Ribeiro, Vitor Hugo Borba Manzke.

1.Zootecnia. 2.Aquicultura. 3.Reprodução. 4.Genética.
5.Sêmen. 6.Desova. 7.Larvicultura. 8.Tilápias do Nilo.
I.Moreira, Heden Luiz Marques. II.Ribeiro, Ricardo Pereira.
III.Manzke, Vitor Hugo Borba. IV.Título.

CDD: 639.31

Banca Examinadora

Dr. Heden Luiz Marques Moreira (Presidente)

Dr. Danilo Pedro Streit Junior (UFRGS)

Dr. Sérgio Renato Noguez Piedras (UFPel)

Dr. Antonio Sergio Varela Junior (FURG)

Dra. Cecilia Irene Pérez Calabuig (UFRGS)

Dra. Carine Dahl Corcini (Suplente)

A Deus,

Meu maior incentivador.

Aos meus pais, Edilon e Lorena,

*por me ensinarem sempre os dons mais preciosos do mundo,
a dignidade, o amor, a amizade e a fé.*

*A minha irmã Diane, cunhado Jairo e afilhada Sofia,
por toda a ajuda que me deram.*

À minha namorada, Graziela,

por seu carinho, companheirismo e incentivo.

A todos aqueles amigos

*que, de alguma forma colaboraram com
a concretização deste trabalho.*

DEDICO

A minha querida avó, Olinda (in memoriam),

*a qual me ensinou a sempre seguir o caminho correto por mais difícil
que pareça e tenho certeza que está muito feliz com essa conquista.*

OFEREÇO

Agradecimentos

Chegou a hora de agradecer àquelas pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho;

*A **DEUS**, por permitir que aqui chegasse, guiando-me em vários momentos difíceis no decorrer da tese;*

*À Universidade Federal de Pelotas (**UFPeI**) pela oportunidade de realizar o curso de graduação e agora toda Pós-Graduação;*

*Aos meus pais, **Edilon Xavier de Almeida** e **Lorena Bender de Almeida**, por terem me ensinado o fundamental para viver com dignidade, respeito e fé. AMO VOCÊS DEMAIS;*

*A minha irmã, **Diane Almeida**, meu cunhado **Jairo Schiavon** e minha afilhada **Sofia**, pela ajuda, amizade e incentivo em todos os momentos;*

*A minha namorada, **Graziela Mota Antunes**, meu porto seguro, que dedicou muita paciência e amor principalmente na reta final de minha caminhada;*

*Aos amigos **Moca, Adilson, Eva, Luiza** que mesmo terem entrado em minha vida a pouco tempo já são pessoas que aprendi a admirar, respeitar e amar;*

*A todos os **parentes** que mesmo distantes tenho certeza que torcem demais por mim;*

*Ao **Sérgio, Mira, Ricardo, Rodrigo, Érica, Homero, Raquel e Henrique** que sempre me apoiaram e continuam me apoiando nessa caminhada. Muito obrigado por tudo que fazem por mim, nunca esquecerei.*

*Agradeço ao meu orientador **Heden Luiz Marques Moreira** pela, confiança, ensinamentos, simpatia e amizade;*

*Agradeço aos colegas de laboratório por toda a ajuda que sempre me deram: **Marco, Carla, Cecilia, Plínio, Rafael, Liane, Duda, Marília, Bernardo, Janaína, Cristian, Harold, Rodrigo, Camila.***

*Ao Departamento de Zootecnia (**PPGZ**) que sempre me ajudou a desenvolver um bom trabalho, tanto no período de graduação como agora na Pós-Graduação;*

A todos os colegas do PPGZ, grandes amigos e companheiros, em especial a

amiga de sempre **Mônica Peters** pela amizade verdadeira desde a graduação;

A todos os docentes e funcionários do **PPGZ** e **DZ** pela ajuda no desenvolvimento de minha vida profissional;

A equipe do laboratório *ReproPel*, em especial ao **Antonio Sergio, Carine Corcini, Estela Silva e Tainã Cardoso**;

Aos amigos da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e CODAPAR **Melanie, Juliana, Patricia, Rodrigo, Thiago, Sheila, Cleiton, Geraldo, Vitor** em especial ao grande amigo **Darci Fornari** que nunca negou esforços para me ajudar em todas as idas ao Paraná;

Aos membros da banca examinadora e qualificação, pela disponibilidade e valiosas sugestões e correções deste trabalho, os doutores: **Heden Luiz Marques Moreira, Danilo Pedro Streit Jr., Sérgio Renato Noguez Piedras, Antonio Sergio Varela Jr., Cecilia Irene Pérez Calabuig, Carine Dahn Corcini**;

A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), pela concessão da bolsa de estudo que possibilitou a realização do experimento da tese;

A Dra. **Roberta Collares** por ter me estendido a mão quando mais precisei;

A amiga de sempre **Alegani Monteiro**, pela incansável maneira de ajudar;

A todos os meus amigos **Thiago, Ândria, Felipe, Lauren, Tiago, Letícia, Leandro, Mauricio, Darliane, Norma, Alex**;

Aos amigos **Castelhana, Angelita, Ruan e Luan** por tudo que fizeram e fazem para ajudar;

Ao amigo **Tuti** e sua família pelo coleguismo e receptividade em todas as minhas estadias na Aquabel;

Um agradecimento especial a todos aqueles que fazem parte da **Piscicultura Aquabel** a qual proporcionou a execução deste trabalho. Desde o mestrado com a disponibilidade de material biológico até o doutorado em que cedeu toda sua estrutura e suporte necessária para que esse trabalho fosse realizado com sucesso.

Enfim, agradecer a todas as pessoas que me incentivaram de diferentes maneiras. A todos vocês o meu sincero **“MUITO OBRIGADO”!!!!**

"As oportunidades multiplicam-se à medida que são agarradas".

(Sun Tzu)

Resumo

ALMEIDA, Diones Bender. **Avaliações reprodutivas em três linhagens de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas no Brasil**. 2012. 71f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – FAEM. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies mais significativas da piscicultura atual. Todo conhecimento relativo ao comportamento reprodutivo dessa espécie é importante para se definirem determinados critérios de seleção assim como uma melhor compreensão de suas características reprodutivas. Para isso, este projeto de pesquisa teve como objetivo avaliar as características espermáticas do sêmen, juntamente com o desempenho reprodutivo de fêmeas de três diferentes linhagens de tilápias do Nilo (Supreme, Premium Aquabel e Chitralada). Essas avaliações são necessárias antes de se estabelecer um programa de melhoramento genético para essa espécie, a fim de determinar que tipos de critérios de seleção serão utilizados. As coletas de dados relacionados aos reprodutores de ambos os sexos foram realizadas na Estação de Piscicultura Aquabel, localizada no município de Rolândia/PR. Foram utilizados 30 machos na avaliação seminal e 75 fêmeas na avaliação reprodutiva de cada linhagem. A reprodução das fêmeas foi realizada durante sete semanas através de coletas semanais, onde se avaliou parâmetros como volume de ovos/desova, número e peso de ovos/fêmea, número de ovos/Kg de peixe, taxa de eclosão, porcentagem de fêmeas que não desovaram, porcentagem de desovas/semana, mais de duas desovas durante as sete semanas, média das desovas em ordem cronológica e frequência de desovas. Das linhagens avaliadas a PA apresentou médias consideradas superiores para todos os parâmetros morfométricos e para grande maioria dos parâmetros reprodutivos avaliados. Como a influência do macho é tão importante quanto a da fêmea no processo reprodutivo, buscou-se identificar através de determinadas variáveis, índices produtivos e reprodutivos no sêmen, que pudessem ser selecionados. Dentre eles podemos citar o pH, coloração, velocidade e tipo de movimentação, motilidade, concentração, viabilidade espermática e integridades de membrana, mitocôndria e DNA. Buscando identificar a linhagem que reunisse o maior número de características desejáveis ao cultivo, a SUP se destacou por apresentar melhores resultados para grande maioria desses parâmetros. Todas essas variáveis, tanto nos machos como nas fêmeas, são fundamentais de serem estudadas porque no processo de fertilização é necessário que as mesmas apresentem boa qualidade. Somente após a escolha dessas variáveis é que podemos identificar, dentre as linhagens trabalhadas, aquela (s) mais adequada (s) para a implantação de um futuro programa de melhoramento genético.

Palavras-chave: Reprodução. Genética. Sêmen. Desova. Larvicultura. Aquicultura.

Abstract

ALMEIDA, Diones Bender. **Reproductive evaluations in three strains of Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) cultivated in Brazil**. 2012. 71f. Doctorate Thesis – Graduation Program in Animal Sciences – FAEM. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the most significant species of the current fish farming. All knowledge related to the reproductive behavior of this species is important for defining some selection criteria as well as a better understanding of their reproductive characteristics. Therefore, this research aimed to evaluate the spermatoc characteristics of the semen, together with the reproductive acting of females of three different strains of Nile tilapia (Supreme, Premium Aquabel and Chitralada). These evaluations are necessary before establishing genetic breeding program for the species, in order to determine what kind of selection criteria will be used. The collections of data related to the reproducers of both sexes were taken in the Aquabel Pisciculture Station, located in Rolândia/PR. Thirty males were used in the seminal evaluation and seventy five females in the reproductive evaluation of each strain. The reproduction of the females was observed for seven weeks through weekly collections. It was evaluated parameters as volume of eggs/spawning, number and weight of eggs/female, number of eggs/Kg of fish, hatching rates, percentage of females that had not spawned, percentage of spawning/week, more than two spawning during the seven weeks, average of the spawnings in chronological order and the frequency of spawnings. Of the evaluated strains, the PA presented higher averages for all of the parameters morfometrics and for great majority of the appraised reproductive parameters. As the male influence is as important as for the female in the reproductive process, it was aimed to identify by certain variables, productive and reproductive indexes in the semen that could be selected. Among them it can be mentioned the pH, semen collection, velocity and type of movement, motility, concentration, spermatoc viability and integrity of membrane, mitochondrial and DNA. Looking for to identify the line to gather the largest number of desirable characteristics for cultivation, SUP is highlighted by presenting better results for great majority of these parameters. All these variables, for both males and females, are fundamental because in the fertilization process it is necessary that they have good quality. After the choice of these variables it would be possible to identify, among the worked strains, the more appropriate ones for the implantation of a future genetic breeding program.

Keywords: Reproduction. Genetics. Semen. Spawning. Larviculture. Aquaculture.

Lista de Figuras

CAPÍTULO I - Avaliação espermática em linhagens de Tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus*.....21

Figura 1- Tipos de movimentação dos espermatozóides (%) em três linhagens de tilápias do Nilo.....43

CAPÍTULO II - Desempenho reprodutivo em fêmeas de linhagens de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.....45

Figura 1- Porcentagem de desovas/semana de três linhagens de tilápias com médias de temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) durante as sete semanas de coleta de ovos.....63

Figura 2- Intervalo entre desovas observadas durante as sete semanas de cultivo de três linhagens de tilápias.....64

Lista de Tabelas

CAPÍTULO I - Avaliação espermática em linhagens de Tilápias do Nilo, *Oreochromis niloticus*.....21

Tabela 1- Características morfológicas macroscópicas e análises do sêmen fresco de reprodutores de três linhagens de tilápia do Nilo (médias \pm erro padrão).....41

Tabela 2- Viabilidade espermática, integridades de membrana, mitocôndria e DNA de espermatozoides criopreservados de três linhagens de tilápias do Nilo, (Médias \pm erro padrão).....42

Tabela 3- Correlações entre os principais parâmetros reprodutivos avaliados antes e após o processo de criopreservação.....44

CAPÍTULO II - Desempenho reprodutivo em fêmeas de linhagens de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.....45

Tabela 1- Desempenho morfométrico e reprodutivo de três linhagens diferentes de tilápia do Nilo cultivadas durante as sete semanas de coleta.....61

Tabela 2- Média \pm erro padrão dos parâmetros reprodutivos de tilápias para cada desova.....62

Sumário

Resumo.....	07
Abstract.....	08
Lista de Figuras.....	09
Lista de Tabelas.....	10
Sumário.....	11
Introdução Geral.....	13
Objetivos.....	20
CAPÍTULO I - Avaliação espermática em linhagens de Tilápias do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i>.....	21
Resumo.....	22
1- Introdução.....	23
2- Material e Métodos.....	24
2.1- Locais de estudo.....	24
2.2- Primeira etapa.....	24
2.2.1- Seleção dos exemplares.....	25
2.2.2- Medidas Morfométricas e Coleta do Sêmen.....	25
2.2.3- Análise do sêmen: pH e coloração.....	26
2.3- Segunda etapa.....	26
2.3.1- Velocidade e tipo de movimentação.....	26
2.3.2- Motilidade do sêmen.....	26
2.3.3- Concentração do sêmen.....	26
2.4- Terceira etapa.....	26
2.4.1- Viabilidade espermática.....	27
2.4.2- Integridades de membrana.....	27
2.4.3- Integridade de mitocôndria.....	27
2.4.4- Integridade do DNA.....	27
2.5- Análise estatística.....	27
3- Resultados.....	28
3.1- Morfometria.....	28
3.2- Tamanho e coloração da papila.....	28
3.3- Coloração do sêmen.....	28
3.4- pH do sêmen.....	28

3.5- Velocidade e tipo de movimentação.....	28
3.6- Concentração, viabilidade espermática, e integridades de membrana e mitocôndria.....	28
3.7- Integridade do DNA.....	29
4- Discussão.....	29
5- Conclusão.....	34
Agradecimentos.....	34
Referências Bibliográficas.....	34

CAPÍTULO II - Desempenho reprodutivo em fêmeas de linhagens de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.....45

Resumo.....	46
1- Introdução.....	47
2- Material e Métodos.....	49
2.1- Condições Experimentais.....	49
2.2- Seleção dos reprodutores.....	49
2.3- Desempenho reprodutivo.....	49
2.4- Análise estatística.....	50
3- Resultados.....	50
3.1-Temperatura e oxigênio dissolvido.....	50
3.2- Temperatura da água X porcentagem de desovas/semana.....	50
3.3- Parâmetros morfométricos.....	51
3.4- Parâmetros reprodutivos.....	51
3.5- Média das desovas em ordem cronológica.....	51
3.6- Intervalo entre desovas.....	51
4- Discussão.....	52
5- Conclusão.....	55
Agradecimentos.....	55
Referências Bibliográficas.....	56
Considerações Gerais.....	65
Referências Bibliográficas.....	67

Introdução Geral

A aquicultura está entre as atividades agropecuárias de maior crescimento nos últimos anos e já responde por mais de 50% da alimentação humana mundial. Esse empreendimento superou uma produção de menos de um milhão de toneladas, no início dos anos 1950, e chegou a uma produção de 68 milhões de toneladas em 2008 (FAO, 2010). No Brasil, a aquicultura também vem se destacando como uma das principais atividades do agronegócio. Entre os anos de 2007 e 2009 ocorreu um crescimento relativo superior a 43,8%, valor bem superior a outras espécies tradicionalmente cultivadas como aves (12,9%), suínos (9,2%) e bovinos (-8,6%) (MPA, 2010). Grande parte desse crescimento deve-se a piscicultura, que vem se tornando cada vez mais importante como fonte de proteína para o consumo humano (PAVANELLI et al., 2002). Uma comparação realizada também entre os anos de 2007 e 2009 conclui-se que a piscicultura brasileira teve um crescimento médio superior a 60,2% (MPA, 2010).

Uma das espécies de peixes que vêm se destacando tanto no cenário mundial como brasileiro é a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). No Brasil, nos últimos cinco anos, a produção dessa espécie teve um crescimento em média superior a 14% ao ano (KUBITZA, 2011), o que fez com que o Brasil alcançasse o ranking de sexto maior produtor mundial de tilápias, sendo responsável por mais de 3,3% do total da produção mundial (FAO, 2008). No Brasil a tilápia já é a espécie de peixe mais produzida (33,08%) (FAO, 2010), sendo considerado um dos peixes mais importantes do século XXI, por apresentar uma grande quantidade de características fisiológicas, mercadológicas, genéticas e reprodutivas (FITZSIMMONS, 2000; VIEIRA, 2005).

Mesmo com todas as qualidades supracitadas que fizeram da tilápia um excelente peixe para cultivo, em meados de 1992, houve a constatação de que os estoques comerciais e institucionais de nilóticas já não estavam mais puros e a ocorrência de anomalias genéticas em até 5% dos exemplares de algumas desovas. A partir da consangüinidade que começou a surgir, houve a necessidade de se introduzir no país novas linhagens que pudessem reduzir o grau de parentesco entre os animais. A introdução de linhagens com expressivo ganho genético tem ocorrido na tilapicultura, com a importação de indivíduos geneticamente melhorados, que são multiplicados e distribuídos pelos produtores nacionais.

Buscando aumentar a produtividade brasileira de tilápias, foi importada da Tailândia a linhagem Chitralada. Essa linhagem foi doada pelo Imperador Hiroito nos finais dos anos 60 e, nesses mais de 40 anos, tornou-se a linhagem cultivada mais importante do país. O estoque inicial ou Banco Genético foi mantido em viveiros do Palácio Real de Chitral em Bangkok, a partir do qual foram produzidos alevinos para a distribuição em todo o país. A linhagem, entretanto, ficou popularmente conhecida como “Tailandesa” ou “Chitralada”, devido ao seu melhoramento ter sido realizado no Palácio Real de Chitralada, na Tailândia.

Essa linhagem foi introduzida no Brasil em 1996, através da Alevinopar (Associação de Produtores de Alevinos do Estado do Paraná) e SEAB-PR (Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná). Conforme Moreira (1999) foram importados 20.800 exemplares oriundos de 1.000 diferentes desovas de 20 famílias do *Agricultural and Aquatic Systems*, do AIT (*Asian Institute of Technology*), na Tailândia. Quando comparada com outras populações selecionadas de tilápias do Nilo, obteve resultados superiores às demais, inclusive em comparações realizadas pelo próprio instituto (APPLEYARD et al., 2001). É considerada uma das mais cultivadas pelas suas características zootécnicas de grande interesse como a forma do corpo arredondado, reduzido tamanho da cabeça, rendimento de carcaça superior e o desempenho maior quando comparadas com outras linhagens (ZIMMERMANN, 1999; AIT, 2003).

Outra linhagem de tilápia colocada no mercado brasileiro foi a *Genomar Supreme Tilápia* (GST). Esta linhagem foi introduzida no Brasil no ano de 2002 pela Piscicultura Aquabel, de Rolândia-PR, vinda de uma empresa Norueguesa, chamada GENOMAR. Essa unidade desde 1999 vem desenvolvendo um programa de melhoramento genético nessa linhagem e difundindo alevinos revertidos a diversos países (ZIMMERMANN, 2003; CYRINO et al., 2004). A população GST é produto do maior, mais caro e mais longo programa de melhoramento genético de tilápias, o *Genetic Improved Farmed Tilapia* (GIFT), que foi executado nas Filipinas (ZIMMERMANN, 2003).

Esse programa envolveu quatro linhagens silvestres de tilápias capturadas em 1988-1989 no Egito, Gana, Quênia e Senegal, e quatro linhagens confinadas,

introduzidas nas Filipinas de 1979 a 1984, de Singapura, Israel, Tailândia e Taiwan (BENTSEN et al., 1998). No final dos anos 90, com a finalização desse programa, a empresa norueguesa Genomar adquiriu todos os direitos de comercialização dos produtos gerados, bem como de todo o material genético produzido após a décima geração (GUPTA et al., 2001; ZIMMERMAN, 2003). Essa linhagem vem merecendo especial atenção devido ao seu comportamento dócil e elevado potencial de produção (SANTOS et al., 2007)

Uma nova linhagem desenvolvida no estado do Mato Grosso do Sul começou a ser testada juntamente com a Chitralada e Supreme, que são linhagens a mais tempo no mercado. Essa nova linhagem denomina-se Premium Aquabel (PA) e foi desenvolvida pela empresa Aquabel e, após seu surgimento há aproximadamente três anos, vem sendo cultivada juntamente com as demais. O surgimento de novas linhagens que respondam bem as condições ambientais específicas, tomando em consideração sua produtividade e sobrevivência por unidade de área, é importante para a maximização das produtividades (WAGNER et al., 2004).

Diversos trabalhos demonstram que o surgimento dessas novas linhagens melhoradas podem apresentar ganhos de peso mais satisfatórios. Autores como BOSCOLO et al., (2001), WAGNER et al., (2004) e LEONHARDT et al., (2006) obtiveram ganho em peso da tilápia do Nilo tailandesa superiores em relação a linhagens locais nas fases inicial e de crescimento. ZIMMERMANN (2003) trabalhando com a população melhorada GST observou ganho em peso entre 5 e 15% por geração. MACARANAS et al., (1997) e MOREIRA et al., (2005) também registraram melhor desempenho da linhagem Chitralada em relação a linhagem Red-Stirling. Diferentemente desses autores, NEUMANN (2004) e OSURE e PHELPS (2006) não verificaram diferenças entre linhagens em relação a ganho em peso para *O. niloticus*, mas registraram diferença na característica reprodutiva. Portanto, a necessidade de conseguir melhorar a qualidade genética da tilápia do Nilo é amplamente reconhecida e, fundamental para assegurar o futuro da tilapicultura (BENTSEN et al., 1998; LI et al., 2006).

Com as introduções dessas novas linhagens e também do interesse que começou a surgir pela tilapicultura, foi necessário estabelecer programas de

melhoramento genético a fim de otimizar a sua produtividade (RUTTEN et al., 2005; PONZONI et al., 2005; MALUWA e GJERDE, 2006). Programas estes que poderão promover uma maior eficiência dos processos de seleção, principalmente para características de difíceis mensurações. Todo esse esforço é útil para se alcançar um maior desenvolvimento das atividades da piscicultura, otimizando sua aplicação e tornando mais rentável para o produtor.

Atualmente ainda existem diversos cultivos de peixes em que se coletam ovos e larvas diretamente na natureza ou utilizavam desovas em cativeiro com pouca ou nenhuma aplicação de manejo genético. Isso pode levar a um aumento de consangüinidade e por conseqüência redução da variabilidade genética. Variabilidade essa que é fundamental para a implantação de programas de criação seletiva comerciais, que tenham como objetivo a produção de peixes de crescimento rápido, com melhores índices de conversão alimentar e resistência à doenças (MELO et al., 2006). Um dos fatores que pode contribuir para essa redução da variabilidade seria o descontrole na reprodução, em que o acasalamento de indivíduos aparentados é realizado normalmente. Isso poderia ser solucionado com um bom manejo dos reprodutores (TOLEDO-FILHO et al., 1998).

Apesar da tilápia do Nilo ser um dos peixes mais cultivados no mundo, pouco se sabe a respeito de sua biologia reprodutiva (PEREIRA, 2009). Ainda mais levando em consideração que as diferenças entre linhagens podem interferir em sua qualidade e que identificar características desejáveis, podem ser empregadas em diversos programas de melhoramento genético (TOLEDO-FILHO et al., 1998; TACHIBANA et al., 2004).

Mesmo que a agroindústria de peixes esteja mais atenta a estudos voltados a qualidade de ovos e larvas, não se pode deixar de avaliar em conjunto as qualidades do sêmen que afetam em igual proporção o sucesso na fertilização. Em algumas espécies de peixes, a baixa qualidade do sêmen pode ser o fator limitante do cultivo, porém diferenças entre machos são fatores que levam a selecionar aqueles indivíduos mais aptos a reprodução (RURANGWA et al., 2004). Ainda mais sabendo que os peixes produzem uma quantidade variável de gametas. Em algumas espécies, o macho produz 100 bilhões de espermatozóides/ano/kg do peso corporal

ou mais de 1×10^9 espermatozoides/g de testículo/dia, o que é 10 vezes maior do que a produção relatada para mamíferos (BILLARD, 1990). Isso mostra que seleções são cada vez mais importantes para se melhorar a produção de qualquer espécie de peixe em cativeiro (THOTH et al., 1997; LAHNSTEINER, 2000). Isto porque, soma-se o fato do aporte genético nos machos, podendo aplicar uma pressão de seleção maior e mais rápida (SALGUEIRO e NUNES, 1999).

Em espécies de água doce onde o tipo de fecundação é externa, os espermatozoides quando liberados no meio ambiente, tornam-se ativos em contato com a água e sua sobrevivência permanece por um curto período (1 a 2 minutos). Nestes peixes, o tempo de permanência aberta da micrópila do óvulo é que é controlada, tornando possível a entrada de um único espermatozoide normalmente (HOLT e VAN LOOK, 2004).

O comportamento reprodutivo da tilápia é também influenciado pela forma de reprodução da espécie. No ambiente natural, o gênero *Oreochromis*, normalmente procura áreas rasas dos corpos d'água para a reprodução. As fêmeas atingem a primeira maturação gonadal com 2 ou 3 meses de idade. Os machos constroem os ninhos para a desova com aproximadamente 10 a 15 cm de diâmetro e desenvolvem estruturas sexuais secundárias além de proteger seu território contra a invasão de outros machos (TURNER e ROBINSON, 2000). Para atrair as fêmeas para o local de desova, os machos apresentam um comportamento de cortejo. Se a fêmea sentir-se atraída pelo macho, ela será induzida para a desova e conseqüentemente a fertilização dos ovos pelo esperma do macho (NANDLAL e PICKERING, 2004). Após os ovos serem fertilizados, a fêmea os recolhe na boca e os incuba durante um período de 5 a 7 dias. Permanecem na boca da mãe até a completa absorção do saco vitelínico, o que geralmente ocorre entre o 10^o e 15^o dia de vida (BARDACH et al., 1986).

Com o objetivo de melhor selecionar geneticamente os reprodutores de tilápias para comporem os estoques da próxima geração, buscou-se trabalhar com matrizes diretamente em uma das maiores empresas produtoras de alevinos de tilápia do Brasil (Piscicultura Aquabel). Esses animais após terem sido selecionados morfológicamente (seleção massal), foram também avaliados suas qualidades

reprodutivas através de diversos parâmetros, tanto nos machos como nas fêmeas. Variáveis essas que são fundamentais na hora de selecionar matrizes com gametas de alta qualidade, buscando sempre atingir o sucesso tanto técnico como econômico nesta atividade. Porém, pouca atenção muitas vezes é dada em relação a estudos voltados a seleção reprodutiva de fêmeas (BROOKS et al., 1997) e machos em peixes (RURANGWA et al., 2004).

Estudos mostram que a biologia do sêmen começou a ser avaliada no século XIX (SALGUEIRO e NUNES, 1999). Desde então as características seminais foram rapidamente identificadas através de diversos parâmetros como motilidade, vigor, velocidade, concentração, dentre outros que são de grande significância para um bom desempenho reprodutivo (ROUTRAY et al., 2007). Porém, avaliações isoladas dessas características muitas vezes não são suficientes para se determinar um padrão de fertilização do sêmen (JEYENDRAN et al., 1984) Para isso, foram testadas novas variáveis que pudessem complementar essas avaliações realizadas até o momento sendo elas: viabilidade espermática e integridades de membrana, mitocôndria e DNA. Esses novos parâmetros são de grande importância para se avaliar os efeitos da criopreservação sobre a qualidade espermática (CARDOSO et al., 2005). Porém, sabe-se que devem ser cada vez mais testados e aprimorados em tilápias, a fim de atribuir novos critérios de seleção nessa espécie.

Como o desempenho reprodutivo das fêmeas é, na maioria das vezes, fator decisivo sobre a viabilidade econômica de uma espécie, buscou-se avaliar dentre os diversos parâmetros existentes (volume de ovos/desova, número e peso de ovos/fêmea, porcentagem de desovas/semana, frequência de desovas dentre outros) aqueles mais aptos a seleção. Selecionar dentre essas variáveis, aquelas mais importantes para o que se pretenda otimizar, é fundamental para o processo de melhoramento genético. Somente a partir dessas escolhas e melhorias é que o êxito da piscicultura será alcançado.

OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste estudo foi avaliar características espermáticas do sêmen e o desempenho reprodutivo de fêmeas de três linhagens diferentes de tilápia do Nilo (Supreme, Premium Aquabel e Chitralada).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar qualidades reprodutivas em tilápia do Nilo através dos seguintes parâmetros:

Características espermáticas do sêmen: pH, Coloração, velocidade e tipo de movimentação, motilidade, concentração, viabilidade espermática e integridades de membrana, mitocôndria e DNA.

Desempenho reprodutivo: volume de ovos/desova, número e peso de ovos/fêmea, número de ovos/Kg de peixe, taxa de eclosão, porcentagem de fêmeas que não desovaram, porcentagem de desovas/semana, mais de duas desovas durante as sete semanas, média das desovas em ordem cronológica e frequência de desovas.

**CAPÍTULO I - Avaliação espermática em linhagens de tilápias do
Nilo, *Oreochromis niloticus***

Resumo:

O conhecimento sobre as características reprodutivas de espécies usadas para a produção em grande escala é de fundamental importância para o manejo da reprodução. Apesar da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* ser uma das espécies mais cultivadas mundialmente, pouco se sabe a respeito das suas características espermáticas. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar e descrever os parâmetros reprodutivos de três linhagens de tilápias, antes e após a criopreservação. No total, 90 exemplares de tilápia do Nilo representaram, em igual proporção, as linhagens Supreme (SUP), Premium Aquabel (PA) e Chitralada (TAI). Os resultados obtidos indicaram que a linhagem PA foi estatisticamente superior a TAI ($P < 0,05$) quanto às medidas morfométricas, enquanto que ambas não diferiram da SUP ($P > 0,05$). A linhagem TAI apresentou maior motilidade em comparação a PA e SUP que não diferenciaram, entre si, na motilidade. As linhagens PA e TAI apresentaram velocidade e concentração espermática semelhantes entre si. A linhagem TAI apresentou menor concentração espermática em relação à linhagem SUP. Essa linhagem apresentou maior porcentagem de espermatozoides imóveis, sendo semelhante às outras linhagens, quanto ao tipo de movimento realizado pelos espermatozoides. A linhagem SUP obteve os melhores resultados quanto às integridades de membrana, mitocôndria e viabilidade espermática. Para a integridade do DNA, todas as linhagens foram estatisticamente diferentes, sendo que a linhagem PA apresentou superioridade em relação às demais. Foram observadas correlações significativas entre as variáveis seminais avaliadas. Variáveis essas que devem ser consideradas como uma característica relevante na seleção de reprodutores para a produção de alevinos. Portanto, os resultados sugerem que a linhagem SUP, foi dentre as demais linhagens, a que reuniu o maior número de características desejáveis que o fizessem ser a escolhida para dar prosseguimento a um bem estruturado programa de melhoramento genético.

Palavras-chave: Tilapicultura. Qualidade espermática. Morfologia. Reprodução. Criopreservação. Melhoramento.

1. Introdução

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) apresenta características desejáveis ao cultivo como: alta taxa de crescimento, rusticidade, adaptabilidade a diversas condições de criação; além da boa aceitação pelo mercado consumidor (TURRA et al., 2010). Isso faz com que ela seja a segunda espécie de peixe mais cultivada no mundo, com uma produção superior a 3.7 milhões de toneladas em 2010 (FAO, 2010). No Brasil o cultivo desta espécie vem aumentando de forma exponencial, tendo apresentado entre os anos de 2003 e 2009 um crescimento médio superior a 105% (MPA, 2010).

Esse aumento de produtividade se deve em grande parte a introdução de novas linhagens geneticamente melhoradas de tilápias. Dentre elas podemos citar a Chitralada (TAI), introduzida no Brasil em 1996 (KUBITZA, 2000; LOVSHIN, 2000), a Supreme (SUP) introduzida no Brasil em 2002 (ZIMMERMANN, 2003), além do surgimento de novas linhagens, como a Premium Aquabel (PA) que vem sendo cultivada na Estação de Piscicultura Aquabel há aproximadamente três anos. Essas contribuições são importantes para melhorar a qualidade genética da tilápia e fundamentais para assegurar o futuro da tilapicultura (LI et al., 2006).

Inúmeros trabalhos vêm sendo realizados a fim de aprimorar características produtivas (PONZONI et al., 2005; FÜLBER et al., 2009), genéticas (MELO et al., 2008; FORTES-SILVA et al., 2010), nutricionais (TSADIK e BART., 2007; NAKAGHI et al., 2009) além de reprodutivas (MATAVELI et al., 2007; BOMBARDELLI et al., 2009) em tilápias. Informações a respeito dessas características reprodutivas são fundamentais para a reprodução das tilápias, refletindo sobre o sucesso da fertilização, já que pouco se sabe a esse respeito.

O conhecimento de parâmetros capazes de descrever a qualidade do sêmen pode auxiliar a seleção de reprodutores (BEIRÃO et al., 2009). Mesmo sem saber ao certo o número de fatores externos que possam estar influenciando na qualidade do sêmen, acredita-se que sejam extremamente variáveis. Resultados divergentes podem ser explicados em termos de influência de fatores externos, o que justifica a grande procura por melhores indicadores da qualidade seminal (HAFEZ e HAFEZ, 2003; BOBE e LABBÉ, 2010).

Identificar animais capazes de produzir sêmen de melhor qualidade é importante para melhorar os índices reprodutivos das espécies. As diferenças entre linhagens no processo reprodutivo influenciam diretamente na qualidade seminal.

Sendo essa qualidade um dos principais fatores que podem limitar a biotecnologia da criopreservação. Por isso, inúmeras avaliações pós-congelamento do sêmen vêm sendo utilizadas e aprimoradas para peixes tais como: integridades de membrana, mitocôndria e DNA, as quais já são amplamente utilizadas em outras espécies de animais (ALMEIDA, 2006; CARVALHO NETO, 2009; LI et al., 2010). As avaliações possibilitam o conhecimento de estruturas específicas das células, detectar integridade estrutural de forma clara (CELEGHINI et al., 2005), avaliar vários compartimentos celulares ao mesmo tempo (CELEGHINI et al., 2007), além de complementar avaliações subjetivas (MATAVELI et al., 2007). Como existem poucos estudos que avaliam as características espermáticas em linhagens de tilápias, sua contribuição pode dar suporte aos resultados da reprodução artificial.

Procurando caracterizar as propriedades reprodutivas das linhagens de tilápias mais cultivadas atualmente no Brasil, o objetivo deste estudo foi descrever e avaliar os aspectos reprodutivos em três linhagens de tilápias, antes e após a criopreservação.

2. Material e Métodos

O trabalho foi dividido em três etapas: 1) seleção dos exemplares, medidas morfométricas, coloração do sêmen e da papila urogenital, potencial hidrogeniônico (pH) e coleta do sêmen; 2) análise da velocidade, tipo de movimentação, motilidade e concentração do sêmen e 3) análise da viabilidade espermática e integridades de membrana, mitocôndria e DNA.

2.1- Locais de estudo

A primeira etapa foi realizada na Estação de Piscicultura Aquabel, (Rolândia, Paraná) entre novembro de 2009 a novembro de 2010; a segunda etapa foi realizada no Laboratório de Engenharia Genética Animal (LEGA) e a terceira etapa foi realizada no Laboratório de Reprodução Animal (ReproPel) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

2.2- Primeira etapa: seleção dos exemplares, medidas morfométricas, coloração do sêmen e da papila urogenital, pH e coleta do sêmen.

2.2.1- Seleção dos exemplares

Um total de 90 machos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) divididos em três linhagens: Supreme (SUP), Premium Aquabel (PA) e Chitralada (TAI) foram identificados com microchips. Todos os animais são pertencentes ao plantel de reprodutores jovens da empresa Aquabel com um ano de vida, em seu primeiro ano reprodutivo.

Uma semana antes da coleta do sêmen, os indivíduos de cada linhagem foram distribuídos aleatoriamente em cinco hapas de 2x3x1 metros de medidas, com cada hapa contendo 6 machos e 15 fêmeas (1 macho: 2.5 fêmeas).

2.2.2- Medidas Morfométricas e Coleta do Sêmen

Antes da coleta de sêmen os peixes foram acondicionados em caixas d'água com oxigênio e para reduzir o estresse e evitar a mortalidade pelo manuseio adicionou-se óleo de cravo (Eugenol®) de acordo com MOREIRA (2010).

Os dados de comprimento total, padrão e profundidade dos animais foram obtidos com um ictiômetro (mm) e uma régua (cm), já o peso de cada animal foi utilizado uma balança eletrônica digital (0.1g). Também foi observado o tamanho do aparelho genital e caracterizado quanto à coloração da papila urogenital, avaliando-se através de uma escala de 1 a 3 sendo: (1) para coloração branca, (2) para coloração avermelhada e (3) para coloração amarelada.

Após seca a região genital e a nadadeira anal com papel toalha, comprimiu-se a região abdominal no sentido ântero-posterior (BILLARD et al., 1995) e o sêmen foi coletado com uma seringa de 1mL. Três alíquotas foram obtidas e destinadas da seguinte forma; uma para avaliação a fresco, outra foi preservada em solução formol salina tamponada e por último, uma destinada ao processo de congelamento.

Para o congelamento, o sêmen foi homogeneizado em diluente Beltsville Thawing Solution (BTS) utilizando o DMSO (5%) como crioprotetor intracelular, na proporção de 1:9, respectivamente e envasado em *paillettes* de 0.25 ml. Os *paillettes* foram armazenadas em *racks* no interior de um botijão com vapor de nitrogênio do tipo “dry shipper” (CryoPort Systems modelo PSX1-A5 – 04284) para a curva de congelamento. Após 3 horas foram transferidos para o botijão de nitrogênio líquido (MVE, modelo CP-34) para estocagem à -196°C.

2.2.3- Análise do sêmen

As análises seminais realizadas na Estação de Piscicultura Aquabel foram:

pH do sêmen – Em uma fita de papel tornassol pH-FIX 0-14 (Macherey-Nagel®) colocou-se 250µl do sêmen fresco em contato com essa fita, registrando o valor apontado na sua própria escala;

Coloração do sêmen – A coloração foi avaliada através de uma escala de 1 a 3 atribuído a sêmen fresco, sendo: (1) para coloração branco-leitosa, (2) para coloração branco-aquosa, e (3) para coloração amarelo-cítrica

Para avaliar motilidade, velocidade e tipo de movimentação adicionou-se água ao sêmen fresco inativo numa proporção de 2:98µl (sêmen/água destilada, respectivamente) e, através da observação em microscópio de campo claro com objetiva de 40x, foi realizada uma filmagem durante um minuto. Essas análises foram realizadas na etapa II deste trabalho.

Além disso, 2µl de sêmen de cada animal foram diluídos em eppendorf contendo 98µl de uma solução formol salina tamponada (HANCOCK, 1957). Após o armazenamento do sêmen nessa solução, na etapa II desse trabalho foi avaliada sua concentração.

2.3- Segunda etapa: análise da velocidade e tipo de movimentação, motilidade e concentração do sêmen.

2.3.1- Velocidade e tipo de movimentação – Foram avaliados 24 espermatozoides de forma aleatória por indivíduo. Através do programa Measurement in Motion (MIM, 2005) calculou-se a velocidade média em cm/seg. e também o tipo de movimentação de cada espermatozoide (parados, em círculos ou retilíneos), durante cem frames;

2.3.2- Motilidade do sêmen – Após salvar a filmagem em vídeo desse material, foi utilizado um escore de 0 a 100%, para o cálculo do percentual de espermatozoides em movimentação;

2.3.3- Concentração espermática– O número de espermatozoides foi calculado utilizando a câmara de Neubauer em microscópio de contraste de fase com objetiva de 40x.

2.4- Terceira etapa: análise da viabilidade espermática e integridades de membrana, mitocôndria e DNA.

Para descongelamento do sêmen coletado na etapa I, foi utilizado imersão em banho-maria 50°C por 10 segundos e avaliadas as seguintes variáveis:

2.4.1-Viabilidade espermática- Foi adicionado ao sêmen o corante (nigrosina/eosina), corando de vermelho os espermatozóides rompidos, enquanto que, as células integras permaneceram brancas (KAVAMOTO e FOGLI da SILVEIRA, 1986);

2.4.2- Integridade de membrana – Foi mensurada com auxílio de sondas fluorescentes de Diacetato de Carboxifluoresceína (C5041- CFDA) e Iodeto de Propídio (P4170 - IP) (HARRISON e VICKERS 1990) em microscópio de epifluorescência (40x) com excitação em filtro com comprimento de onda de 525nm. Em cada lâmina, 200 espermatozóides foram classificados conforme sua coloração em íntegros (verdes) ou lesados (vermelhos ou verdes e vermelhos);

2.4.3- Integridade da mitocôndria – Foi utilizado o corante fluorescente Rhodamine 123 e um microscópio de epifluorescência (400x) com excitação em filtro e comprimento de onda de 525nm. As células foram classificadas por suas mitocôndrias em integras (verdes) ou lesadas (transparentes), e expressa o percentual de células com as mitocôndrias íntegras (HE e WOODS, 2004);

2.4.4- Integridade do DNA – Foi estimado através da sonda acridine Orange (A6014), e microscópio de epifluorescência (400x) com excitação em filtro e comprimento de onda de 525nm (BENCHARIF et al., 2008). A fluorescência verde na cabeça do espermatozóide determinou aqueles normais (DNA bicatenário) e a fluorescência vermelha ou amarela considerou-se desnaturado (DNA monocaternário).

2.5 Análise estatística

Os resultados foram expressos em média \pm erro padrão. Após a avaliação da normalidade pelo teste Shapiro-Wilk, os dados que apresentaram distribuição normal (comprimento padrão e profundidade) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com posterior comparação entre as médias utilizando o teste de Tukey. Os dados que não apresentaram distribuição normal (peso, comprimento total, concentração, velocidade, motilidade, pH e integridades de membrana, mitocôndria e DNA) foram analisados pelo teste Kruskal-wallis. Quando os dados estavam representados por variáveis categóricas (coloração do sêmen, coloração e tamanho

de papila), foi utilizado o teste de qui-quadrado (χ^2). Associações entre respostas foram determinadas pelo coeficiente de correlações de Pearson. Todas as análises foram realizadas com o programa Statistix® (STATISTIX, 2008).

3. Resultados

3.1- Morfometria- Embora os reprodutores destas três linhagens tenham sido criados nas mesmas condições de cultivo, as linhagens apresentaram diferenças de crescimento no momento da coleta de dados de qualidade de sêmen (Tabela 1). As linhagens PA e TAI diferiram significativamente ($P < 0.05$) em todas as medidas de crescimento e os valores da linhagem SUP foram intermediários as linhagens PA e TAI, não sendo observado diferença significativas em relação a estas.

3.2- Tamanho e coloração da papila- O tamanho e a coloração da papila não diferiram entre as linhagens ($P > 0.05$), sendo que 58% das PA e 53% das TAI foi branca a coloração da papila e 63% das SUP a coloração era avermelhada. Na linhagem SUP 49% dos peixes a papila tinha tamanho pequeno, na TAI: 47% medianas e na PA: 45% grandes

3.3- Coloração do sêmen- A coloração do sêmen não apresentou diferenças entre linhagens ($P > 0.05$). A porcentagem de coloração branco-aquosa no sêmen foi a mais frequente, tendo as linhagens PA, TAI e SUP apresentado respectivamente 61, 68 e 44%.

3.4- pH do sêmen- O pH não diferiu estatisticamente entre as linhagens ($P > 0.05$) (Tabela 1).

3.5- Velocidade e tipo de movimentação- No sêmen da linhagem TAI foi maior o número de espermatozoides em movimento retilíneo (61%), porém, com velocidade apenas significativamente superior a linhagem SUP. Em geral, quanto ao tipo de movimentação, todas as linhagens apresentaram maior proporção de movimentos retilíneos. Na linhagem TAI registrou-se uma menor porcentagem de células imóveis (5%). Embora as linhagens SUP e TAI apresentem o mesmo percentual de células com movimentos circulares (34%), foi observado que a primeira liberou uma maior proporção de células espermáticas que continuaram imóveis (9%), após o estímulo com água (Figura 1).

3.6- Concentração, viabilidade espermática, e integridades de membrana e mitocôndria- Para todas essas variáveis a linhagem SUP foi estatisticamente

superior as linhagens PA e TAI ($P < 0.05$) (Tabelas 1 e 2).

3.7- Integridade do DNA – Foram observadas taxas extremamente baixas na linhagem TAI inferiores às taxas encontradas na SUP; que por sua vez, foram inferiores as taxas encontradas na PA (Tabela 2).

Vários estimadores da qualidade de sêmen apresentaram correlações importantes e significativas ($P < 0.05$, Tabela 3), demonstrando assim a eficiência das avaliações utilizadas neste experimento. Em geral, espermatozoides com boa motilidade mostraram-se velozes, mas com baixas integridades de mitocôndria e DNA. A velocidade foi também contrária a viabilidade espermática, além das integridades de membrana e mitocôndria, enquanto as três últimas estavam positivamente relacionadas com a concentração espermática. Um DNA mais integro correspondeu a uma melhor viabilidade espermática e integridades de membrana e mitocôndria. As maiores correlações ocorreram entre a viabilidade espermática e integridades de membrana e mitocôndria, junto com a relação das duas últimas.

4. Discussão

O grande desafio da produção é conciliar as características de crescimento visando a maior obtenção de carne com as características reprodutivas buscando uma maior fertilização em menor intervalo de tempo. Por isso é de extrema importância conhecer como os organismos se comportam biologicamente e, dessa forma, usar ferramentas para melhorar as linhagens, conciliando ambos os aspectos, tanto reprodutivos como de crescimento.

Algumas características seminais, tais como: coloração, pH, concentração, velocidade dos espermatozoides e viabilidade espermática além da integridades de membrana, mitocôndria e DNA, são utilizadas para avaliar a sua qualidade.

A coloração é uma boa indicadora da qualidade do sêmen já que pode indicar uma maior ou menor quantidade de fluido seminal, e diretamente influenciar sua concentração (ANDRADE TALMETTI et al., 2001). Esta observação pode explicar a menor concentração espermática no sêmen da PA e TAI e muito embora não tenha ocorrido diferença entre as linhagens a coloração branco-aquosa foi observadas com frequência nestas duas. Do mesmo modo, o pH é apontando como uma importante característica do plasma seminal, influenciando a motilidade espermática (LAHNSTEINER et al., 1997; CHEREGUINI et al., 2001). Apesar disso, neste

trabalho, o pH não diferiu entre linhagens com resultados semelhantes aos encontrados por Mataveli et al. (2007).

Inúmeros fatores, tais como: temperatura, estado nutricional, estado sanitário, condições de análise e espécie estudada podem influenciar a motilidade espermática (MURGAS et al., 2011). Os espermatozóides são bastante suscetíveis ao estresse oxidativo devido à grande quantidade de ácidos graxos poliinsaturados presentes em sua membrana (ALVAREZ e STOREY, 1992) e a baixa concentração citoplasmática de enzimas antioxidantes (SHARMA e AGARWAL, 1996). Assim, o estresse oxidativo é responsável por causar redução da motilidade e a habilidade em contrapô-lo depende da quantidade de antioxidantes celulares (GUERRA et al., 2004; CELEGHINI, 2005; SILVA e GADELLA, 2006). Fatores esses que podem ter causado a redução na motilidade espermática tanto nas linhagens SUP como PA em relação a TAI.

A influência multifatorial e a dificuldade de mensuração das características reprodutivas (SILVA et al., 2005) dificultam resultados precisos na maioria dos trabalhos. A velocidade espermática e o tipo de movimentação podem ser úteis como ferramentas de avaliação da qualidade do sêmen. Quando mais de um macho é colocado junto a um lote de fêmeas para reprodução, pode ocorrer competição entre espermatozóides de reprodutores distintos para penetração na micrópila do ovócito (BOBE e LABBÉ, 2010). Por isso, a velocidade de deslocamento e o tipo de movimentação são importantes, pois espermatozóides com maior velocidade apresentam maiores taxas de fertilização (BILLARD et al., 1980). Embora não seja possível explicar o motivo da baixa velocidade dos espermatozóides na linhagem SUP, nem se a mesma pode influenciar suas taxas reprodutivas, esta medida objetiva foi capaz de distinguir as linhagens em dois grupos (mais ou menos velozes). Talvez esta característica de menor velocidade espermática da linhagem SUP, possa ser compensada pela maior concentração de espermatozóides no sêmen destes animais.

Altas concentrações de espermatozóides também podem alterar as estimativas de motilidade e velocidade, uma vez que o excesso dessas células pode dificultar sua movimentação (GEFFEN e EVANS, 2000; WILLIOT et al., 2000). Apesar de não ter sido inferido uma correlação inversa entre a motilidade e a velocidade dos espermatozóides com a concentração de espermatozóides neste estudo, pôde-se observar essa tendência. Em termos médios na linhagem SUP

houve uma maior concentração de espermatozóides e menor motilidade e velocidade espermática; na linhagem TAI foi observado uma baixa concentração e maior motilidade e velocidade que as demais linhagens. As concentrações observadas nestas linhagens estão dentro da amplitude descritas na literatura para tilápia do Nilo, as quais se estendem de 2.63 a 8.19×10^9 espermatozóides/mL (MATAVELI et al., 2007; BOMBARDELLI, et al., 2010). Uma observação importante ainda, é que a motilidade esteve diretamente relacionada com a velocidade.

Diversos pesquisadores avaliaram diferenças entre linhagens de tilápias e comprovaram performance diferenciada entre elas quanto ao seu desempenho produtivo (SANTOS, 2004; RIDHA 2006; MASSAGO 2007; NEUMANN et al., 2009), genético (PONZONI et al., 2005; RUTTEN et al., 2005; MOREIRA et al., 2007) e reprodutivo (MACARANAS 1997; SANTOS et al., 2007), dentre outros. Esses resultados divergentes podem ser consequência dos processos de melhoramento praticados nestas linhagens. A linhagem SUP, depois de mais de 20 anos de seleção, é derivada do maior, mais caro e mais longo programa de melhoramento genético, o “genetic improved farmed tilapia” (GIFT) desenvolvido pela empresa norueguesa Genomar (ZIMMERMAN, 2003). A linhagem TAI foi desenvolvida no Japão, melhorada na Tailândia e introduzida oficialmente no Brasil em 1996 do “Asian Institute of Technology” (AIT), com sede na Tailândia (MOREIRA, 1999; ZIMMERMANN, 1999; KUBITZA, 2000). Ao contrário das duas linhagens anteriores, a PA ainda não tem definido sua trajetória de melhoramento genético porque ela ainda está sob esse processo. Isso evidencia a necessidade de levar em consideração a relevância de trajetória das linhagens, visando futuras avaliações genéticas e reprodutivas na população sob seleção (GRANDA e AGUIRRE, 2007). O completo conhecimento de todas as variáveis que envolvem a produção de uma determinada linhagem é necessário; assim como o conhecimento de outras variáveis internas tais como técnicas de criopreservação que vem sendo cada vez mais utilizadas e aprimoradas para uma seleção confiável.

O armazenamento de células reprodutivas por longos períodos contribui não só para a conservação da diversidade genética, mas também para a manutenção da variabilidade genética em programas de melhoramento genético de diversas espécies de peixes (RESENDE, 2009; STREIT Jr et al., 2009). A disponibilidade dos gametas a qualquer momento facilita o desenvolvimento e a aplicação de metodologias que visam o controle da reprodução, permitindo a seleção de plantéis

e a redução do estoque de machos (SILVEIRA, 2007).

A qualidade da criopreservação dos espermatozóides é responsável pelo sucesso da fertilização dos ovócitos (JOHNSON et al., 2000). Portanto, a composição da solução diluidora é um elemento de fundamental importância para a sua eficiência (CLOUD, 2000). O processo de criopreservação pode causar extensos danos as suas células (RANA, 1995) que levam à redução da motilidade e perda de viabilidade espermática (SALAMON e MAXWELL, 2000). Apesar de um protocolo padrão para peixes ter sido utilizado, a criopreservação reduziu consideravelmente as porcentagens das variáveis *in vitro*, principalmente nas linhagens PA e TAI. Porém, essa redução não significa que a criopreservação tenha causado danos a qualidade espermática, até porque esses índices baixos podem ser suficientes para que ocorra a fertilização de forma satisfatória.

Algumas estimativas de qualidade do sêmen dos reprodutores deste estudo se distanciaram das observadas em outros trabalhos (LI et al., 2010; MARTÍNEZ, 2010; BOBE e LABBÉ, 2010; BUTTS et al., 2011). Essas diferenças de resultados pode ser por inúmeros fatores como: nenhum hormônio ter sido utilizado para indução a espermição (FERREIRA et al., 2001), realização de coletas seminais sucessivas (KAVAMOTO et al., 1997), época do ano (BORGES et al., 2005) ou o tamanho dos peixes (LUZ et al., 2001; RURANGWA et al., 2004). A não estimulação para a liberação do sêmen fez com que diferenças de volume do ejaculado fossem observadas, dessa forma, esse parâmetro não foi considerado para análise já que a quantidade coletada não pode ser considerada como volume total (FERREIRA et al., 2001).

Sabe-se que as estimativas de correlações genéticas são imprescindíveis para se definirem estratégias de seleção em programas de melhoramento. Porém, é muito difícil correlacionar qualquer parâmetro da qualidade do sêmen com suas taxas de fertilização. Isso porque a fertilização de um ovócito requer somente um bom espermatozóide dentre os milhares para sua fecundação. Porém, conseguindo-se selecionar animais com melhores qualidades de sêmen, pode-se melhorar seu sucesso reprodutivo. Os resultados observados nas correlações, principalmente as que utilizam parâmetros *in vitro*, não devem ser utilizados como estimadores substitutos da habilidade de fertilização do esperma, mas como descritores parciais de sua habilidade (BOBE e LABBÉ, 2010).

A maioria dos programas de seleção se restringem quase que exclusivamente à seleção nas taxas de crescimento (PONZONI et al., 2005), mas seleções baseadas em características reprodutivas, principalmente em larviculturas, também devem ser levadas em consideração, mesmo sabendo que são características de baixa herdabilidade (SILVA et al., 2005).

As diferenças quanto à qualidade espermática observadas entre linhagens são comuns dentro (PIIRONEN, 1985) e entre espécies (ROUTRAY et al., 2007; BOZKURT et al., 2011). Como podemos observar neste estudo, dentro de uma mesma espécie, diferenças substanciais quanto à qualidade espermática foram amplamente observadas. Esse fato é um indicativo que ainda é necessário conhecer as características biológicas das várias linhagens de tilápias disponíveis no mercado. Estudos deste tipo podem ajudar a escolher, dentre essas linhagens existentes, aquelas de maior interesse econômico além de servir de referência para novas pesquisas. Esses resultados também podem ser úteis para o estabelecimento de programas de melhoramento genético tendo em conta características mais desejáveis a produção para melhorar as diferentes linhagens de tilápia. Mas antes desse estabelecimento é importante que se definam quais características que se pretende melhorar (REZK et al., 2009).

A metodologia utilizada foi capaz de descrever e avaliar as características da qualidade espermática em tilápias, antes e após a criopreservação. A velocidade e tipo de movimentação dos espermatozóides complementaram os testes seminais com o intuito de identificar a origem genética desses machos mais aptos à reprodução. Somado a isso, as avaliações pós-congelamento permitiu estimar a qualidade de diferentes organelas da célula reprodutiva.

Nossos resultados ilustraram que a linhagem SUP foi estatisticamente superior em todos os parâmetros mensurados após a criopreservação, com exceção da Integridade de DNA onde a linhagem PA foi superior. Além disso, a linhagem SUP mesmo que as médias foram inferiores a linhagem PA quanto a sua morfometria, não ocorreu diferenças significativas em relação à linhagem PA. Apesar da linhagem SUP possuir características mais desejáveis para a produção e se perfilar como uma boa candidata para dar continuidade a um programa de melhoramento, ela teve resultados estatisticamente inferiores quanto a velocidade e a motilidade espermática. Esses resultados evidenciam a necessidade de mais trabalhos (por exemplo sucesso na fertilização dessas linhagens); além de servir

como ferramenta para os pesquisadores que trabalham com melhoramento genético visando a melhor produção dessa espécie.

5. Conclusão

Considerando-se os parâmetros avaliados, a linhagem Supreme é a mais indicada para o cultivo pois apresentou ótimas características morfológicas, alta concentração espermática, boa movimentação e a melhor congelabilidade da célula reprodutiva masculina.

Agradecimentos

Este estudo teve o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Brasileiro e Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas. Os autores agradecem pelo suporte oferecido pela estação de Piscicultura Aquabel.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, J.L. **Effect of different semen concentrations on the cryopreservation of equine semen.** MSc Thesis. Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, DF, Brasil, 2006.
- ALVAREZ, J.G.; STOREY, B. Evidence for increased lipid peroxidative damage and loss of superoxide dismutase activity as a mode of sublethal cryodamage to human sperm during cryopreservation. **J. Androl.**, v.13, p.232–241, 1992.
- ANDRADE-TALMELLI, E.F.; KAVAMOTO, E.T.; FENERICH-VERANI, N. Características seminais da piabanha, *Brycon insignis* (STEINDACHNER, 1876), após estimulação hormonal. **B. Inst. Pesca.**, v.27, p.149–154, 2001.
- BEIRÃO, J.; SOARES, F.; HERRÉZ, M.P.; DINIS, M.T.; CABRITA, E. Sperm quality evaluation in *Solea senegalensis* during the reproductive season at cellular level. **Theriogenology**, v.72, p.1251-1261, 2009.
- BENCHARIF, D.; AMIRAT, L.; PASCAL, O.; ANTON, M.; SCHIMITT, E.; DESHERCES, S.; DELHOMME, G.; LANGLOIS, M.L.; BARRIERE, P.; LARRAT, M.; TAINURIER, D. The advantages of combining low-density lipoproteins with glutamine for cryopreservation of canine semen. **Reprod. Domestic. Anim.**, v.45, p.189-200, 2008.
- BILLARD, R.; MARCEL, J.; MATEI, D. Survive post mortem des gametes de truite fario, *Salmo trutta fario*. **Can. J. Zoolog.**, v.59, p.29-33, 1980.

BILLARD, R.; COSSON, J.; CRIM, L.W.; SUQUET, M. Broodstock management and seed quality- General considerations. In: Bromage N, Roberts RJ. **Broodstock management and egg larval quality**. Oxford: Blackwell Science. p.1-24, 1995.

BOBE, J.; LABBÉ, C. Egg and sperm quality in fish. **Gen. Comp. Endocrinol.**, v.165, p.535–548, 2010.

BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M.; SANCHES, E.A.; PIANA, P.A. Reproductive performance and zootechnique and lipid deposition in hepatocytes from female Nile tilapia fed with rations with various energy levels. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.1391-1399, 2009.

BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M.; SANCHES, E.A.; PIANA, P.A. Levels of digestible energy on the reproductive performance and zootechnique and the deposition of lipids in hepatocytes of male Nile tilapia. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.941-949, 2010.

BORGES, A.; SIQUEIRA, D.R.; JURINITZ, D.F.; ZANINI, R.; AMARAL, F.; GRILLO, M.L.; OBERST, E.R.; WASSERMANN, G.F. Biochemical composition of seminal plasma and annual variations in the semen characteristics of catfish *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, Pimelodidae). **Fish. Physiol. Biochem.**, v.31, p.45-53, 2005.

BOZKURT, Y.; ÖĞRETMEN, F.; KÖKÇÜ, Ö.; ERÇİN, U. Relationships between seminal plasma composition and sperm quality parameters of the *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) semen: with emphasis on sperm motility. **Czech. J. Anim. Sci.**, v.56, p.355–364, 2011.

BUTTS, I.A.E.; BABIAK, I.; CIERESZKO, A.; LITVAK, M.K.; STOWINSKA, M.; SOLER, C.; TRIPPEL, E.A. Semen characteristics and their ability to predict sperm cryopreservation potential of Atlantic cod. *Gadus morhua* L. **Theriogenology**, v.75, p.1290-1300, 2011.

CARVALHO NETO, J.O. **Evaluation of the quality of cryopreserved bovine quality after sexing by flow cytometry and utilization in the *in vitro* production of embryos**. MSc Thesis. Arquivo da faculdade de Medicina e Veterinária da Universidade de Brasília, Brazil, 2009.

CELEGHINI, E.C.C.; ANDRADE, A.F.C.; NASCIMENTO, J.; RAPHAEL, C.F.; BIANCONI, L.L.; RODRIGUES, P.H.M.; ARRUDA, R.P. Effects of the cryopreservation and dilution of bovine semen on the plasma membrane, acrosome and mitochondrial function. **Acta Scient. Veterin.**, v.33, p. 327, 2005.

CELEGHINI, E.C.C.; ARRUDA, R.P.; ANDRADE, A.F.C.; NASCIMENTO, J.; RAPHAEL, C.F. Practical techniques for bovine sperm simultaneous fluorimetric assessment of plasma, acrosomal and mitochondrial membranes. **Reprod. Dom. Anim.**, v.42, p.479-488, 2007.

CHEREGUINI, O.; BANDA IG DE LA, RASINES, I.; FERNANDEZ, A. Larval growth of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.) produced with fresh and cryopreserved sperm. **Aquac. Res.**, v.32, p.133-43, 2001.

CLOUD, J.G. Cryopreservation of sperm of steelhead rainbow trout after refrigerated storage. In: Tiersch TR, Mazik PM (Eds.) **Cryopreservation in aquatic species**. Baton Rouge, Louisiana: World Aquaculture Society, p.101-103, 2000.

ENGLAND, G.C. Cryopreservation of dog semen: a review. **J. Reprod. Fertil.**, v.47, p.243–255, 1993.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nation. World Supply and Demand of Tilapia, Globefish, FAO, UN, 2010. Disponível em: <http://www.globefish.org/world-.html><<http://www.fao.org/fishery/>>. Acesso em: 19 mar. 2012.

FERREIRA, A.A.; NUÑER, A.P.O.; LUZ, R.K.; TATAJE, D.A.R.; ESQUIVEL, J.R.; RESTREPO, J.B. Qualitative and quantitative evaluation of the semen from catfish, *Rhamdia quelen*. **B. Inst. Pesca**, v.27, p.57-60, 2001.

FORTES-SILVA, R.; TORRES, R.A.; RIBEIRO-FILHO, O.P.; SCHIAVETTIVL; PEREIRA, M.M.; BASTOS, R.T.; YAMAKI, M.; SARMENTO, J.L.R. Genetic evaluation of the growth of Nile tilapia at low temperatures. **Zootecnia Trop.**, v.28, p.395-401, 2010.

FÜLBER, V.M.; MENDEZ, L.D.V.; BRACCINI, G.L.; BARRERO, N.M.L.; DIGMEYER, M.; RIBEIRO, R.P. Comparative improvement of three strains of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in different stock densities. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, p.177-182, 2009.

GEFFEN, A.J.; EVANS, J.P. Sperm traits and fertilization success of male and sex-reversed female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.182, p.61-72, 2000.

GRANDA, M.N.M.; AGUIRRE, M.C.B. The white cachama (*Piaractusbrachypomus*), a potential species for genetic improvement. **Rev. Colomb. Cien. Pec.**, v.20, p.1, 2007.

GUERRA, M.M.P.; EVANS, G.; MAXWELL, W.M.C. Role of oxidants and anti-oxidants in andrology. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.28, p.187-195, 2004.

HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Animal Reproduction**. 7 ed., São Paulo: Manole, 2003. 530 p.

HANCOOK, J.L. The morphology of boar spermatozoa. **J. R. Microsc. Soc.**, v.76, p 84-87, 1957.

HARRISSON, R.A.P.; VICKERS, S.E. Use of fluorescent probes to assess membrane integrity in mammalian spermatozoa. **J. Reprod. Fertil.**, v.88, p.343-352, 1990.

HE, S; WOODS, L.C. Effects of dimethyl sulfoxide and glycine on cryopreservation induced damage of plasma membranes and mitochondria to striped bass (*Morone*

saxatilis) sperm. **Cryobiology**, v.48, p.254–62, 2004.

JOHNSON, L.A.; WEITZE, K.F.; FISER, P.; MAXWELL, W.M.C. Storage of boar semen. **Anim. Reprod. Sci.**, v.62, p.143-172, 2000.

KAVAMOTO, E.T.; FOGLI, D.A.; SILVEIRA, W.; GODINHO, H.M. Semen characteristics of the curimbatá, *Prochilodus scrofa* STEINDACHNER, 1881. **B. Inst. Pesca**, v.13, p.45-50, 1986.

KAVAMOTO, E.T.; MAINARDES-PINTO, C.S.R.; ANDRADE-TALMELLI, E.F.; CAMPOS, B.E.S. Production of sperm in curimbatá, *Prochilodus scrofa*, Steindachner. **B. Inst. Pesca**, v.24, p.73-78, 1997.

KUBITZA, F. **Tilapia: technology and planning in the commercial production**. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285p.

LAHNSTEINER, F.; BERGER, B.; WEISMANN, T.; PATZNER, R. Sperm motility and seminal fluid composition in the burbot, *Lota lota*. **J. Appl. Ichthyol.**, v.13, p.113-119, 1997.

LI S-F, H X-J, H G-C, C W-Q, DX-W, ZP-Y. Improving growth performance and caudal fin stripe pattern in selected F6-F8 generations of gift Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) using mass selection. **Aquac. Res.**, v.37, p.1165-1171, 2006.

LI, P.; DZYUBA, B.; HULAK, M.; RODINA, M.; BORYSHPOLETS, S.; LI, Z-H.; LINHART, O. Percoll gradient separation of cryopreserved common carp spermatozoa to obtain a fraction with higher motility, velocity and membrane integrity. **Theriogenology**, v.74, p.1356–1361, 2010.

LOVSHIN, L.L. Tilapia culture in Brazil. In: Costa-Pierce BA, Rakocy JE (Ed.). **Tilapia aquaculture in the Americas**. Louisiana: The World Aquaculture Society, v.2, p.133-140, 2000.

LUZ, R.K.; FERREIRA, A.A.; REYNALTE, D.A.T.; ZANIBONI FILHO, E. Qualitative and quantitative evaluation of suruvi semen, *Steindachneridion scripta* (pimelodidae). **B. Inst. Pesca**, v.27, p.39-42, 2001.

MACARANAS, J.M.; MATHER, P.B.; LAN, S.N.; VEREIVALU, T.; LAGIBALAVU, M.; CAPRA, M.F. Genotype and environment: A comparative evaluation of four tilapia stocks in Fiji, **Aquaculture**, v.150, p.11-24, 1997.

MARTÍNEZ, J.G. **Effect of DMSO and glucose concentration on the sperm quality and the genetic material in cryopreserved semen from bocachico, *Prochilodus magdalenae***. MSc Thesis. Universidad Nacional de Colombia/ Facultad de Ciencias, Medellín, Colombia, 2010.

MASSAGO, H. **Performance of young fish from four Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus*) and genetic variability analysis by RAPD markers**. MSc Thesis. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Brazil, 2007.

MATAVELI, M.; MORAES, G.V.; STREIR JUNIOR, D.P.; VARGAS, L.D.M.; SAKAGUTI, E.S.; TONINATO, J.C.; BARBOSA, R.C.; MERLINI, L. Evaluation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) semen quality, chitralada strain, supplemented with different concentrations of vitamin C. **B. Inst. Pesca** v.33, p.1-7, 2007.

MEASUREMENT IN MOTION Learning in Motion, Santa Cruz, California, 2005. Available at: <http://www.learn.motion.com/lim/mim/mim1>

MELO, D.C.; OLIVEIRA, D.A.A.; SEERIG, A.; CARVALHO, D.C. Practical applications of microsatellite markers in the genetic characterization and identification of tilapia schools. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.32, p.220-224, 2008.

MOREIRA, H.L.M. **Structural analysis of populations and genetic diversity of broodfish stocks of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) estimated by microsatellite.** PhD Thesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 1999.

MOREIRA, A.A.; HILSDORF, A.W.S.; SILVA, J.V.; SOUZA, V.R. Genetic variability of two Nile tilapia through microsatellite markers. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.42, p.521-526, 2007.

MOREIRA, A.G.L.; TEIXEIRA, E.G.; CARREIRO, C.R.P.; MOREIRA, R.L. Effectiveness of eugenol extracted from the aromatic eugenia plant as an anesthetic to perform biometry in the adult Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, p.419-423, 2010.

MURGAS, L.D.S.; FELIZARDO, V.O.; FERREIRA, M.R.; ANDRADE, E.S.; VERAS, G.C. Importance of evaluation of reproductive parameters in native fish. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.35, p.186-191, 2011.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA DO BRASIL. 2010 100 p. BRASIL; Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2008 – 2009. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: dez. 2011.

NAKAGHI, L.S.O.; MOYA, C.F.; DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; ZAIDEN, S.F.; PAES, M.C.F.; MAKINO, L.C. Performance of *Oreochromis niloticus* feed testing different ration granule sizes according to the development of the mouth. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, v.7, p.415-421, 2009.

NEUMANN, E.; KOBERSTEIN, T.C.R.D.; BRAGA, F.M.S. Performance of three tilapia strains treated with 17- α -methyltestosterone in uncontrolled environmental conditions. **R. Bras. Zootec.** v.38, p.973-979, 2009.

PIIRONEN, J. Variation in the properties of milt from the Finnish landlocked salmon (*Salmo salar m. sebago Girard*) during a spawning season. **Aquaculture**, v.48, p.337–350, 1985.

PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TAN, S.; KAMARUZZAMAN, N. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.247, p.203–210, 2005.

RANA, K. Preservation of gametes. In: Bromage NR, Roberts RJ (Eds.). **Broodstock management and egg and larval quality**. London: Blackwell Science, 1995. p.53-75.

RESENDE, E.K.; RIBEIRO, R.P.; LEGAT, A.P.; BENITES, C. Genetic improvement in fish-an aquacultural revolution in Brazil. Boletim SBI, **Sociedade Brasileira de Ictiologia**, v.12, p.5-6, 2009.

REZK, M.A.; PONZONI, R.W.; KHAW, H.L.; KAMEL, E.; DAWOOD, T.; JOHN, G. Selective breeding for increased body weight in a synthetic breed of Egyptian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: Response to selection and genetic parameters. **Aquaculture**, v.293, p.187-194, 2009.

RIDHA, M.T. Comparative study of growth performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L. at two stocking densities. **Aquac. Res.**, v.37, p.172-179, 2006.

ROUTRAY, P.; VERMA, D.K.; SARKAR, S.K.; SARANGI, N. Recent advances in carp seed production and milt cryopreservation. **Fish. Physiol. Biochem.**, v.33, p.413-427, 2007.

RURANGWA, E.; KIME, D.E.; OLLEVIER, F.; NASH, J.P. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. **Aquaculture**, v.234, p.1-28, 2004.

RUTTEN, M.J.M.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L). **Aquaculture**, v.246, p.125-132, 2005.

SALAMON, S.; MAXWEL, W.M. Storage of ram semen. **Anim. Reprod. Sci.**, v.62, p.77–111, 2000.

SANTOS, V.B. **Morphometric and allometric growth of tilapia strains (*Oreochromis niloticus*)**. MSc Thesis. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil, 2004.

SANTOS, L.D.; ZARA, R.F.; VISENTAINER, J.V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; FRANCO, M.L.R.S. Sensory evaluation and yield of smoked filets from tilapia (*Oreochromis niloticus* L. 1757) in the presence of rosemary (*Rosmarinus officinalis*). **Ciênc. Agrotéc.**, v.31, p.406-412, 2007.

SHARMA, R.K.; AGARWAL, A. Role of reactive oxygen species in male infertility. **Urol.**;v.48, p.835-50, 1996.

SILVA, J.A.V.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic study of Nellore heifers in a herd. **R. Bras. Zootec.**, v.34, p.1568-1572, 2005.

SILVA, P.F.N.; GADELLA, B.M. Detection of damage in mammalian sperm cells. **Theriogenology**, v.65, p.958-978, 2006.

SILVEIRA, A.N. Preservation of fish gametes and their applications. **Rev. Col. Cienc. Pec.**, v,20, p.4, 2007.

STATISTIX®. Statistix® 9 for Windows. Tallahassee, FL, USA. 2008.

STREIT JR, D.P.; OLIVEIRA, A.C.; RIBEIRO, R.P.; SIROL, R.N.; MORAES, G.V.; GALO, J.M.; DIGMAYER, M. Semen motility, vitality and pathology in nature and after cryopreservation of *Piaractus mesopotamicus*. **B. Inst. Pesca**, v.35, p.159 – 167, 2009.

TSADIK, G.G.; BART, A.N. Effects of feeding, stocking density and water-flow rate on fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.272, p.380-388, 2007.

TURRA, E.M.; OLIVEIRA, D.A.A.; TEIXEIRA, E.A.; LUZ, R.K.; PRADO, A.S.; MELO, D.C.; FARIA, P.M.C.; SOUSA, A.B. Reproductive control in Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) by chromosomal and sexual manipulations. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.34, p.21-28, 2010.

WILLIOT, P.; KOPEIKA, E.F.; GONCHAROV, B.F. Influence of testis state, temperature and delay in semen collection on spermatozoa motility in the cultured Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt). **Aquaculture**, v.189, p.53-61, 2000.

ZIMMERMANN, S. Artificial incubation: a technique that permits the production of genetically superior Nile tilapia. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.9, p.15-21, 1999.

ZIMMERMANN, S. A modern genetic instrument in the improvement and tracing of Nile tilapia. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.13, p.69, 2003.

Tabela 1- Características morfológicas macroscópicas e análises do sêmen fresco de reprodutores de três linhagens de tilápia do Nilo (médias \pm erro padrão). SUP= Supreme; PA= Premium Aquabel e TAI= Chitralada.

PARÂMETROS	LINHAGENS DE TILÁPIA		
	Supreme (SUP)	Premium Aquabel (PA)	Chitralada (TAI)
Peso (g)	644.65 \pm 25.77 ^{ab}	719.43 \pm 22.74 ^a	579.45 \pm 20.39 ^b
Comprimento Total (cm)	31.84 \pm 0.32 ^{ab}	32.94 \pm 0.34 ^a	32.04 \pm 0.10 ^b
Comprimento Padrão (cm)	26.74 \pm 0.29 ^{ab}	27.51 \pm 0.26 ^a	26.39 \pm 0.28 ^b
Profundidade (cm)	9.95 \pm 0.14 ^{ab}	10.27 \pm 0.14 ^a	9.66 \pm 0.13 ^b
pH	7.72 \pm 0.06 ^a	7.81 \pm 0.06 ^a	7.78 \pm 0.06 ^a
Motilidade espermática (%)	89.06 \pm 2.63 ^b	90.32 \pm 1.99 ^b	97.94 \pm 0.70 ^a
Velocidade espermática (cm/s)	0.48 \pm 0.03 ^b	0.63 \pm 0.05 ^a	0.67 \pm 0.05 ^a
Concentração espermática (x10 ⁹ /ml)*	7.76 \pm 1.36 ^a	3.29 \pm 0.71 ^b	3.82 \pm 1.01 ^b

Nota: Letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença significativa (P<0.05).

Tabela 2 – Viabilidade espermática, integridades de membrana, mitocôndria e DNA de espermatozoides criopreservados de três linhagens de tilápias do Nilo, (Médias \pm erro padrão). SUP= Supreme; PA= Premium Aquabel e TAI= Chitralada.

PARÂMETROS	LINHAGENS DE TILÁPIAS		
	Supreme (SUP)	Premium Aquabel (PA)	Chitralada (TAI)
Viabilidade espermática (%)	26.21 \pm 0,68 ^a	7.84 \pm 0,81 ^b	8.96 \pm 0,66 ^b
Integridade de Membrana (%)	86.00 \pm 3.18 ^a	8.92 \pm 0.91 ^b	5.38 \pm 0.74 ^b
Integridade de Mitocôndria (%)	75.90 \pm 2.85 ^a	18.24 \pm 4.24 ^b	16.11 \pm 4.87 ^b
Integridade de DNA (%)	98.35 \pm 0.32 ^b	99.60 \pm 0.21 ^a	14.91 \pm 3.85 ^c

Nota: Letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença significativa (P<0.05).

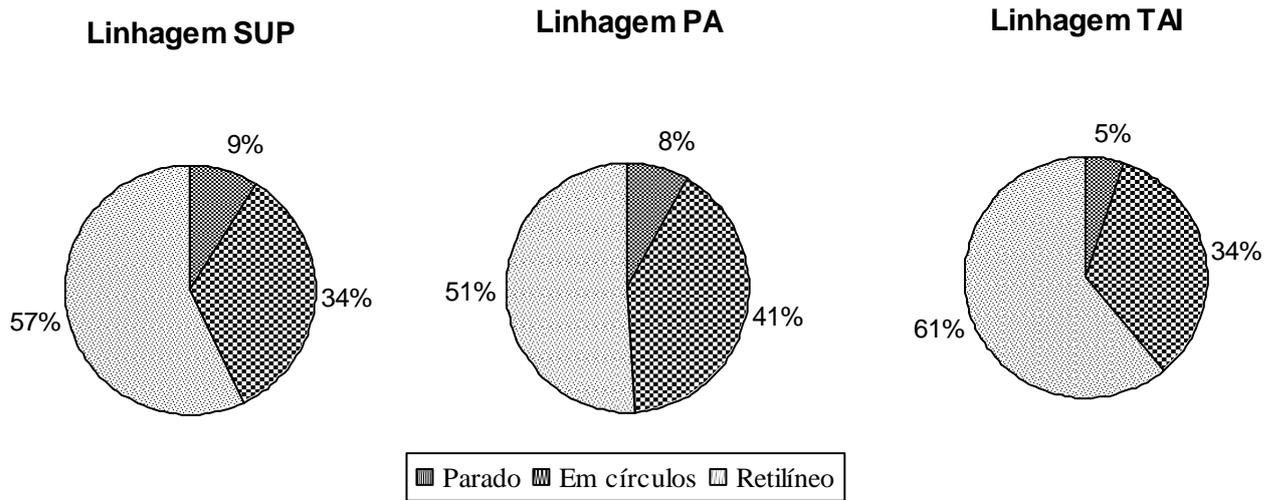


Figura 1 – Tipos de movimentação dos espermatozoides (%) em três linhagens de tilápias do Nilo. SUP= Supreme; PA= Premium Aquabel e TAI= Chitralada.

Tabela 3: Correlações entre os principais parâmetros reprodutivos avaliados antes e após o processo de criopreservação.

Parâmetros	Integridade de DNA	Concentração do sêmen	Motilidade espermática	Integridade de Membrana	Integridade de Mitocôndria	Velocidade espermática
Concentração do sêmen	0.15					
Motilidade espermática	-0.30*	-0.03				
Integridade de Membrana	0.48*	0.31*	-0.14			
Integridade de Mitocôndria	0.40*	0.31*	-0.28*	0.83*		
Velocidade espermática	-0.12	-0.12	0.37*	-0.36*	-0.37*	
Viabilidade espermática	0.31*	0.31*	-0.23	0.90*	0.78*	-0.36*

*P<0.05

**CAPÍTULO II- Desempenho reprodutivo em fêmeas de linhagens de
tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus***

Resumo:

Apesar da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) estar entre os peixes de águas tropicais mais cultivados do mundo para o consumo humano, pouco se sabe sobre variações entre linhagens quanto às suas características reprodutivas, genéticas e produtivas. Isso fez com que surgisse o interesse em avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas de três linhagens de tilápias. Todas estavam representadas em igual proporção (n=225), sendo nomeadas como Supreme (SUP), Premium Aquabel (PA) e Chitralada (TAI). Esses peixes foram cultivados na Estação de Piscicultura Aquabel em Rolândia – PR, de janeiro a março de 2011, com duração de sete semanas. Os resultados obtidos indicaram que a linhagem PA foi estatisticamente superior para todos os parâmetros morfométricos realizados (peso, comprimento total, comprimento padrão e profundidade). Dos parâmetros reprodutivos avaliados, a linhagem PA apresentou diferenças significativas em relação às demais linhagens para número e peso de ovos/fêmea, volume de ovos/desova assim como número de ovos/Kg de peixe. Para a variável porcentagem de fêmeas que não desovaram, as linhagens SUP e TAI diferiram significativamente, tendo a PA mostrado resultados intermediários e sem diferenças significativas em relação às demais linhagens ($P>0.05$). Dos parâmetros reprodutivos avaliados somente a porcentagem de desovas/semana, mais de duas desovas durante as sete semanas e taxa de eclosão é que não foram encontradas nenhuma diferença significativa entre linhagens ($P>0.05$). Quando foi avaliada a média das desovas em ordem cronológica por fêmeas, conforme foram se sucedendo, diferenças significativas entre a primeira e as duas posteriores desovas foram relatadas nos seguintes parâmetros reprodutivos: número de ovos/Kg de peixe, volume de ovos/desova e número e peso de ovos/fêmea. Com o aumento na temperatura da água, maiores porcentagens de desovas por semana foram identificadas. A linhagem PA foi a que melhor respondeu reprodutivamente quando a temperatura foi próxima dos 30°C, como observado na segunda semana de coleta. Avaliando-se o intervalo de desovas de cada linhagem, períodos de 21 dias foram os mais observados em todas as linhagens, tendo a PA mostrado resultados inferiores nesse intervalo. Dessa forma, conclui-se que a linhagem PA foi superior para todos os parâmetros morfométricos avaliados e também superior para a maioria dos parâmetros reprodutivos estudados.

Palavras-chave: Larvicultura. Aquicultura. Reprodução. Desovas. Morfologia. Melhoramento.

1- Introdução

A criação de tilápia no Brasil vem aumentando de forma exponencial, tendo apresentado entre os anos de 2003 e 2009 um crescimento médio superior a 105% (MPA, 2010). Esse aumento na produção deve-se ao fato das espécies possuírem uma alta taxa de crescimento, rusticidade, adaptabilidade a diversas condições de criação no Brasil, além de uma boa aceitação pelo mercado consumidor (TURRA et al., 2010).

A introdução de novas linhagens geneticamente melhoradas de tilápias tem facilitado o aumento de produtividade. Dentre as linhagens mais cultivadas no Brasil registra-se a Chitralada (TAI), introduzida em 1996 (KUBITZA, 2000; LOVSHIN, 2000), Supreme (SUP) introduzida em 2002 (ZIMMERMANN, 2003), além do surgimento de novas linhagens, como a Premium Aquabel (PA) que vem sendo cultivada na Estação de Piscicultura Aquabel há aproximadamente três anos. O estudo e introdução de novas linhagens no Brasil são importantes para se melhorar os ganhos genéticos na tilapicultura, além de serem fundamentais para assegurar o seu futuro (LI et al., 2006).

Diversos estudos vêm sendo conduzidos com tilápias, a fim de selecionar nestes animais características produtivas (PONZONI et al., 2005; FÜLBER et al., 2009), genéticas (MELO et al., 2008; FORTES-SILVA et al., 2010), nutricionais (TSADIK e BART., 2007; NAKAGHI et al., 2009) além de reprodutivas (MATAVELI et al., 2007; BOMBARDELLI et al., 2009). Informações a respeito das características reprodutivas como porcentagem de desovas/semana, intervalo entre desovas, taxa de eclosão dentre outras variáveis são escassas na literatura. Porém, a obtenção de suas estimativas pode ajudar muito na seleção de reprodutores com características mais desejáveis para o que se pretenda selecionar, buscando sempre melhorias no sistema produtivo.

Estudos voltados ao manejo dos reprodutores são importantes, uma vez que problemas como perdas de variabilidade genética em estoques de tilápias vêm sendo constantemente observado (HASSANIEN et al., 2004; POVH et al., 2005; MELO et al., 2006; MOREIRA et al., 2007). Variabilidade essa que é fundamental para a implantação de programas de criação seletiva comerciais, que tem como objetivo principal a produção de peixe com crescimento rápido (MELO et al., 2006). Isso mostra a necessidade de se estabelecer critérios de seleção para garantir a renovação dos plantéis com animais de potencial genético superior, geração após

geração (GRANDA e AGUIRRE, 2007). Esses fatores devem ser constantemente monitorados em tilapiculturas, já que influenciam toda a produção econômica da aquicultura. Para poder acompanhar o crescimento da tilapicultura de forma correta, é fundamental a disponibilidade de ovos, larvas e juvenis em quantidade e com qualidade (LITTLE et al., 1997). Fatores esses que contribuem progressivamente para o desenvolvimento de toda uma cadeia produtiva (MEURER et al., 2005).

Um método que vem sendo bastante utilizado em programas de melhoramento genético em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), principalmente quando a disponibilidade de espaço físico para cultivo dos reprodutores é limitada, é o da seleção massal (TURRA, 2010). Essa técnica consiste em selecionar os indivíduos através de suas características fenotípicas, onde a média populacional de fenótipos considerados superiores, são os escolhidos (FALCONER e MACKAY, 1996). No geral, a maioria das unidades privadas de produção de alevinos de tilápias no Brasil não pratica seleção genética, e quando o fazem, realizam a seleção baseada exclusivamente no desempenho individual.

Com relação às características reprodutivas das diferentes linhagens de tilápias produzidas no Brasil, alguns gargalos de sua produção podem ser observados. Dentre eles, a superpopulação em viveiros é um dos mais importantes, já que fêmeas atingem a maturidade sexual muito precocemente. Fator esse que mesmo sendo indesejável para a maioria dos piscicultores, é necessária para larviculturas comerciais, em que a disponibilidade de alevinos representa uma das condições indispensáveis para o desenvolvimento e intensificação da piscicultura (SANTOS et al., 2007). A partir dessas necessidades, buscou-se selecionar dentre as linhagens trabalhadas, aquela que atenda tanto os requisitos do piscicultor como de larviculturas comerciais. Mas para isso, é necessário definir que tipo de características se pretenda selecionar (REZK et al., 2009). A partir desses resultados é que podem ser escolhidas as linhagens com melhores condições, tanto produtivas como reprodutivas, para se trabalhar num futuro programa de melhoramento.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho reprodutivo de três linhagens de tilápias do Nilo, a fim de poder caracterizar as linhagens mais cultivadas atualmente no Brasil.

2- Material e Métodos

2.1- Condições Experimentais

O presente trabalho foi desenvolvido no período de janeiro a março de 2011 na Estação de Piscicultura Aquabel, localizada no município de Rolândia, Paraná, Brasil. Durante as sete semanas de experimento, os peixes foram alimentados cinco vezes por semana, no período da manhã e da tarde, com ração contendo 24% de proteína bruta. Dois dias antes de cada coleta de ovos, a alimentação foi interrompida para posterior avaliação da maturidade sexual das tilápias, segundo ICLARM, (1998). Essa avaliação se baseia nas características secundárias das fêmeas, sendo elas: abdômen distendido, abertura e/ou coloração da papila genital.

Foram mensuradas a temperatura e oxigênio dissolvido da água diariamente, no início do dia e no final da tarde, como parâmetros de qualidade da água.

2.2- Seleção dos reprodutores

Foram utilizados 225 exemplares de tilápias do Nilo, divididos de forma igual em três linhagens e todos foram identificados com microchips. As linhagens trabalhadas foram: Supreme (SUP), Premium Aquabel (PA) e Chitralada (TAI). Todos os animais são pertencentes ao plantel de reprodutores jovens com um ano de vida, em seu primeiro ano reprodutivo.

Uma semana antes das coletas dos ovos, os animais foram distribuídos aleatoriamente por linhagem em um mesmo tanque com cinco hapas de reprodução (2x3x1m). Concedeu-se esse período para a adaptação dos animais. Em cada hapa, um total de seis machos e quinze fêmeas (1♂:2,5♀) foram alocados para formação das famílias e posterior reprodução natural.

2.3- Desempenho reprodutivo

Sete dias após a estocagem, foram iniciadas as inspeções semanais para verificar a presença de ovos incubados na cavidade oral das fêmeas. Conforme foram sendo detectados ovos na boca, esses animais eram retirados do tanque e os ovos coletados por meio de contrafluxo de água na orofaringe, com auxílio de uma piceta. Os ovos foram coletados do recipiente utilizando uma peneira de 1 mm de abertura de malha e levados ao laboratório da Aquabel, onde foram mensurados dados de volume e peso.

Para melhor manuseio e coletas de dados morfométricos nas fêmeas desovadas, foi utilizado o anestésico óleo de cravo (Eugenol®), na proporção de 2 ml para cada litro de água (MOREIRA, 2010). Após estar anestesiado, procedeu-se a leitura do “microchip”, registrando o peso, comprimento total, comprimento padrão e profundidade. Nessas medições foram utilizados os seguintes equipamentos: ictiômetro (mm), régua (cm) e uma balança eletrônica digital com precisão de 0.1g (TEIXEIRA, 2007).

Como projeto piloto, neste trabalho foi avaliado a taxa de eclosão de cada linhagem, a partir de cinco desovas coletadas no mesmo dia, de cada linhagem. Um alíquota de 5 ml de ovos de cada fêmea desovada/linhagem foram encaminhadas para incubadoras. Todas as desovas de cada linhagem eram homogeneizadas e após um período de 8 dias foram avaliadas suas taxas de eclosão.

2.4- Análise estatística

Os resultados foram expressos em média \pm erro padrão. Após a avaliação da normalidade pelo teste Shapiro-Wilk, os dados que apresentaram distribuição normal (comprimento total, profundidade, mais de duas desovas durante as sete semanas e porcentagem de fêmeas que não desovaram) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com posterior comparação entre as médias utilizando o teste de Tukey. As variáveis que não apresentaram distribuição normal (peso; comprimento padrão; número de desovas/semana; peso e número de ovos/fêmea; volume de ovos/desova; número de ovos/Kg de peixe e taxa de eclosão) foram analisadas pelo teste Kruskal-wallis. Todas as análises foram feitas com o programa Statistix® (STATISTIX, 2008).

3. Resultados

3.1-Temperatura e oxigênio dissolvido

A temperatura da água variou de 24,6 a 30,2°C e os níveis de oxigênio dissolvido variaram de 3,0 a 5,0mg/L, durante as sete semanas de cultivo.

3.2- Temperatura da água X porcentagem de desovas/semana

Analisando em conjunto o percentual de desovas/semana e a temperatura da água, pode-se observar que maiores temperaturas influenciaram a porcentagem de desovas. A linhagem PA respondeu melhor reprodutivamente a temperaturas

próximas a 30°C, como observado na segunda semana de coleta (Figura 1).

3.3- Parâmetros morfométricos

Diferenças significativas foram encontradas entre a linhagem PA e as demais SUP e TAI ($P < 0.05$) para todos os parâmetros avaliados (Tabela 1).

3.4- Parâmetros reprodutivos

Assim como para a morfometria, diferenças estatísticas também foram observadas superioridade da linhagem PA em relação às demais nos seguintes parâmetros reprodutivos: volume de ovos/desova, número e peso de ovos/fêmea além do número de ovos/Kg de peixe. De todos os parâmetros reprodutivos avaliados, somente a porcentagem de desovas/semana, mais de duas desovas durante as sete semanas (%) e taxa de eclosão (%) é que não apresentaram diferenças significativas entre linhagens ($P > 0.05$) (Tabela 1).

Para a variável porcentagem de fêmeas que não desovaram, diferenças significativas foram observadas entre as linhagens SUP e TAI ($P < 0.05$), tendo a SUP apresentado valores maiores para esse parâmetro. A linhagem PA apresentou resultados intermediários e sem diferenças significativas ($P > 0.05$) em relação às demais linhagens.

3.5- Média das desovas em ordem cronológica

Quando se avaliou a média das desovas em ordem cronológica, foi possível observar que conforme o número de desovas aumentaram, os parâmetros reprodutivos: número de ovos/Kg de peixe; número e peso de ovos/fêmea e volume de ovos/desova foram distanciando-se e diferenciando-se estatisticamente entre a primeira e as duas desovas posteriores ($P < 0.05$) (Tabela 2).

3.6- Intervalo entre desovas

Quanto ao intervalo de desovas observadas durante as sete semanas de cultivo nas três linhagens estudadas, o intervalo de 21 dias entre duas desovas sucessivas foi mais frequente (Figura 2). Porém, intervalos de até 14 dias entre desovas, tiveram 18% de frequência na SUP; 19% na PA e 21% na TAI. Intervalos de até 28 dias entre desovas, tiveram frequências de 32% na linhagem PA, 11% na SUP e 10% na TAI.

4- Discussão

Segundo Kubitzka (2000) e Little e Hulata (2000), diversos fatores podem interferir na eficiência reprodutiva de tilápias. A temperatura é considerada um dos mais importantes fatores, já que acima de 24°C têm se verificado, frequência maior de desovas e produção de pós-larvas (KUBITZA, 2000). Da mesma forma, no presente estudo, os resultados obtidos confirmam que em temperaturas próximas a 30°C ocorreram mais desovas nas linhagens PA e TAI. Quanto às taxas de oxigênio dissolvido da água encontradas no presente estudo estão dentro da faixa normal para esta espécie (CYRINO e CONTE, 2006; KUBITZA, 2009).

O intervalo de tempo utilizado entre uma coleta e outra foi adequado para que os animais desovassem de forma satisfatória. Perdas de ovos pelo manuseio não foram detectadas com frequência, sendo quase inexistentes. Isso pode indicar que coletas mais frequentes poderiam estressar os animais e interferir em seu ciclo natural de desova. Apesar disso, sabe-se que quanto menor o intervalo entre coletas, maior número de descendentes uma matriz pode deixar (KUBITZA, 2000). No Brasil, um aspecto importante para a maximização da produtividade em peixes, tem sido selecionar linhagens que respondem bem as condições ambientais específicas (WAGNER et al., 2004). Fator esse de suma importância para adaptação de cada linhagem e que devem ser constantemente monitorados (FITZSIMMONS, 1997).

Mesmo tendo sido realizado igual seleção nas três linhagens, diferenças significativas foram observadas entre elas com relação à morfometria; a linhagem PA foi estatisticamente superior às demais. As linhagens TAI e SUP estão adaptadas às condições ambientais presentes no Paraná (Brasil), aonde vêm sendo cultivadas e aprimoradas geneticamente há vários anos. Isso indica que mesmo a linhagem PA tendo sido desenvolvida no estado do Mato Grosso do Sul (Brasil), onde as temperaturas são mais elevadas em relação ao estado do Paraná, sua adaptação foi positiva. Esse fato também é reforçado quando nas temperaturas próximas a 30°C, os resultados da linhagem PA foram maiores quanto à porcentagem de desovas, respondendo melhor a esta oscilação de temperatura. Como a temperatura da água é um dos fatores que mais influencia a regulação do ciclo reprodutivo (MSISKA e COSTA-PIERCE, 1997; RODRIGUES, 2007), a adaptação das diferentes linhagens a essas diferentes temperaturas, deve ser

constantemente monitorada. Esse controle é importante porque altas temperaturas (33-35°C) reduzem a fecundidade, frequência de desovas e qualidade dos ovos em tilápia do Nilo (LITTLE e HULATA, 2000).

Além da morfometria, a linhagem PA mostrou superioridade para a maioria das variáveis reprodutivas avaliadas. Somente os parâmetros porcentagem de desovas/semana, mais de duas desovas durante as sete semanas e taxa de eclosão não resultaram em diferenças significativas entre as linhagens. Isso sugere que essas variáveis não devem ser usadas como critérios de seleção de diferentes linhagens de tilápias, porque não parecem ser variáveis importantes para distinguir a superioridade reprodutiva de uma linhagem em relação ao outra.

Os reprodutores da linhagem PA também foram superiores em maior volume de ovos/desova e número e peso de ovos/fêmea. Esse fato pode estar relacionado ao tamanho dos animais desta linhagem. Isso está de acordo com Silva et al., (1997) que relata que o número de ovos produzidos por tilápia aumenta de acordo com o tamanho e peso das fêmeas, podendo desovar de 1500 a 5000 ovos (SBRT, 2007). Ainda, segundo Gomez-Marquez et al., (2003) e Komolafe e Arawomo, (2007), o tamanho da fêmea influencia mais do que a idade na fecundidade e no número total de ovos produzidos por desova. No presente estudo, o número máximo de ovos produzidos/Kg de peixe foi de 8322 ovos na linhagem SUP; 8161 ovos na linhagem PA e 8573 ovos na linhagem TAI. Esses valores são maiores que os observados por Silva et al., (1997), em linhagem indefinida, e menores aos observados por Bombardelli et al., (2009) que encontraram na linhagem Chitralada, valores de 9270 ovos/Kg de fêmeas desovada. Isso ilustra uma grande oscilação entre as desovas das diferentes linhagens; o que pode estar relacionado com as condições do cultivo como, por exemplo, a qualidade da água e a quantidade e/ou qualidade da alimentação. Outro fator que pode ter influenciado a oscilação ocorrida na quantidade de ovos, é o intervalo entre as coletas, já que variações do estágio de desenvolvimento dos ovos foram observados.

Uma ocasional falta de desovas foi evidenciada neste trabalho. Isso pode ter ocorrido devido às diferentes respostas comportamentais ao manejo, o que indica que determinadas linhagens são mais suscetíveis ao estresse (SANTOS et al., 2006). Esse comportamento demonstra a grande influência que o estresse do manejo pode causar no desempenho reprodutivo de peixes, podendo até mesmo inibir a desova (CARRAGHER et al. 1989; SMALL, 2004). Nesse caso, pela menor

porcentagem de fêmeas que não desovaram, a linhagem TAI, como observado em outros trabalhos (KUBITZA, 2000; GUPTA e ACOSTA, 2004; SANTOS et al., 2006) pode ser considerada a linhagem que sofre menos estresse ao manuseio. Esta menor resposta ao estresse pode ser resultado da seleção (indireta), já que ela vem sendo utilizada neste sistema de coleta de ovos na boca há muitos anos. Esse fato deve ser levado em consideração na hora de selecionar uma determinada linhagem onde o foco seja, além de desenvolver um animal com bom índice de crescimento, que atenda as necessidades produtivas de larviculturas comerciais de tilápias.

A hipótese sugerida quanto à média das desovas em ordem cronológica nas três linhagens de tilápia do Nilo estudadas é que houve uma progressão nos valores à medida que se foi coletando as desovas, embora não tenha havido diferença entre a segunda e terceira desova. Esses resultados indicam que houve um aumento e depois uma estabilização, o que poderia estar representando uma adaptação as condições de manejo dessa espécie, dentro de um mesmo período reprodutivo.

Entre os intervalos das desovas foi observada diferença entre as linhagens, mesmo tendo concentrado aproximadamente 98% de suas desovas em até 28 dias (Figura 2). Embora tenha sido observado resultados similares nas linhagens SUP e TAI, por outro lado na linhagem PA os resultados foram intermediários de 19 e 45% respectivamente aos 14 e 21 dias, com aumento de 32% aos 28 dias de intervalo entre desovas. Bombardelli et al. (2009) observaram que em torno de 60% das fêmeas de tilápias da linhagem Chitralada, desovaram a cada duas semanas. Essa não uniformidade no intervalo entre desovas pode estar relacionada a diferenças entre as linhagens, conforme indicado por El-Sayed (2006).

Entre linhagens é normal ocorrer dominância de alguns indivíduos sobre outros, prejudicando o seu desempenho reprodutivo (KUBITZA, 2000). Como fêmeas preferem acasalar com animais dominantes (GONÇALVES de FREITAS e FERREIRA, 2004) indicando que conseguem reconhecer a habilidade competitiva dos machos, é possível que machos dominantes monopolizem as fêmeas (COTTON et al., 2006). Caso isso tenha ocorrido neste estudo pode ser que, dependendo da qualidade seminal dos machos, possam ter sido prejudicados os índices reprodutivos das fêmeas por eles dominadas. Almeida et al., (2011) observaram que existem diferenças substanciais quanto a qualidade espermática em três linhagens de tilápias do Nilo (Supreme, Premium Aquabel e Chitralada). Tais qualidades podem garantir o sucesso reprodutivo, contribuindo na fertilização natural ou artificial,

principalmente no processo intra-ovocitário de inicialização do desenvolvimento embrionário (COWARD et al., 2002). Fatores esses que contribuem para a tomada de decisão entre qual linhagem se adapta melhor ao sistema de cultivo e também as necessidades da empresa responsável pela venda de alevinos de tilápias.

Atualmente, a utilização de fêmeas até 600g são mais indicadas para serem utilizadas em larviculturas comerciais, por facilitar a coleta de ovos e por apresentarem valores satisfatórios de fecundidade e qualidade de ovos. Além disso, acima desse peso começam a ocorrer problemas de manejo, demanda maior por espaço físico, aumento no custo de ração além de piorar a qualidade de água pelo maior consumo de oxigênio (MOURA et al., 2011). Isso demonstra que a escolha da linhagem ideal deve ser feita de acordo com que o mercado esta buscando, sempre avaliando as qualidades de cada linhagem para os objetivos estabelecidos. Cada vez mais a seleção adequada de bons reprodutores vem sendo um dos fatores mais importantes no sucesso da larvicultura, conseguindo com isso suprir a demanda do mercado por pós-larvas desta espécie (COWARD et al., 2002; BRUJEL et al., 2007).

Apesar dos resultados da linhagem PA ter sido superior para a maioria dos parâmetros reprodutivos, os critérios utilizados para selecioná-las vão depender dos objetivos estipulados na seleção. Caso seja para produção de ovos, por exemplo, a linhagem PA seria a mais indicada. Porém, se o objetivo for escolher a linhagem que apresenta maior presença de desovas em menos tempo, tanto a linhagem PA como a TAI seriam as indicadas. Por isso é importante realizar essas comparações entre linhagens, na mesma época do ano e nas mesmas condições de cultivo, para poder obter dados confiáveis e não resultados isoladamente com uma única linhagem.

5- Conclusão

A linhagem Premium Aquabel (PA) além dos melhores resultados para todos os parâmetros morfométricos, também foi estatisticamente superior para a maioria dos parâmetros reprodutivos.

Agradecimentos

Este estudo teve o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Brasileiro e Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas. Os autores são gratos ao laboratório ReproPel por

todas as contribuições que deram ao trabalho e também agradecem por todo o suporte oferecido pela Estação de Piscicultura Aquabel.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, D.B.; CALABUIG, C.P.; COSTA, M.A.P.; BASSINI, L.N.; DODE, M.E.B.; MOREIRA, H.L.M. **Velocidade e movimentação de espermatozóides em três linhagens de tilápia**. XIII Encontro de Pós-Graduação da UFPel. Pelotas, RS. 2011.

BHUJEL, R.C.; LITTLE, D.C.; HOSSAIN, A. Reproductive performance and the growth of pre-stunted and normal Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish at varying feeding rates. **Aquaculture**, v.273, p.71–79, 2007.

BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALIM, M.R.M.; SANCHES, E.A.; PIANA, P.A. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-Nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.1391-1399, 2009.

CARRAGHER, J.F.; SUMPTER, J.P.; POTTINGER, T.G.; PICKERING, A.D. The deleterious effect of cortisol implantation on reproductive function in two species of trout *Salmo trutta* L and *Salmo gairdneri* Richardson. **Gen. Comp. Endocrinol.**, v.76, p.310, 1989.

COTTON, S.; SMALL, J.; POMIANKOWSKI, A. Sexual selection and condition-dependent mate preferences. **Curr. Biol.**, v.16, p.755–765, 2006.

COWARD, K.; BROMAGE, N.R.; HIBBITT, O.; PARRINGTON, J. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. **Rev. Fish. Biol. Fisher.**, v.12, p.33-58, 2002.

CYRINO, J.E.; CONTE, L. Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia. In: Cyrino, J.E.P., Urbinati, E.C. (Eds.). **AquaCiência 2004: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, pp.151-171. 2004.

EL-SAYED, A.F.M. Tilapia culture in salt water: environmental requirements, nutritional implications and economic potentials. In: VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. Universidad Autónoma de Nuevo León. **Anais...Monterrey**. Monterrey. 2006.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**, 4ed. Longman, Harlow. 463p. 1996.

FITZSIMMONS, K. Introduction to growth of tilapia. In: **International Symposium on Tilapia in Aquaculture**, 14., Orlando. Tilapia aquaculture: proceeding from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. New York: NRAES Cooperative Extension, pp.129-130, 1997.

FORTES-SILVA, R.; TORRES, R.A.; RIBEIRO-FILHO, O.P.; SCHIAVETTI, V.L.; PEREIRA, M.M.; BASTOS, R.T.; YAMAKI, M.; SARMENTO, J.L.R. Avaliação genética do crescimento de tilápia do Nilo em condições de baixa temperatura. **Zootecnia Trop.**, v.28, p.395-401, 2010.

FÜLBER, V.M.; MENDEZ, L.D.V.; BRACCINI, G.L.; BARRERO, N.M.L.; DIGMEYER, M.; RIBEIRO, R.P. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, p.177-182, 2009.

GÓMEZ-MÁRQUEZ, J.L.; PEÑA-MENDOZA, B.; SALGADO-UGARTE, I.H.; GUZMÁN-ARROYO, M. Reproductive aspects of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, Mexico. **Rev. Biol. Trop.**, v.51, p.221-228, 2003.

GONÇALVES DE FREITAS, E.; FERREIRA, A.C. Female social dominance does not establish mating priority in Nile tilapia. **Rev. Etol.**, v.6, p.33-37, 2004.

GRANDA, M.N.M.; AGUIRRE, M.C.B. La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. **Rev. Colomb. Cien. Pec.**, v.20, p.1, 2007.

GUPTA, M.V.; ACOSTA, B.O. From drawing board to dining table: The success story of the GIFT project. **NAGA - Worldfish Center Quarterly** v.27, p.1-4, 2004

HASSANIEN, H.A.; ELNADY, M.; OBEIDA, A.; ITRIBY, H. Genetic diversity of Nile tilapia populations revealed by randomly amplified polymorphic DNA (RAPD). **Aquac. Res**, v.35, p.587-593, 2004.

ICLARM. **International Center for Living Aquatic Resources Management. Manual on: Genetic Improvement of Farmed Tilapia (GIFT) Research Methodologies.** vol. 1. Revised version. Filipinas, 1998.

KOMOLAFE, O.O.; ARAWOMO, G.A.O. Reproductive strategy of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae) in Opa reservoir, Ile-Ife, Nigeria. **Rev. Biol. Trop.**, v.55, p.595-602, 2007.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** Jundiaí: F. Kubitza, pp.285, 2000.

KUBITZA, F. Produção de tilápias em tanques de terra estratégias avançadas no manejo. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.19, p.14-21, 2009.

Li, S-F.; H, X-J.; H, G-C.; C, W-Q.; D,X-W.; Z,P-Y. Improving growth performance and caudal fin stripe pattern in selected F6-F8 generations of gift Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) using mass selection. **Aquac. Res.**, v.37, p.1165-1171, 2006.

LITTLE, D.C.; TURNER, W.A.; BHUJEL, R.C. Comercialization of a hatchery process to produce MT- treated Nile tilapia in Thailand. In: Simpósio Centro Americano de

Acuicultura, 4., 1997, Honduras. **Anais...Honduras:Sociedade Centro Americana de Acuicultura**, pp.108-118. 1997

LITTLE, D.C.; HULATA, G. Strategies for tilapia seed production. In: BEVERIDGE, M.C.M.; MCANDREW, B.J. (Eds.). **Tilapia: biology and exploitation**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, pp.226-326. 2000.

LOVSHIN, L.L. Tilapia culture in Brazil. In: Costa-Pierce BA, Rakocy JE (Ed.). **Tilapia aquaculture in the Americas**. Louisiana: The World Aquaculture Society v.2, p.133-140, 2000.

MATAVELI, M.; MORAES, G.V.; STREIR JUNIOR, D.P.; VARGAS, L.D.M.; SAKAGUTI, E.S.; TONINATO, J.C.; BARBOSA, R.C.; MERLINI, L. Avaliação da qualidade do sêmen de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada, suplementada com diferentes concentrações de vitamina C. **B. Inst. Pesca.**, v.33, p.1-7, 2007.

MELO, D.C.; OLIVEIRA, D.A.A.; RIBEIRO, L.P.; TEIXEIRA, C.S.; SOUSA, A.B.; COELHO, E.G.A.; CREPALDI, D.V.; TEIXEIRA, E.A. Caracterização genética de seis plantéis comerciais de tilápia (*Oreochromis*) utilizando marcadores microsatélites. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, p.87-93, 2006.

MELO, D.C.; OLIVEIRA, D.A.A.; SEERIG, A.; CARVALHO, D.C. Aplicações práticas de marcadores microsatélites na caracterização genética e identificação de plantéis de tilápia. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.32, p.220-224, 2008.

MEURER, F.; BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; FORNARI, D.C. Grau de moagem dos alimentos em rações para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período de reversão sexual. **Acta Scientiarum**, v.27, p.81-85, 2005.

MOREIRA, A.A.; HILSDORF, A.W.S.; SILVA, J.V.; SOUZA, V.R. Variabilidade genética de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microsatélites. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.42, p.521-526, 2007.

MOREIRA, A.G.L.; TEIXEIRA, E.G.; CARREIRO, C.R.P.; MOREIRA, R.L. Eficácia do eugenol extraído da planta eugenia aromática como anestésico para realização de biometrias em adultos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, p.419-423, 2010.

MOURA, P.S.; MOREIRA, R.L.; TEIXEIRA, E.G.; MOREIRA, A.G.L.; LIMA, F.R.S.; FARIAS, W.R.L. Desenvolvimento larval e influência do peso das fêmeas na fecundidade da tilápia do Nilo. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, v.6, p.531-537, 2011.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA DO BRASIL. 2010 100 p. BRASIL; Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2008 – 2009. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: dez. 2011.

MSISKA, O.V.; COSTA-PIERCE, B.A. Factors affecting spawning success of *Oreochromis Karongae*. **Aquac. Res.**, v.28, p.87–99, 1997.

NAKAGHI, L.S.O.; MOYA, C.F.; DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; ZAIDEN, S.F.; PAES, M.C.F.; MAKINO, L.C. Desempenho de *Oreochromis niloticus* testando diferentes granulometrias de ração de acordo com o desenvolvimento bucal. **Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient.**, v.7, p.415-421, 2009.

PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TAN, S.; KAMARUZZAMAN, H. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.247, p.203-210, 2005.

POVH, J.Á.; MOREIRA, H.L.M.; RIBEIRO, R.P.; PRIOLI, J.Á.; VARGAS, L.; BLANCK, D.V.; GASPARINO, E.; STREIT JR, D.P. Estimativa da variabilidade genética em linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com a técnica de RAPD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, p.1-10, 2005.

REZK, M.A.; PONZONI, R.W.; KHAW, H.L.; KAMEL, E.; DAWOOD, T.; JOHN, G. Selective breeding for increased body weight in a synthetic breed of Egyptian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: Response to selection and genetic parameters. **Aquaculture**, v.293, p.187-194, 2009.

RODRIGUES, E. 2007. **Pesquisa de aeromonas spp. Em tilápia (*Oreochromis niloticus*), cultivada no estado do Rio de Janeiro-Brasil: isolamento, identificação de espécies e avaliação da sensibilidade antimicrobiana.** PhD Thesis. Universidade Feral Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.

SANTOS, V.B.; FREATO, T.A.; FREITAS, R.T.F.; LOGATO, P.V.R. Crescimento morfométrico e alométrico de linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Animal Brasileira**, v.7, p.357-364, 2006.

SANTOS, L.D.; ZARA, R.F.; VISENTAINER, J.V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; FRANCO, M.L.R.S. Avaliação sensorial e rendimento de filés defumados de tilápia (*Oreochromis niloticus* L. 1757) na presença de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Ciênc. Agrotéc.**, v.31, p.406-412, 2007.

SBRT 2007 – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. disponível em: <<http://sbrt.ibicit.br/upload/sbit1615>. > Acessado em: 10/06/07.

SILVA, J.W.B.; TORRES, I.M.; COSTA, H.J.M.S. Número e diâmetro de ovos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, (L., 1766). **Rev. Ciênc. Agron.**, v.28, p.1-4, 1997.

SMALL, B.C. Effect of isoeugenol sedation on plasma cortisol, glucose, and lactate dynamics in channel catfish *Ictalurus punctatus* exposed to three stressors. **Aquaculture**, v.238, p.469-481, 2004.

STATISTIX®. 2008. Statistix® 9 for Windows. Tallahassee, FL, USA.

TEIXEIRA, E.G. 2007. **Adaptação de metodologias de manejo reprodutivo como subsídios para a implantação de um programa de melhoramento genético da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) variedade chitralada no Centro de Pesquisa em Aquicultura-CPA/DNOCS.** MSc Thesis, Universidade Federal do

Ceará, Ceará, Brasil.

TSADIK, G.G.; BART, A.N. Effects of feeding, stocking density and water-flow rate on fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.272, p.380-388, 2007.

TURRA, E.M.; OLIVEIRA, D.A.A.; TEIXEIRA, E.A.; LUZ, R.K.; PRADO, A.S.; MELO, D.C.; FARIA, P.M.C.; SOUSA, A.B. Controle reprodutivo em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de manipulações sexuais e cromossômicas. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.34, p.21-28, 2010.

WAGNER, P.M.; RIBEIRO, R.P.; MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; POVH, J.A. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarium**, v.26, p.187-196, 2004.

ZIMMERMANN, S. Um moderno instrumental genético no melhoramento e na rastreabilidade de tilápias nilóticas. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.13, p.69, 2003.

Tabela 1: Desempenho morfométrico e reprodutivo de três linhagens diferentes de tilápias do Nilo cultivadas durante as sete semanas de coleta

<i>Parâmetros morfométricos</i>	Linhagem de tilápia do Nilo		
	Supreme (SUP)	Premium Aquabel (PA)	Chitralada (TAI)
Peso (g)	435,0±9,0 ^b	524,7±9,9 ^a	430,4±9,3 ^b
Comprimento Total (cm)	29,1±0,2 ^b	31,0±0,2 ^a	29,4±0,2 ^b
Comprimento Padrão (cm)	23,9±0,2 ^b	25,2±0,1 ^a	24,1±0,2 ^b
Profundidade (cm)	8,6±0,1 ^b	9,0±0,1 ^a	8,4±0,1 ^b
<i>Parâmetros Reprodutivos</i>			
Volume de ovos/desova (ml)	12,4±0,4 ^b	17,1±0,6 ^a	13,3±0,4 ^b
Número de ovos/fêmea	1544,6±50,8 ^b	2143,2±76,1 ^a	1658,5±47,4 ^b
Peso de ovos/fêmea (g)	9,9±0,3 ^b	13,7±0,5 ^a	10,7±0,3 ^b
Número de ovos/Kg de peixe	3701,3±0,1 ^b	4259,0±0,2 ^a	4096,6±0,1 ^b
% de fêmeas que não desovaram	23,9±4,9 ^a	15,7±3,4 ^{ab}	8,8±4,2 ^b
% de desovas/Semana	20,3±1,9 ^a	21,8±2,3 ^a	25,7±2,1 ^a
Mais de duas desovas durante as sete semanas (%)	54,5±6,6 ^a	58,9±5,2 ^a	68,8±8,8 ^a
Taxa de eclosão (%)	89,4±6,8 ^a	92,8±7,6 ^a	90,8±6,1 ^a

Nota: Letras diferentes na mesma linha representam diferença significativa (P<0.05). Os valores acima citados são média ± erro padrão.

Tabela 2: Média \pm erro padrão dos parâmetros reprodutivos de tilápias para cada desova.

<i>Parâmetros reprodutivos</i>	Média das desovas em ordem cronológica		
	1 (N=54)	2 (N=113)	3 (N=30)
Número de Ovos/Kg de peixe	3811,7 \pm 0,1 ^b	4275,1 \pm 0,1 ^a	4331,6 \pm 0,3 ^a
Número de Ovos/fêmea	1646,8 \pm 47,3 ^b	1918.4 \pm 61,7 ^a	1970,8 \pm 91,1 ^a
Peso dos Ovos/fêmea (g)	10,6 \pm 0,3 ^b	12,3 \pm 0,4 ^a	12,6 \pm 0,6 ^a
Volume de Ovos/desova (ml)	13,2 \pm 0,4 ^b	15,3 \pm 0,5 ^a	15,8 \pm 0,8 ^a

Nota: Letras diferentes na mesma linha representam diferença significativa (P<0.05).

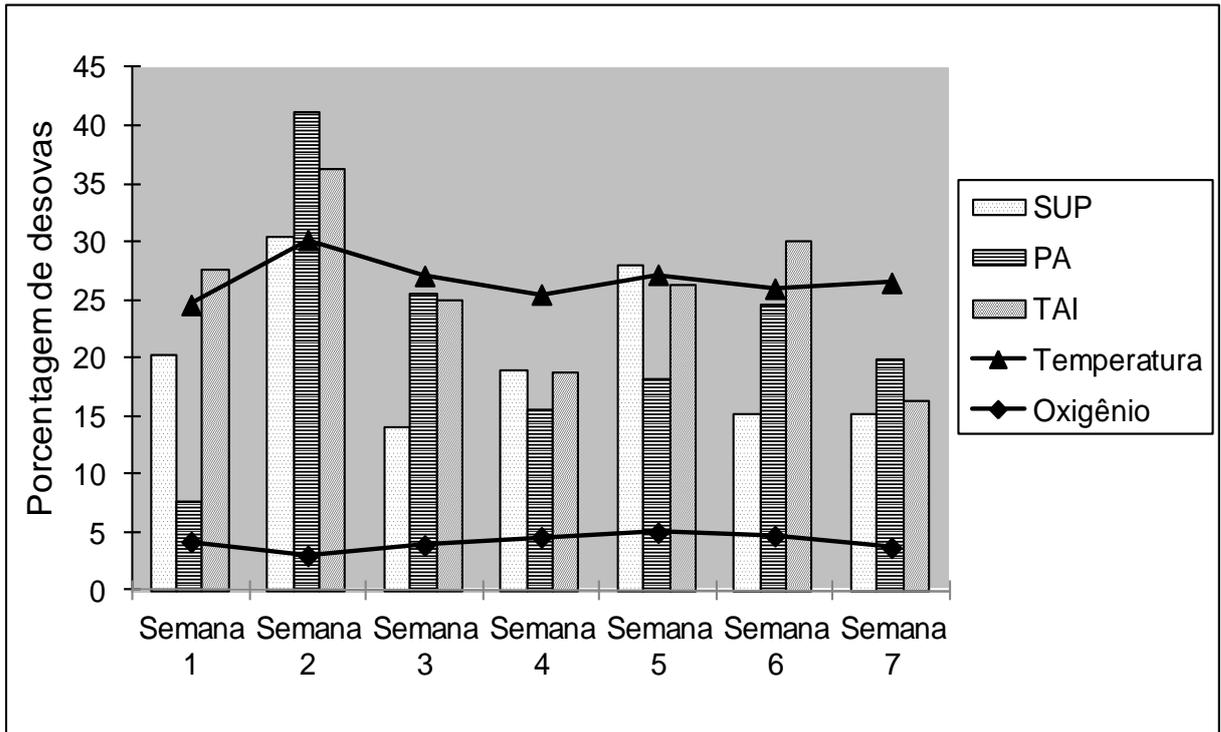


Figura 1: Porcentagem de desovas/semana de três linhagens de tilápias com médias de temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) durante as sete semanas de coleta de ovos. SUP =Supreme; PA = Premium Aquabel; TAI = Chitralada.

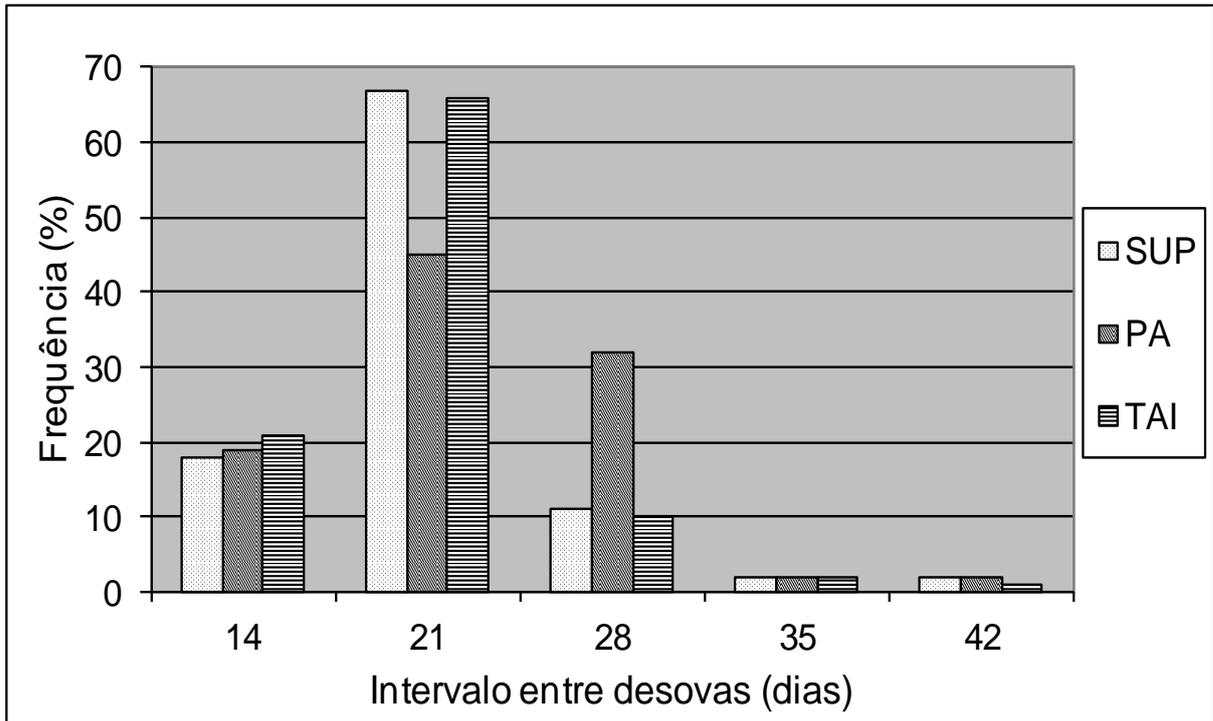


Figura 2: Intervalo entre desovas observadas durante as sete semanas de cultivo de três linhagens de tilápias. SUP =Supreme; PA = Premium Aquabel; TAI = Chitralada.

Considerações Gerais

Este trabalho demonstrou que mesmo se tratando de uma única espécie, diferenças significativas foram encontradas entre as diferentes linhagens existentes em tilápias do Nilo (Supreme, Premium Aquabel e Chitralada). Diferenças essas que são importantes na hora de selecionar parâmetros considerados essenciais, tanto nos machos como nas fêmeas, para a diferenciação entre linhagens.

Quando foram avaliadas as características espermáticas nas tilápias, a linhagem Supreme apresentou médias consideradas superiores para a maioria dos parâmetros estudados.

Para a avaliação reprodutiva das fêmeas de tilápias, a linhagem Premium Aquabel se destacou dentre as demais. Apresentou médias superiores para a maioria das variáveis e se candidatou como uma das mais prováveis linhagens a ser utilizada em futuros programas de melhoramento genético.

Mesmo tendo sido selecionado, tanto nos machos como nas fêmeas, determinadas linhagens com melhores características, é importante definir que tipo de variáveis se pretende selecionar. A partir desta escolha é que podemos identificar, dentre as linhagens trabalhadas, qual melhor se adequaria aos objetivos buscados.

Com esses resultados realizados junto a uma das maiores empresas de vendas de alevinos de tilápias no Brasil, podemos definir critérios de seleção nessa espécie a partir dos resultados do presente trabalho. Avaliações essas que não se tinha até o momento e que passado esse período de comparações e adaptações, podemos iniciar a projeção de um bem estruturado programa de melhoramento genético.

Em se tratando de programas de seleção genética, cada vez mais o mercado está a procura de um diferencial de melhorias que possam identificar características consideradas necessárias para sua implementação. Com isso é possível proporcionar uma piscicultura mais competitiva, promissora e rentável ao país.

Referências Bibliográficas

AIT. Asian Institute of Technology. **Procedimentos para produção de tilápias em hapas**. Bol. Tec. Bangkok, Tailândia. 2003.

APPLEYARD, S.A.; RENWICK, J.M.; MATHER, P.B. Individual heterozygosity levels and relative growth performance in *Oreochromis niloticus* (L.) cultured under Fijian conditions. **Aquac. Res.**, v.32, p.287-296, 2001.

BARDACH, J.; RYTHER, J.; MCLRNAEY, W. **Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce**. AGT editores S.A. México. 288-315 p. 1986.

BENTSEN, H. B.; EKNATH, A. E.; VERA, M. S. P.; DANTING, J. C.; BOLIVAR, H. L.; REYES, R. A.; DIONISIO, E. E.; LONGALONG, F. M.; CIRCA, A. V.; TAYAMEN, M. M.; GJERD, B. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v.160, p.145-173, 1998.

BILLARD, R. Artificial Insemination. In: **Fish Physiology of Reproduction**. Endinburgh, London, Melbourne and New York, 1990. v. 4, Chapter 9, p. 870-887.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA WM; MEURER F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1391-1396, 2001.

BROOKS, S.; TYLER, C. R.; SUMPTER, J. P. Egg quality in fish: what makes a good egg? **Rev. Fish. Biol. Fish.**,v.7, p.387-416, 1997.

CARDOSO, E.L.; FERREIRA, R.M.A. **Cultivo de peixes em tanques-rede: desafios e oportunidades para um desenvolvimento sustentável**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2005. 104 p.

CYRINO, J.E.; CONTE, L. 2004. Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia. InCyrino, J.E.P., Urbinati, E.C. (Eds.). **AquaCiência 2004: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, cap.12, pp.151-171.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nation. Fisheries and Aquaculture Departament. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/>>. Acesso em: 28 dez. 2008.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nation. Statistical databases. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: fev. 2010.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important aquaculture species of the 21 century. In: Fitzsimmons K, Carvalho Filho J (Ed.). *Proceedings from the fifth international symposium on tilapia aquaculture*. Rio de Janeiro: **Panorama da aquacultura Magazine**, p.3-8, 2000.

GUPTA, M.V.; ACOSTA, B.O.; DUNHAM, R.; GARDINER, P.R. 2001. Fish Genetics Research at the International Center for Living Aquatic Resources Management, p.

97-102. In M.V. Gupta and B.O. Acosta (eds.) **Fish genetics research in member countries and institutions of the International Network on Genetics in Aquaculture**. ICLARM Conf. Proc., 64, 279 p.

HOLT, W.V. e VAN LOOK, K.J. Concepts in sperm heterogeneity, sperm selection and sperm competition as biological foundations for laboratory tests of semen quality. **Reproduction**, v.127,p. 527–535, 2004.

JEYENDRAN, R.S.; VAN DER VEN, H.H.; PEREZ-PELAEZ, M.; CRABO, B.G.; ZANEVELD, L.J.D. Development of an assay to assess the functional integrity of the human sperm membrane and its relationship to other semen characteristics. **J. Reprod. Fertil.**, v.70,p.219-228, 1984.

KUBITZA, F. 2011. **Status of tilapia production in Brazil**. In Aquaculture for a Changing World, Natal, Rio Grande do Norte: World Aquaculture Society pp. 598.

LAHNSTEINER, F. Semen cryopreservation in the salmonidae and in the northern pike. **Aquac. Res.**, v.31, p.245-258, 2000.

LEONHARDT, J.H.; CAETANO FILHO, M.; FROSSARD, H.; MORENO AM. Características morfométricas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.27,p.125-132, 2006.

LI, S-F.; H, X-J.; H, G-C.; C, W-Q.; D,X-W.; Z,P-Y. Improving growth performance and caudal fin stripe pattern in selected F6-F8 generations of gift Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) using mass selection. **Aquac. Res.**, v.37, p.1165-1171, 2006.

MACARANAS, J.M.; MATHER, P.B.; LAN, S.N.; VEREIVALU, T.; LAGIBALAVU, M.; CAPRA, M.F. Genotype and environment: A comparative evaluation of four tilapia stocks in Fiji. **Aquaculture**, v.150, p.11-24, 1997.

MALUWA, A.O.; B. GJERDE. Estimates of the strain additive, maternal, and heterosis genetic effects for harvest body weight of an F2 generation of *Oreochromis shiranus*. **Aquaculture**, v.259, p.38–46, 2006.

MELO, D.C.; OLIVEIRA, D.A.A.; RIBEIRO, L.P.; TEIXEIRA, C.S.; SOUSA, A.B.; COELHO, E.G.A.; CREPALDI, D.V.; TEIXEIRA, E.A. Caracterização genética de seis plantéis comerciais de tilápia (*Oreochromis*) utilizando marcadores microsatélites. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, p. 87-93, 2006.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA DO BRASIL. 2010 100 p. BRASIL; Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2008 – 2009. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: dez. 2011.

MOREIRA, H.L.M. **Structural analysis of populations and genetic diversity of broodfish stocks of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) estimated by microsatellite**. PhD Thesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil,1999.

MOREIRA, A.A.; MOREIRA, H.L.M.; HILSDORF, A.W.S. Comparative growth performance of two Nile tilapia (Chitralada and Red-Stirling), their crosses and the Israeli tetra hybrid ND 56. **Aquac. Res.**, v.36, p.1049-1055, 2005.

NANDLAL, S.; PICKERING, T. 2004. **Tilapia fish farming in Pacific Island countries**. Volume 2. Tilapia grow -out in ponds. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community 13 Uganda Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries. 2005. Aquaculture Technical manual, Volume 1

NEUMANN, E. **Características do desenvolvimento inicial de duas linhagens de tilápia, *Oreochromis niloticus* e uma linhagem híbrida de *Oreochromis* sp.** 63f. Dissertação em Aquicultura- Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista de Jaboticabal, 2004.

OSURE, G.O.; PHELPS, R.P. Evaluation of reproductive performance and early growth four strains Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) with different histories of domestication. **Aquaculture**, v.253, p.485-494, 2006.

PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratameto**. Ed EDUEM, Maringá, 2 ed, 305pp, 2002.

PEREIRA, T.S. **Suplementação de selênio orgânico em dietas de reprodutores de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 67f. Dissertação em Aquicultura- Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista de Jaboticabal, 2009.

PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TAN, S.; KAMARUZZAMAN, H. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.247, p.203-210, 2005.

ROUTRAY, P.; VERMA, D.K.; SARKAR, S.K.; SARANGI, N. Recent advances in carp seed production and milt cryopreservation. **Fish. Physiol. Biochem.**, v.33, p.413-427, 2007.

RURANGWA, E.; KIME, D.E.; OLLEVIER, F.; NASH, J.P. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. **Aquaculture**, v.234, p.1-28, 2004.

RUTTEN, M.J.M.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L). **Aquaculture**, v.246, p.125-132, 2005.

SALGUEIRO, C.C.M.; NUNES, J.F. Estudo de características testiculares e espermáticas de caprinos e ovinos. **Ver. Bras. Reprod. Anim.**, v.23,p. 231-232, 1999.

SANTOS, L.D.; ZARA, R.F.; VISENTAINER, J.V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; FRANCO, M.L.R.S. Avaliação sensorial e rendimento de filés defumados de tilápia (*Oreochromis niloticus* L. 1757) na presença de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Ciênc. Agrotéc.**, v.31, p.406-412, 2007.

TACHIBANA, L.; CASTAGNOLLI, N.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; VALLE, JB.; SIQUEIRA, M.R. Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Acta Scientiarum. Animal Sciences.**, v.26, p.305-311, 2004.

TOLEDO-FILHO, S. A.; ALMEIDA TOLEDO, L. F.; FORESTI, F.; CALCAGNOTTO, D; FONTELES SANTOS, S. B. A.; BENARDINO, G. **Programas genéticos de seleção, hibridação e endocruzamento aplicados à piscicultura.** Cadernos de Ictiogenética, CCS/usp 1998;4: 56.

TOTH, G.P.; CIERESZKO, A.; CHRIST, S.A.; DABROWSKI, K. Objective analysis of sperm motility in the lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*: activation and inhibition conditions. **Aquaculture**, v.154, p. 337-348, 1997.

TURNER, G.F.; ROBINSON, R.L. Reproductive biology, mating systems and parental care. In: BEVERIDGE, M.C.M.; MCANDREW, B.J. (Eds.) **Tilapias: biology and exploitation.** London: Kluwer Academic Publishers, 2000. p.33-58.

VIEIRA, V. P.; RIBEIRO, R.P.; MOREIRA, H.L.M.; POVH, J.Á.; VARGAS. L.; BARRERO, N.M.L. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em Maringá-PR. **Revista Acadêmica**, v.3, p.19-26, 2005.

WAGNER, P.M.; RIBEIRO, R.P.; MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; POVH, J.A. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum**, v. 26, p. 187-196, 2004.

ZIMMERMANN, S. Artificial incubation: a technique that permits the production of genetically superior Nile tilapia. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 9, p.15-21, 1999.

ZIMMERMANN, S. Um moderno instrumental genético no melhoramento e na rastreabilidade de tilápias nilóticas. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.13, p.69, 2003.