**DESEMPENHO de alevinos de tilápia do Nilo provenientes de matrizes alimentadas com nucleotídeos sintéticos**

**Bruna Machiavelli1\*; Robie Allan Bombardelii2; Elenice Souza dos Reis Goes3.**

[1bruhmachiavellil@hotmail.com](mailto:1bruhmachiavellil@hotmail.com). Oceanóloga/FURG. [2rabombardelli@gmail.com](mailto:2rabombardelli@gmail.com). Doutor em zootecnia/UEM. [3elenicesreis@yahoo.com.br](mailto:3elenicesreis@yahoo.com.br) . Doutora em Ciência de Alimentos/UEM.

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), provenientes de matrizes alimentados com rações suplementadas com nucleotídeos sintéticos. Foram utilizadas 2.400 larvas em um período de 30 dias, alimentadas com ração comercial, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado composto por seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela alimentação das matrizes com rações contendo 28% de proteína digestível, 2.800 kcal de energia digestível e, suplementada com 0,00; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00%, além de um tratamento com ração contendo 32% de proteína digestível, 3.200 de energia digestível, sem suplementação com nucleotídeos. A alimentação das matrizes não influenciou (p>0,05) o desempenho zootécnico dos alevinos. Conclui-se que a suplementação dietética de nucleotídeos sintéticos para matrizes de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)não interferem no crescimento das proles.

**Palavras-chave**: aditivo; alevino; crescimento.

**ABSTRAT**

The objective of this work was to evaluate the zootechnical performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry from broodstock fed with diets supplemented with synthetic nucleotides. A total of 2,400 larvae were used in a period of 30 days, fed with commercial feed, distributed in a completely randomized design with six treatments and four replicates. The treatments were constituted by feeding the broodstock with diets containing 28% of digestible protein, 2,800 kcal of digestible energy and supplemented with 0.00; 0.25; 0.50; 0.75 and 1.00%, in addition to a treatment with feed containing 32% of digestible protein, 3,200 of digestible energy, without supplementation with nucleotides. Feeding of the broodstock did not influence (p> 0.05) the zootechnical performance of the fry. It is concluded that dietary supplementation of synthetic nucleotides for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock does not interfere in the growth of the offspring.

**Key words**: additive; fry; growth.

1. **INTRODUÇÃO**

O crescimento da aquicultura tem como responsável à produção de peixes de água doce, tendo contribuído em média 44% para o aumento mundial da produção nos anos de 2013-2015 (FAO 2016).

No Brasil a aquicultura produziu um total de 574.164 toneladas de pescado em 2015, sendo a maior parte oriunda da criação de peixes. A principal espécie produzida é a tilápia do Nilo, representando 45,5% do total da produção nacional (IBGE 2015).

A tilápia se destaca por apresentar características ideais para o sistema de cultivo, como rápido crescimento, rusticidade, carne de qualidade, sendo muito bem aceita no mercado, além de sua boa conversão alimentar (RIGHETTI et al., 2011).

No entanto, alguns problemas são relacionados à criação de tilápia, como doenças parasitárias e bacterianas, sendo cada vez mais ocorrentes com a intensificação dos sistemas de cultivo nos últimos anos (SHELTON e POPMA, 2006; WATANABE et al., 2002).

À medida que aumenta a demanda pelo mercado consumidor, novas estratégias são necessárias para atender o setor produtivo e melhorar a rentabilidade através de métodos desenvolvidos para acelerar o crescimento, melhorar o sistema imunológico e a utilização da ração pelos animais (WATANABE et al., 2002).

Estudos ressaltam a importância da nutrição de reprodutores para melhorar o desenvolvimento produtivo das espécies cultivadas (COWARD e BROMAGE, 2000). Demonstrando que as condições nutricionais dos reprodutores, especialmente das fêmeas, interferem na composição dos ovos, que por sua vez influenciam diretamente o desenvolvimento larval (ISQUIERDO et al., 2001; EL-SAYED et al., 2003; OSURE e PHELPS, 2006).

Nos últimos anos, estudos tem indicado a utilização de nucleotídeos como suplementos em dietas de peixes, atribuindo a este composto benefícios para o crescimento (XU et al., 2015), resistência ao estresse (WELKER et al., 2011) e respostas imunes (PENG et al., 2013). Ainda, em casos de maior demanda de nucleotídeos pelo organismo, a suplementação dietética tem sido benéfica, uma vez que a síntese de nucleotídeos pode não ser suficiente (CARVER e WALKER, 1995; TAHMASEBI-KOHYANI et al., 2012; YAGHOBI et al., 2015).

Os nucleotídeos tradicionalmente foram considerados nutrientes não essenciais (LI et al., 2007), entretanto em condições estressantes, como rápido crescimento ou alguma infecção causada por agentes patológicos, a síntese de nucleotídeos pode tornar-se limitante e a suplementação através da dieta pode melhorar o desempenho e a função imunológica dos animais (BURRELLS et al., 2001a, 2001b; CARVER e WALKER, 1995; COSGROVE, 1998; LI et al., 2005). Sendo então classificados nessas circunstancias como "semi-essenciais" ou "nutrição condicional" (VANBUREN et al., 1994; COSGROVE, 1998).

Os nucleotídeos possui a função de precursores dos ácidos nucléicos, fonte de energia, coenzimas e reguladores fisiológicos (LERNER e SHAMIR, 2000) e a deficiência deste composto pode causar diminuição na atividade fagocítica, na produção de linfócitos ou inibição da maturação (PAUBERT-BRAQUET et al., 1992).

Embora diversos estudos com animais tenham demostrado que a suplementação de nucleotídeos comerciais na aquicultura aumenta o crescimento, respostas imunes e resistência ao estresse oxidativo (HOSSAIN et al., 2016), e até mesmo a morfologia intestinal (CHENG et al., 2011), as mesmas informações para reprodutores e prole não existem.

Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo provenientes de reprodutores alimentados com a suplementação de nucleotídeos na ração, a fim de contribuir para o desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura, especialmente tratando-se da nutrição de reprodutores e qualidade da prole.

# 2- MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia da Reprodução de Animais Aquáticos Cultiváveis (LATRAAC) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

Os reprodutores foram condicionados à dieta experimental com nucleotídeos no período de outubro de 2016 à abril de 2017. Foram utilizados 720 animais, sendo 240 machos e 480 fêmeas alojados separadamente em 24 hapas para as fêmeas e 24 hapas para os machos, distribuídas aleatoriamente em dois viveiros escavados (20 m × 10 m).

As matrizes e os reprodutores foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado composto por seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela alimentação das matrizes com rações contendo 28% de proteína digestível, 2.800 kcal de energia digestível e, suplementada com 0,00; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00%, além de um tratamento com ração contendo 32% de proteína digestível, 3.200 de energia digestível, sem suplementação com nucleotídeos. Foi considerada uma unidade experimental uma hapa contendo 20 fêmeas e 10 machos em acasalamento.

Posteriormente a reprodução, os ovos coletados da boca das fêmeas foram submetidos à incubação artificial em incubadoras com capacidade para 3L de água, confeccionadas em PVC, com fundo cego e redondo, com entrada e saída de água individual. A temperatura da água do sistema de incubação foi mantida entre 26 e 27 Cº.

Após eclosão dos ovos, 2.400 larvas com cinco dias de idade e peso aproximado de 100 mg, foram distribuídas em 24 aquários de 60 litros em delineamento experimental inteiramente casualizado, idêntico ao utilizado para as matrizes. Contudo, nos ensaios de crescimento das proles, foi considerado como unidade experimental, um aquário de 60L contendo 100 larvas provenientes de matrizes alimentadas com as diferentes rações. As proles foram alimentadas por 30 dias com com ração comercial contendo 42% de proteína bruta, 4.200 kcal de energia bruta e 60mg de 17α-metil-testosterona/kg.

Diariamente, pela manhã e a tarde foi mensurada a temperatura, por meio de um termômetro de mercúrio, de máxima e mínima, com precisão de ±1ºC. A temperatura da água apresentou valores médios de 26,4±0,9 Cº, com valores mínimos e máximos de 24,7 Cº e 28,3 Cº, respectivamente.

Semanalmente foram mensurados nos aquários, em horários pré-determinados, os teores de oxigênio dissolvido e o pH da água, ambos às 16:00 horas. A concentração média de oxigênio dissolvido na água durante o período experimental foi de 8,2 ±0,08 mg/L e os valores médios de pH da água foram 7,5±0,20.

Os aquários foram sifonadas diariamente, para retirar as fezes e dos restos de ração não ingeridas. As proles foram alimentadas até a saciedade aparente e o arraçoamento executado seis vezes ao dia (08h00min; 10h00min; 12h00min; 14h00min; 16h00min e 18h00min).

Após 30 dias foram coletadas 30 larvas de cada aquário, as quais foram anestesiadas por dose letal com benzocaína (250 mg/L.), para posterior avaliação dos parâmetros zootécnicos de peso médio final, comprimento padrão médio final, comprimento total médio final (cm), taxa de crescimento específico e fator de condição. Ainda, foi mensurada a taxa de sobrevivência, a partir da contagem do número total de larvas vivas em cada unidade experimental.

Os dados obtidos foram, inicialmente, submetidos a análise de variância (ANOVA), e havendo efeitos dos tratamentos, os dados seriam submetidos à analise de regressão, ambas à um nível de 5% de probabilidade.

# 3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados sugerem que as rações fornecidas às matrizes não influenciaram (p>0,05) o desempenho zootécnico das proles, ao longo dos primeiros 30 dias de vida (Tabela 1). Apesar dos possíveis efeitos benéficos dos nucleotídeos sobre a saúde dos animais (CHENG et al.,2011), trabalhos anteriores sugerem que a alimentação das matrizes não exercem efeito direto sobre o crescimento das proles (GUNASEKERA et al.,1996).

Tabela 1. Parâmetros de desempenho zootécnico de pós-larvas provenientes de matrizes de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)alimentadas com rações contendo diferentes níveis de suplementação de nucleotídeos sintético (Média±Desvio Padrão).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variáveis | Inclusão do aditivo | | | | | | |
| 28PD | | | | | 32PD |  |
| 0,00 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 0,00 | p |
| PMI | 0,014±0,00 | 0,015±0,00 | 0,013±0,00 | 0,015±0,00 | 0,014±0,00 | 0,012±0,00 | 0,20 |
| PMF | 0,71±0,09 | 0,72±0,01 | 0,74±0,06 | 0,82±0,06 | 0,71±0,05 | 0,72±0,04 | 0,24 |
| CP | 2,47±0,12 | 2,44±0,05 | 2,45±0,10 | 2,62±0,08 | 2,44±0,08 | 2,44±0,05 | 0,14 |
| CT | 3,15±0,17 | 3,11±0,07 | 3,17±0,09 | 3,35±0,09 | 3,13±0,08 | 3,12±0,05 | 0,06 |
| FC | 2,26±0,06 | 2,40±0,17 | 2,33±0,32 | 2,18±0,10 | 2,30±0,12 | 2,35±0,16 | 0,76 |
| GPM | 0,69±0,09 | 0,70±0,02 | 0,72±0,06 | 0,80±0,06 | 0,69±0,05 | 0,70±0,04 | 0,23 |
| TCE(%) | 5,94±0,15 | 5,86±0,05 | 6,09±0,06 | 5,98±0,21 | 6,03±0,37 | 6,26±0,08 | 0,25 |
| SOB(%) | 95,62±2,57 | 90,93±6,21 | 93,75±6,90 | 98,31±1,03 | 96,56±3,68 | 94,37±1,87 | 0,40 |

PMI=Peso médio inicial (g); PMF=Peso médio final (g); CP=Comprimento padrão (cm); CT=Comprimento total (cm); FC=Fator de condição; GPM=Ganho de peso médio (g); TCE=Taxa de crescimento especifico (% ao dia); SOB= Sobrevivência (%).

Apesar da ausência de efeito das rações fornecidas às matrizes sobre o desempenho da prole, os alevinos provenientes de fêmeas alimentadas com rações contendo 0,75% de nucleotídeos apresentaram um maior comprimento total à um nível de significância de 6% (Tabela 1). Ainda, os demais parâmetros de desempenho zootécnico permaneceram dentro dos padrões da espécies e para a fase de criação.

De modo geral, a nutrição das matrizes interfere no desempenho reprodutivo e é importante para o desenvolvimento e a qualidade da prole. Alguns estudos demostram a importância do equilíbrio entre proteína e energia em dietas de peixe (BOMFIM et al., 2005; COTAN et al., 2006; PIEDRAS et al., 2006; ALI et al., 2008). Além das proteínas, outros componentes nutricionais também podem influenciar a qualidade da prole.

A influência da nutrição de matrizes sob o desempenho da prole pode ser causada por processos fisiológicos (NAVAS et al., 1998) relacionados com a produção e incorporação de vitelogenina nos oócitos (COWARD et al., 2002). O saco vitelino é a principal fonte nutricional das larvas durante seus primeiros dias de desenvolvimento, disponibilizando elementos importantes para a formação de moléculas (VASSALO-AGIUS et al., 2001) e atuando também como fonte de energia (TYLER e SUMPTER, 1996)..

Os estudos sobre a nutrição de reprodutores de peixe, que se concentram em períodos mais longos de desenvolvimento da prole, como pós-larvas ou juvenis, são inda muito restritos. De acordo com Sink e Lochman (2008), matrizes de *Ictalurus punctatus* alimentadas com uma dieta contendo 4 e 10% de lipídios, não observaram nenhum efeito sobre o crescimento da prole até 37 dias de desenvolvimento.

A adição de nucleotídeos na dieta de matrizes de tilápia pode influenciar o desempenho da prole, porém é necessário avaliar o nível de inclusão e período experimental. Ainda não é consistente a influencia dos nucleotídeos sintéticos em peixes, principalmente relacionando o desempenho de larvas provenientes de matrizes alimentadas com nucleotídeos.

Estudos com diversas espécies de peixes indicam que nucleotídeos sintéticos podem ter efeitos benéficos, dependendo da composição, o nível de incorporação ou o estágio de peixe, causando assim efeito positivo ou negativo sobre o crescimento e o consumo de ração (TACON e COOKE 1980; CHOUDHURYA et al., 2005; OLIVA-TELES et al., 2006; LI et al., 2007).

Atualmente, informação sobre dieta nutricional de matrizes alimentadas com nucleotídeos e a qualidade da prole gerada não está disponível para a tilápia e outras espécies. Portanto o presente estudo pode auxiliar futuras pesquisas relacionadas aos efeitos potenciais de nucleotídeos em dietas para peixes.

**4- CONCLUSÃO**

De modo geral, conclui-se que a suplementação de nucleotídeos sintéticos nas rações fornecidas para as matrizes de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) não interferem no desempenho zootécnico das proles. Por outro lado, se for considerado uma significância de até 6%, os alevinos provenientes de fêmeas alimentadas com rações contendo 0,75% de suplementação de nucleotídeos apresentaram maior comprimento total, aos 35 dias de vida.

# 5- AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio (Processo no 429239/2016-5; Processo no 311658/2016-4).

# 6- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALI, B.A.; AL-OGAILY, S.M.; AL-ASGAH, N.A. et al. Effect of feeding different protein to energy (P⁄ E) ratios on the growth performance and body composition of *Oreochromis niloticus* fingerlings. **Journal of Applied Ichthyology**, v.24, p.31-37, 2008.

BURRELLS, C.; WILLIAMS, P.D.; FORNO, P.F. Dietary nucleotides: a novel supplement in fish feeds: 1. Effects on resistance to disease in salmonoids. **Aquaculture**, v.199, p.159–169, 2001a.

BURRELLS, C.; WILLIAMS, P.D.; SOUTHGATE, P.J.; WADSWORTH, S.L. Dietary nucleotides: a novel supplement in fish feeds 2. Effects on vaccination, salt water transfer, growth rates and physiology of Atlantic salmon (*Salmo salar L.).* **Aquaculture**, v.199, p.171-184, 2001b.

BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; SERAFINI, M.A. et al. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de Curimbatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1795-1806, 2005.

CARVER, Jane D.; WALKER, W. Allan. The role of nucleotides in human nutrition. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.6, n.2, p.58-72, 1995.

CHOUDHURYA D, PAL AK, SAHUA NP, KUMAR S, DAS SS, MUKHERJEE SC. Dietary yeast RNA supplementation reduces mortality by Aeromonas hydrophila in rohu (Labeo rohita L.) juveniles. **Fish & Shellfish Immunology**, v.19, n.3, p.281-291, 2005.

CHENG, Z., BUENTELLO, A., GATLIN, D.M., 3RD. Dietary nucleotides influence immune responses and intestinal morphology of red drum *Sciaenops ocellatus*.  **Fish & shellfish immunology**, v.30, n.1, p.143-147, 2011.

COSGROVE, M. Nucleotides. **Nutrition**, v.14, n.10, p.748-751, 1998.

COTAN, J.L.V.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D. et al. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambiú. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.634-640, 2006.

COWARD, K.; BROMAGE, N. R. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.10, n.1, p.1-25, 2000.

COWARD, K.; BROMAGE, N.R.; HIBBITT, O. et al. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.12, p.33-58, 2002.

EL-SAYED, A.F.M.; MANSOUR, C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v.220, n.1, p.619-632, 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2016. The State of World Fisheries And Aquaculture. Roma.

GUNASEKERA, R.M.; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Influenceofproteincontent of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.146, p.245-259, 1996.

HOSSAIN, M. S.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M.; YOKOYAMA, S.; SONY, N. M. Dietary nucleotide administration influences growth, immune responses and oxidative stress resistance of juvenile red sea bream (*Pagrus major*).  **Aquaculture**, v.455, p.41-49, 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2015.

ISQUIERDO, M.S.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, v.197, n.1, p.25-42, 2001.

LERNER, A.; SHAMIR, R. Nucleotides in infant nutrition: a must or an option. **Israel Medical Association Journal (IMAJ)**, v.2, n.10, p.772-774, 2000.

LI, P., BURR, G.S.; GOFF, J.; WHITEMAN, K.W.; DAVIS, K.B.; VEGA, R.R.; NEILL,W.H.; GATLIN III, D.M. A preliminary study on the effects of dietary supplementation of brewers yeast and nucleotides, singularly or in combination, on juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Aquaculture Research**, v. 36, n. 11, p. 1120-1127, 2005.

LI, P.; GATLIN, D.M.; 3RD, NEILL, W.H. Dietary supplementation of a purified nucleotide mixture transiently enhanced growth and feed utilization of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.38, n 2, p.281-286, 2007.

NAVAS, J.M.; MANÃNOS, E.; THRUSH, M. et al. Effect of dietary lipid composition on vitellogenin,17b-estradiol and gonadotropin plasma levels and spawning performance in captive sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, v.165, p.65-79, 1998.

OLIVA-TELES A.; GUEDES M.J.; VACHOT C.; KAUSHIK S.J. The effect of nucleic acids on growth, ureagenesis and nitrogen excretion of gilthead sea bream *Sparus aurata* juveniles. **Aquaculture**, v.253, n.1, p.608-617, 2006.

OSURE, G.O.; PHELPS, R.P. Evaluation of reproductive performance and early growth of four strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with different histories of domestication. **Aquaculture**, v.253, n.1, p.485-494, 2006.

PAUBERT-BRAQUET, M.; HEDEF, N.; PICQUOT, S.; DUPONT, C. Quantification of nucleotides in human milk and their effects on cytokine production by murine fibroblasts, J774A1 macrophages and human monocytes. **Foods, Nutrition and Immunity: Effect of Dairy and Fermented Milk Products**, p.22-34, 1992.

PENG, M.; XU, W.; AI, Q.; MAI, K.; LIUFU, Z.; ZHANG, K. Effects of nucleotide supplementation on growth, immune responses and intestinal morphology in juvenile turbot fed diets with graded levels of soybean meal (*Scophthalmus maximus L.*). **Aquaculture**, v.392, p.51-58, 2013.

PIEDRAS, S.R.N.; POUEY, J.L.O.F.; MORAES, P.R.R. et al. Resposta de alevinos de jundiá (*Rhamdia sp.*) alimentados com diferentes níveis de proteína bruta e energia digestível. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p.217-220, 2006.

RIGHETTI, J. S.; FURUYA, W. M.; CONEJERO, C. I.; GRACIANO, T. S.; VIDAL, L. V. O.; MICHELLATO, M. Redução da proteína em dietas para tilápias-do-nilo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal.  **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v.40, n.3, p.469-476, 2011.

SINK, T.D.; LOCHMAN, R.T. Effects of dietary lipid source and concentration on channel catfish(*Ictalurus punctatus*) egg biochemical composition, egg and fry production, and egg and fry quality. **Aquaculture**, v.283, p.68-76, 2008.

SHELTON, W. L.; POPMA, T. J. Tilapia Biology. **Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition. Lim CE, Webster CD, Eds. Haworth Press: Binghamton, NY, USA**, p.1-49, 2006.

TACON A.G.J.; COOKE D.J.  Nutritional value of dietary nucleic acids to trout. **Nutrition Reports International**, v.22, n.5, p.631-640, 1980.

TAHMASEBI-KOHYANI, A.; KEYVANSHOKOOH, S.; NEMATOLLAHI, A.; MAHMOUDI, N.; PASHA-ZANOOSI, H. Effects of dietary nucleotides supplementation on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance and acute stress response. **Fish Physiology and Biochemistry, Amsterdam**, v. 38, n. 2, p. 431-440, 2012.

TYLER, C.R.; SUMPTER, J.P. Oocyte growth and development in teleosts. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.6, p.287-318, 1996.

VANBUREN, C.T.; KULKARNI, A.D.; RUDOLPH, F.B. The role of nucleotides in adult nutrition. **The Journal of nutrition**, v. 124, n.1, p. 160-164, 1994.

VASSALO-AGIUS, R.; WATANABE, T.; YOSHIZAKI, G. et al.  Quality of eggs and spermatozoa of rainbow trout fed an n‐3 essential fatty acid‐deficient diet and its effects on the lipid and fatty acid components of eggs, semen and livers. **Fisheries Science**, v.67, n.5, p.818-827, 2001.

WATANABE, W.O.; LOSORDE, T.M.;FITZSIMMONS, K.; HANLEY, F. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. **Reviews in fisheries science**, v.10, n.3-4, p.465-498, 2002.

WELKER, T. L.; LIM, C.; YILDIRIM‐AKSOY, M.; KLESIUS, P. H. Effects of dietary supplementation of a purified nucleotide mixture on immune function and disease and stress resistance in channel catfish, Ictalurus punctatus. **Aquaculture Research**, v.42, n.12, p.1878-1889, 2011.

XU, LI.; RAN, C.; HE, SUXU, HE et al. Effects of dietary yeast nucleotides on growth, non-specific immunity, intestine growth and intestinal microbiota of juvenile hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis aureus*. **Animal Nutrition**, v.1, n.3, p.244-251, 2015.

YAGHOBI, M.; PAYKAN, H.; DORAFSHAN, S.; MAHMOUDI, N. Serum Biochemica Changes and Acute Stress Responses of the Endangered Iridescent Catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) Supplied with Dietary Nucleotide. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.17, n.5, p. 1161-1170, 2015.