

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TROPICAL**

**AQUAPONIA: PRODUÇÃO DE CAPIM FLORALTA E AMENDOIM
FORRAGEIRO INTEGRADO À PRODUÇÃO DE TAMBAQUI**

TATIANE DE SOUSA CRUZ

**ARAGUAÍNA – TO
2018**

TATIANE DE SOUSA CRUZ

**Aquaponia: Produção de capim Floralta e amendoim forrageiro
integrado à produção de tabaqui**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

**Área de concentração: Produção Animal
Linha de pesquisa: Relação Solo x Plana x Animal.**

**Orientador: Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos
Co orientador: Prof. Dr. Wallace Henrique de Oliveira**

**ARAGUAÍNA – TO
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

C957a Cruz, Tatiane de Sousa.

Aquaponia: Produção de capim Floralta e amendoim forrageiro integrado à produção de tabaqui . / Tatiane de Sousa Cruz. – Araguaína, TO, 2018.

33 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciência Animal Tropical, 2018.

Orientador: Antonio Clementino Santos

Coorientador: Wallace Henrique Oliveira

1. Avaliação agronômica. 2. Arachis pintoi. 3 . Colossoma macropomum. 4. Hemarthria altissima. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Aquaponia: Produção de capim Floralta e amendoim forrageiro
integrado à produção de tabaqui**

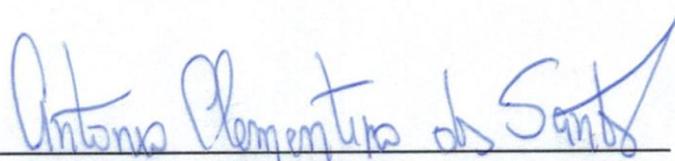
por

Tatiane de Sousa Cruz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do
Tocantins, como requisito parcial para obtenção do título
de Mestre.

Aprovado em: 16 de fevereiro de 2018

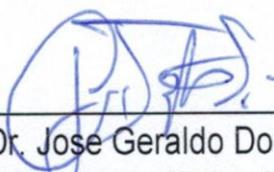
BANCA AVALIADORA:



Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos
Orientador



Prof. Dr. Wallace Henrique de Oliveira
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr. Jose Geraldo Donizetti dos Santos
Universidade Federal do Tocantins

E você aprende que realmente pode suportar...

*Que realmente é forte,
e que pode ir muito mais longe
depois de pensar que não se pode mais.”*

William Shakespeare

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo.

A Família pelo apoio: Eva de Sousa, Antônio do Livramento, Marcelo de Sousa, Cássia de Sousa e Gilsane Lima.

Aos colegas e amigos do grupo de solos, pela aprendizagem: Rubson Costa, Robson Costa, Hugo Mariano, Amanda Reis, Luam Fernandes, Marcio Odilom, Thiago Barbalho.

Amigos da turma, pela boa convivência: Leide Karla, Andersom Ricardo, Jeferson Rodrigues, Samea Cabral, Igor Patrik, Josimar e Silvana Luna.

Amigos pela ajuda no experimento: Saulo Henrique, Roberta, Thayne Lemos, Lucas Thayrone, Marcos Eloi, Caio Oliveira, Luís Paulo Rezende.

Aos técnicos pelo apoio nas análises: Lucas, Klezion, Adriano.

Aos meus orientadores: Antonio Clementino, Wallace Henrique e José Geraldo.

Aos Professores: Luciano Fernandes e Vera Lúcia, Hugo.

A Nayara Alencar e Otacílio Silveira, pelos incontáveis conselhos, e impagável ajuda que me deram.

Aos Santos Edelson Sousa e Carla Fonseca, pela ajuda e parceria na condução do experimento.

Ao meu namorado Guilherme Octávio, pela parceria e ajuda nos dias difíceis.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
INTRODUÇÃO GERAL.....	6
REFERÊNCIAS.....	7
CAPÍTULO 1	9
QUALIDADE DA ÁGUA E DESEMPENHO DE TAMBAQUI EM PRODUÇÃO INTEGRADA AO CULTIVO DE CAPIM FLORALTA E AMENDOIM FORRAGEIRO.....	9
INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÕES.....	17
REFERÊNCIAS.....	18
CAPÍTULO 2	21
PRODUÇÃO DE CAPIM FLORALTA E AMENDOIM FORRAGEIRO INTEGRADO A VIVEIROS DE TAMBAQUI	21
INTRODUÇÃO	22
MATERIAL E MÉTODOS	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS.....	30

RESUMO

AQUAPONIA: PRODUÇÃO DE CAPIM FLORALTA E AMENDOIM FORRAGEIRO INTEGRADO À PRODUÇÃO DE TAMBAQUI

Objetivou-se avaliar o desempenho de tambaquis (*Colossoma macropomum*), qualidade da água, produção do capim Floralta (*Hemarthria altíssima*, cv. Floralta) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em sistema aquaponico de produção. O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Cada unidade foi constituída por um tanque de 1 m³ interligado a uma unidade hidropônica de 0,2 m², em sistema de recirculação de água. Os tratamentos foram constituídos por unidades cujo sistema hidropônico foi utilizado no cultivo do capim Floralta, amendoim forrageiro, capim Floralta consorciado ao amendoim forrageiro, e sem vegetal. Os tanques foram povoados por juvenis de tambaqui estocado a uma taxa de lotação de 25 peixes.m⁻³. As plantas forrageiras foram cultivadas por propagação vegetativa, e durante o período experimental tiveram a água do viveiro de tambaqui como única fonte de nutrientes (sem calagem e/ou adubação). Avaliou-se parâmetros de desempenho de tambaqui (peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), variáveis físico-químicas da água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, alcalinidade e amônia total) e produção vegetal (massa verde, massa seca, componentes: folha, colmo, material morto e raiz, relação folha: colmo e relação parte aérea: raiz) em quatro ciclos de cultivo. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparou-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância. Não houve diferença para o desempenho animal ($p > 0,005$). Verificou-se variações nos parâmetros de qualidade da água ao longo dos ciclos ($p < 0,01$), entretanto não difeririam entre tratamentos. Maior produção agrônômica foi obtido pelo capim Floralta solteiro e consorciado ($p < 0,01$). Conclui-se que a utilização de capim Floralta, amendoim forrageiro, Floralta consorciado com amendoim forrageiro cultivados em sistema hidropônico, integrado a produção de tambaqui, em sistema fechado de recirculação de água, não influencia dos parâmetros de desempenho de tambaqui e nem na qualidade da água. Nas condições do estudo, maior produção vegetal pode ser obtida com a utilização do capim Floralta, e a produção dele não é afetada pelo consorcio com amendoim forrageiro, mas o cultivo em consórcio é prejudicial a produção do amendoim.

Palavras-chave: Avaliação agrônômica; *Arachis pintoi*; *Colossoma macropomum*; Desempenho animal; *Hemarthria altíssima*; Qualidade da água

ABSTRACT

AQUAPONICS: PRODUCTION OF FLORALTA GRASS AND FORAGE PEANUT INTEGRATED TO THE PRODUCTION OF TAMBAQUI

The objective of this study was to evaluate the performance of tambaquis (*Colossoma macropomum*), water quality, production of the Floralta grass (*Hemarthria altissima*, cv. Floralta) and forage peanut (*Arachis pinto*) in an aquaponic production system. The study was conducted in a completely randomized design with four treatments and four replicates. Each unit consisted of a 1.0 m³ tank interconnected to a hydroponic unit of 0.2 m², in a water recirculation system. The treatments were constituted by units whose hydroponic system was used in the cultivation of the Floralta grass, forage peanut, Floralta grass intercropped with forage peanut, and without plant. The tanks were populated by juveniles of tambaqui stocked at a stocking rate of 25 fish m⁻³. The forage plants were cultivated by vegetative propagation, and tambaqui nursery water was the only source of nutrients (without liming and / or fertilization) during the experimental period. Tambaqui performance parameters (mean weight, weight gain (temperature, dissolved oxygen, pH, conductivity, alkalinity and total ammonia) and plant production (green mass, dry mass, components: leaf, stem, dead material and root, leaf: stem ratio and shoot ratio: root) in four crop cycles. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% of significance. There was no difference in animal performance ($p > 0.005$). Variations in water quality parameters were observed throughout the cycles ($p < 0.01$), however they did not differ between treatments. Larger agronomic production was obtained by the single and intercropped Floralta grass ($p < 0.01$). It was concluded that the use of Floralta grass, forage peanut, Floralta intercropped with forage peanut cultivated in a hydroponic system, integrated in the tambaqui production and in a closed water recirculation system, did not influence the performance parameters of tambaqui, nor the quality of water. Under the conditions of the study, greater plant production can be obtained with the use of the Floralta grass, and its production is not affected by the consortium with forage peanut, but the cultivation in a consortium is detrimental to the peanut production.

Keywords: Agronomic evaluation; *Arachis pinto*; *Colossoma macropomum*; animal performance; *Hemarthria altissima*; water quality

INTRODUÇÃO GERAL

O aumento na produção e na quantidade de unidades aquícolas e conseqüentemente a produção de dejetos lançados no meio ambiente, muitas vezes sem nenhum tratamento, ocasionou a crescente preocupação com o risco de contaminação da água (HUNDLEY; NAVARRO, 2013).

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente esses despejos devem ser tratados antes de serem lançados nos corpos hídricos (BRASIL, 2011), e ainda obedecer a padrões de qualidade da água estabelecidos por normativa (BRASIL, 2005).

Os processos de tratamento de água podem ser onerosos e ineficientes, pois ocasionam perda dos nutrientes dissolvidos na água (ZOU et al., 2016). Esses nutrientes são provenientes da ração não consumida pelos peixes, das fezes dos animais e no próprio material utilizado na adubação dos viveiros.

Esses nutrientes são potencialmente poluidores da água, pois causam eutrofização dos corpos receptores, entretanto, podem ser aproveitados para produção vegetal, por exemplo, a integração aquicultura e agricultura, na forma de irrigação de culturas.

Embora a solução não seja capaz de satisfazer todas as exigências da planta, se considerado a quantidade de nutrientes disponíveis, é possível estimar a quantidade a ser suplementado, e assim e assim, diminuir a demanda por adubos para uma cultura (CARNEIRO et al., 2015).

Outro uso e tratamento alternativo do efluente para produção vegetal é a aquaponia (HUNDLEY; NAVARRO, 2013). Aquaponia é a integração de aquicultura e hidroponia. Nesse sistema a água que flui do viveiro de criação dos peixes é utilizada na irrigação do vegetal, cultivado em sistema hidropônico.

Ao absorver e utilizar esses nutrientes dissolvidos, a planta beneficia o cultivo dos peixes, pois a água retorna aos viveiros com menor carga desses compostos, isso garante o reuso da água por tempo prolongado e os dois sistemas se beneficiam dessa integração (HUNDLEY e NAVARRO, 2013).

A aquaponia tem um grande potencial para tratamento de resíduos ricos em nitrogênio, tem como vantagem produzir simultaneamente peixes e vegetais, enquanto economiza a água. Também elimina as desvantagens com o custo de

tratamento dos efluentes da aquicultura e diminui o custo com soluções de nutrientes em hidroponia (WONGKIEW et al., 2017).

É uma alternativa sustentável de produção de alimentos, que preconiza o uso eficiente da água e o aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados para produção vegetal, em um processo de reciclagem (HUNDLEY et al., 2013; HUNDLEY e NAVARRO, 2013; LOVE et al., 2014; CARNEIRO et al., 2015; MEDINA et al., 2016).

Acredita-se que sejam necessários estudos com espécies de plantas e peixes que permitam maior eficiência no tratamento de água, conseqüentemente manutenção dos parâmetros de qualidade da água necessários ao bom desempenho animal e também maior produção vegetal.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 357. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.53, p.58-63, 18 de março, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 430. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.92, p.89, 16 de maio, 2011.

CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, N. A.; NUNES, M. U. C. FUGIMOTO, R. Y. Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W.S. **Aquicultura no Brasil: Novas perspectivas**. São Carlos, Editora Pedro e João, 2015.

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: A integração entre piscicultura e a hidroponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2., p.52-61, dez. 2013. DOI:10.21206/rbas.v3i2.218

HUNDLEY, G. M. C.; NAVARRO, R. D.; FIGUEIREDO, C. M. G.; NAVARRO, F. K. S. P.; PEREIRA, M. M.; RIBEIRO FILHO, O. P.; SEIXAS FILHO, J. T.

Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de

manjericão (*Origanum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de aquaponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v.3, n.1, p.51-55, jul. 2013. DOI: 10.21206/rbas.v3i1.188.

LOVE, D. C.; FRY, J. P.; GENELLO, L.; HILL, E. S.; FREDERICK, J. A.; LI X.; SEMMENS, K. An International Survey of Aquaponics Practitioners. **International Survey of Aquaponics**. v.9, n.7, jul. 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0102662.

MEDINA, M.; JAYACHANDRAN, K.; MAHADEV G. BHAT, M. G.; DEORAJ, A. Assessing plant growth, water quality and economic effects from application of a plant-based aquafeed in a recirculating aquaponic system. **Aquaculture Internacional**. v.24, n.1, p.415-427, fev. 2016. DOI: 10.1007/s10499-015-9934-3

WONGKIEW, S.; HU, Z.; CHANDRAN, K.; LEE, J. W.; KHANAL, S. K. Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review. **Aquacultural Engineering**. v.76, p.9-19, jan. 2017. DOI:10.1016/j.aquaeng.2017.01.004

ZOU, Y.; HU, Z.; ZHANG, J.; XIE, H.; LIANG, S.; WANG, J.; YAN, R. Attempts to improve nitrogen utilization efficiency of aquaponics through nitrifies addition and filler gradation. **Environmental Science and Pollution Research**. v.23, n.7, p.6671-6679, abr. 2016. DOI: 10.1007/s11356-015-5898-0

CAPÍTULO 1

QUALIDADE DA ÁGUA E DESEMPENHO DE TAMBAQUI EM PRODUÇÃO INTEGRADA AO CULTIVO DE CAPIM FLORALTA E AMENDOIM FORRAGEIRO

RESUMO: Objetivou-se avaliar a qualidade da água e o desempenho de tambaqui (*Colossoma macropomum*) produzidos em sistema de recirculação de água, integrado a produção de capim Floralta (*Hemarthria altíssima* cv. Floralta), amendoim forrageiro (*Arachis pinto*). O estudo foi conduzido de junho a outubro de 2017, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um viveiro de 1,0 m³ interligados a um sistema hidropônico de 0,2 m². Os tratamentos foram constituídos por unidades cujo sistema hidropônico foi utilizado no cultivo do capim Floralta, amendoim forrageiro, consorcio de Floralta com amendoim forrageiro, e sem vegetal, apenas sistema de recirculação de água. Juvenis de tambaqui foram distribuídos a uma taxa de lotação de 25 peixes m⁻³, que corresponde a 0,1 kg m⁻³ de biomassa inicial. Avaliou-se parâmetros de desempenho de tambaqui (ganho de peso e conversão alimentar) e variáveis físico-químicas da água (pH, temperatura, condutividade, alcalinidade, oxigênio dissolvido e amônia total). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Verificou-se variações nos parâmetros de qualidade da água ao longo dos meses de cultivo, mas não observou-se diferença entre tratamentos ($p > 0,05$). Não houve diferença para os parâmetros de desempenho animal avaliados. Conclui-se que a qualidade da água e o desempenho de tambaqui cultivados em sistema integrado à produção das forrageiras, possuem os mesmos valores médios e desempenho.

Palavras-chave: Aquaponia; *Arachis pinto*; *Colossoma macropomum*; Conversão Alimentar; Eficiência Proteica; *Hemarthria altíssima*.

WATER QUALITY AND PERFORMANCE OF TAMBAQUI IN PRODUCTION INTEGRATED TO FLORALTA GLASS AND FORAGE PEANUT CULTIVATION

ABSTRAT: The objective of this study was to evaluate the water quality and performance of tambaqui (*Colossoma macropomum*) produced in a water recirculation system, integrated with the production of Floralta grass (*Hemarthria altíssima* cv. Floranta), forage peanut (*Arachis pinto*). The study was conducted from June to October 2017, in a completely randomized design, with four treatments and four replications. Each experimental unit consisted of a nursery of 1.0 m³ interconnected to a hydroponic system of 0.2 m². The treatments were constituted by units whose hydroponic system was used in the cultivation of Floralta grass, forage peanut, Floralta consortium with forage peanut, and without plant, only water recirculation system. Tambaqui juveniles were distributed at a stocking rate of 25 m⁻³ fish, corresponding to 0.1 kg m⁻³ of initial biomass. The parameters of tambaqui performance (weight gain and feed conversion) and physical-chemical variables of water (pH, temperature, conductivity, alkalinity, dissolved oxygen and total ammonia) were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey

test at 5% of significance. There were variations in water quality parameters during the growing months, but no difference between treatments ($p > 0.05$) was observed. There was no difference for the animal performance parameters evaluated. It is concluded that the water quality and the performance of tambaqui cultivated in an integrated system for the production of forages, have the same average values and performance.

Palavras-chave: Aquaponic; *Arachis pintoii*; *Colossoma macropomum*; Food conversion; *Hemarthria altissima*; Protein Efficacy

INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um conjunto de parâmetros físico-químicos e biológicos que interagem entre si e juntos propiciam o ambiente de cultivo de peixes, que pode ser favorável, ou não, à saúde e o desempenho produtivo de peixes.

Por tanto o estabelecimento e manutenção de parâmetros de qualidade da água dentro dos valores e limites aceitáveis para o bem-estar dos peixes é um fator imprescindível na produção aquícola.

Em sistemas aquapônicos a equilíbrio das características da água pode estabelecer os limites biológicos para a produção sustentável. (YILDIZ et al., 2017). Para isso, a espécie vegetal utilizada no sistema deve propiciar a manutenção dos parâmetros de qualidade da água dentro dos padrões preconizados para a produção aquícola e com isso, maior biomassa final de peixes é produzida (HUNDLEY; NAVARRO, 2013).

A utilização de vegetal na filtragem da água de cultivo de peixes, pode diminuir a concentração de nutrientes como amônia e fósforo. Elevados teores de amônia podem ser tóxicos para peixes, enquanto o fósforo, juntamente com a amônia, propicia o aumento de cianofíceas, que além de competirem por oxigênio dissolvido na água, tão necessário a produção de peixes, também produzem toxinas prejudiciais aos animais (MULLER et al. 2012).

Outro fator a ser analisado é a espécie de peixe a ser produzido nesse sistema integrado, é importante considerar alguns fatores na escolha da espécie, como a densidade de estocagem, disponibilidade de alevinos e preferência do mercado consumidor (CARNEIRO, et al., 2015).

Deve-se considerar que estudos com espécies nativas de peixes em sistema aquaponico são escassos, mas necessários para a propagação do cultivo de espécies potencialmente produtivas. O Tambaqui é a segunda espécie mais

produzida no Brasil e a principal espécie produzida no Tocantins (PEDROZA FILHO et al., 2014). Possivelmente em função da facilidade de obtenção de alevinos e por possuir uma carne apreciada pelos consumidores da região.

Nesse contexto de qualidade da água e produtividade de peixes em aquaponia, objetivou-se avaliar a qualidade da água e o desempenho produtivo de tambaquis (*Colossoma macropomum*), produzidos em sistema de recirculação de água, aquaponia, integrado à produção de capim Floralta (*Hemarthria altíssima*) e amendoim forrageiro (*Arachis pinto*).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal do Tocantins, campus de Araguaína, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, no período de junho a outubro de 2017, em casa de vegetação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram caracterizados por sistemas hidropônicos em que foram cultivados: capim Floralta (*Hemarthria altíssima*); amendoim forrageiro (*Arachis pinto*); o consórcio de capim Floralta com amendoim forrageiro; controle (sem vegetal, apenas sistema de recirculação de água).

Cada unidade experimental foi composta pelo conjunto integrado aquicultura e hidroponia. Utilizou-se tanques de 1 m³, em cada tanque foi instalado uma bomba submersa, com capacidade de bombeamento de 520 litros hora⁻¹, interligada a uma unidade hidropônica, com área de 0,2 m².

No sistema de bombeamento, entre o viveiro e o sistema hidropônico, foi instalado um extravasor, para diminuir a vazão de água que fluía para o sistema hidropônico, manter a taxa de recirculação de água em 20 % do volume total por hora, e também serviu para oxigenar a água do tanque dos peixes.

Em cada unidade hidropônica foi instalado um sistema de escoamento de PVC, construído para controle da altura da lâmina d'água e o tempo de esgotamento, para devolver a água para o viveiro de criação. Assim instituiu-se um sistema de recirculação de água, cujo a água fluía do viveiro de cultivo de peixes para o cultivo hidropônico e retornava para o viveiro.

Cada unidade hidropônica foi preenchida com resíduo de telha cerâmica, um substrato inerte, utilizado como área para proliferação de bactérias nitrificantes e de suporte para o crescimento radicular das plantas.

Utilizou-se 400 juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) distribuídos a uma taxa de lotação de 25 peixes por m⁻³. Os animais foram submetidos à pesagem inicial e repetiu-se o procedimento aos 60 e 120 dias de cultivo, para obtenção dos dados de desempenho.

Durante o período, os peixes foram alimentados com ração extrusada, com teores de 35% de proteína bruta até 60 dias de cultivo e 32% de proteína bruta dos 60 aos 120 dias de cultivo, conforme recomendação de Lima et al. (2016). Controlou-se a quantidade de ração ofertada através de observações do comportamento dos animais em busca de alimento durante dez minutos. Foram ofertadas duas refeições diárias, às 08:00 e às 16:00 horas (SOUZA et al., 2014), registrou-se o consumo de ração diariamente.

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins, protocolo número 5810/2016-95. Os animais foram mantidos em tanques sem renovação de água, apenas com reposição semanal de perdas por evaporação e evapotranspiração, em sistema fechado de recirculação de água, com taxa de recirculação média de 20% do volume de água total por hora, isso representou 4,8 reciclagens do volume total diariamente. A vazão do sistema de bombeamento foi ajustada semanalmente, para manter a mesma taxa em todas as unidades experimentais.

Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados semanalmente, no início da manhã e no final da tarde, para parâmetros de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade da água, através dos equipamentos termômetro e potenciômetro, oxímetro e condutivímetro digital (*Hanna Instruments*). Também foram medidos semanalmente, a alcalinidade da água por titulação (EMBRAPA, 2005) e amônia total por colorimetria, leitura em espectrofotômetro.

O capim Floralta e o amendoim forrageiro foram cultivados no sistema hidropônico por propagação vegetativa, quinze dias após o povoamento dos tanques. Durante todo o período experimental, a água de cultivo dos peixes foi a única fonte de nutrientes, sem adubação e correção.

As variáveis de desempenho produtivo avaliadas foram: Peso médio = peso dos peixes (g); Ganho de peso médio = peso médio inicial – peso médio final (g);

Biomassa = peso médio x número de peixes (kg m⁻³); Ganho de biomassa = biomassa final – biomassa inicial (kg). E as variáveis de consumo foram: Consumo aparente de ração = ração fornecida ao lote (kg); Consumo de ração por peixe = ração fornecida/número de peixes (g); Conversão alimentar (g/g) = consumo de ração/ganho de peso.

Os dados de qualidade da água e de desempenho animal foram submetidos a teste de normalidade e posterior análise de variância. Para os dados de qualidade da água considerou-se os fatores período (manhã e tarde) e o tempo (quatro meses). Todas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água registrados (Tabela 1) atenderam os valores preconizados para a produção de peixes: oxigênio dissolvido > 5 mgL⁻¹; amônia total < 0,5 mgL⁻¹; alcalinidade total 30 a 250 mg L⁻¹; condutividade elétrica < 2 Sm⁻¹; (OSTRENSKY; BOEGER, 1998; MOREIRA, 2001).

Tabela 1: Parâmetros de qualidade da água em viveiros de tambaqui (*Colossoma macropomum*) produzidos em sistema de recirculação de água, integrado ao cultivo hidropônico do capim Floralta - *Hemarthria altíssima*, amendoim forrageiro - *Arachis pintoi*, consórcio de capim Floralta e amendoim, e controle, ao longo dos meses de cultivo.

Período	Meses				Médias	CV%	DMS	P _{valor}
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro				
Temperatura (°C)								
Manhã	24,74	25,59	25,52	26,20	25,51 B	1,08	0,11	<0,0001
Tarde	29,17	28,96	30,60	30,79	29,88 A			
Médias	26,96 d	27,28 c	28,06 b	28,50 a	27,70			
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)								
Manhã	6,31	6,57	6,31	5,06	6,06 A	0,67	0,67	0,2931
Tarde	7,01	6,98	7,49	5,41	6,72 A			
Médias	6,66 a	6,78 a	6,90 a	5,23 b	6,52			
pH								
Manhã	6,08	6,07	6,42	6,26	6,21 B	2,59	0,68	< 0,0001
Tarde	8,64	8,61	8,96	8,03	8,56 A			
Médias	7,36 b	7,34 b	7,86 a	7,15 c	7,38			
Condutividade elétrica (Sm ⁻¹)								
Manhã	0,025	0,045	0,046	0,103	0,055 B	12,58	0,003	0,0003
Tarde	0,030	0,048	0,058	0,104	0,060 A			
Médias	0,027c	0,046b	0,052 b	0,104 a	0,057			
Alcalinidade Total (mg L ⁻¹)								
Manhã	39,44	53,03	69,78	83,72	61,49 B	13,53	3,05	< 0,0001
Tarde	60,06	60,53	51,37	88,54	65,12 A			
Médias	49,75c	56,78b	60,58b	86,13 a	63,31			

Onde: CV%: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

Médias seguidas por letras distintas, minúsculo nas linhas e maiúsculo nas colunas, diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível a 0,05 de significância.

Não houve efeito dos tratamentos nos parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e alcalinidade ($p = 0,855; 0,4737; 0,9378; 0,1218; 0,200$; respectivamente).

Os parâmetros de qualidade da água variaram em função dos períodos matutino e vespertino ($p < 0,05$), conseqüente à elevação da temperatura da água. A temperatura é um parâmetro de influência em todos os demais parâmetros estudados e no desempenho de peixes (heterotermas), entretanto, o tambaqui é uma espécie tropical, pode ser cultivado em temperaturas de até a 30°C (GOMES et al., 2013).

Na maioria dos sistemas de criação de peixes verifica-se menor nível de oxigênio dissolvido na água no início na manhã, em resultado do aumento no consumo de oxigênio pelo fitoplâncton no período noturno (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Esse decréscimo não foi verificado no presente estudo, possivelmente em virtude da oxigenação artificial, fornecida pelo extravasor, do sistema de bombeamento do viveiro, e pelo sistema de escoamento do sistema hidropônico.

Observou-se menor nível de oxigênio dissolvido no final do estudo, mesmo assim, com valores satisfatórios, pois níveis acima de 5 mg L⁻¹ não comprometem o desempenho de peixes (MOREIRA, 2001). Dentre os fatores que podem afetar os níveis de oxigênio dissolvidos na água pode-se citar a temperatura e a salinidade, medida através da condutividade elétrica da água. Observou-se valores crescentes para esses parâmetros em função dos meses de estudo, além da temperatura, a deposição de matéria orgânica também ocasiona aumento na salinidade da água.

Enquanto a temperatura média da água foi crescente durante os meses de cultivo, com amplitude média de 4°C em função do dia, o pH da água não manteve esse modelo, apresentou menor amplitude em função do dia e tornou-se levemente ácido no período matutino, no final do período experimental, abaixo do preconizado, de 6,4 a 9, para a maioria das espécies (BOYD; TUKER, 1998).

Os valores registrados de pH não comprometeram o desempenho da espécie, natural da bacia amazônica que pode ser encontrada em regiões com pH ácido (GOMES et al., 2013; MENDONÇA et al., 2012). Mesmo quando produzida em sistema de recirculação de água, a espécie apresentou índices zootécnicos satisfatórios em pH levemente a moderadamente ácido. (GONÇALVES JUNIOR et al., 2017; LIMA et al., 2016; OISH et al., 2010).

A menor amplitude de pH da água em função do dia, ao final do estudo, pode ser decorrente do aumento na alcalinidade total da água, a qual foi crescente ao

longo dos meses. A alcalinidade total representa a capacidade da água de resistir a mudanças de pH da água, efeito de tamponamento dado pela concentração de CaCO_3 mgL^{-1} .

A capacidade tampão da água é importante pois, menores variações de pH implicam em menos ajustes fisiológicos para os peixes resistirem às mudanças e manterem o equilíbrio osmótico. Variações acima de dois na escala de pH, requer ajustes fisiológicos que podem comprometer o desempenho de animal (BALDISSEROTTO, 2013).

Verificou-se que houve variação dos parâmetros de qualidade da água ao longo dos meses ($p < 0,05$), exceto para os níveis de amônia total ($p = 0,6021$), descrito na tabela 2.

Tabela 2: Teores de amônia total de viveiros de tambaqui (*Colossoma macropomum*) produzidos em sistema de recirculação de água, integrado ao cultivo hidropônico do capim Floralta (*Hemarthria altissima*) amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), consórcio de capim Floralta e amendoim, e controle, ao longo dos meses de cultivo.

Tratamento	Meses				Médias	CV%	DMS	P_{valor}
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro				
	Amônia total (mg L^{-1})							
Floralta	0,208	0,210	0,211	0,223	0,213			
Amendoim forrageiro	0,207	0,218	0,273	0,233	0,232	15,5	0,036	0,3939
Consórcio	0,208	0,214	0,226	0,212	0,215			
Controle	0,232	0,217	0,214	0,212	0,219			
Médias	0,214	0,214	0,231	0,220	0,220	18,28	0,038	0,6021

Onde: CV%: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa, SRA: Sistema de recirculação de água. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Os níveis de amônia total registrados se mantiveram dentro da faixa de tolerância de peixes (BOYD; TUCKER, 1992). A toxidez da amônia está relacionada não apenas à sua concentração na solução de cultivo e sim aos fatores como a temperatura e o pH. Quanto maior a temperatura e o pH da água, maior porcentagem da amônia total se encontra na forma de amônia não ionizada (NH_3), forma mais tóxica para peixes.

Segundo Boyd e Tucker (1992) a maioria das espécies têm tolerância à exposição a concentrações de até $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ de NH_3 . Os autores estimaram o percentual de amônia tóxica dos valores de amônia total, segundo a temperatura e o pH da água. Segundo o modelo proposto, considerou-se os valores máximos de pH e temperatura registrados no presente estudo, estipulou-se 44,84% da amônia total, na forma não ionizada, que corresponde a $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, ainda abaixo dos níveis considerados tóxicos para peixes.

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para os parâmetros o desempenho produtivo de tambaquis estudados (Tabela 3), submetidos ao tratamento de água pelas plantas em sistema fechado de recirculação de água.

Tabela 3: Desempenho de tambaqui (*Colossoma macropomum*) produzidos em sistema fechado de recirculação de água aquaponia, integrado ao cultivo hidropônico do capim Floralta (*Hemarthria altíssima*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), capim Floralta e amendoim consorciados, e em sistema fechado de recirculação de água.

Período	Tratamento				Médias	CV%	DMS	P valor
	Floralta	Amendoim	Consórcio	Controle				
Peso Médio (g)								
Inicial	3,95	4	4	4	3,99	0,76	0,09	0,10
Aos 60 dias	16,58	16,75	14,9	16,79	16,22	8,1	3,96	0,20
Final	40,36	42,11	37,76	42,12	40,48	10,85	13,23	0,50
Ganho de peso (g)								
Aos 60 dias	12,63	12,75	10,90	12,79	12,27	10,65	3,93	0,19
Dos 60 aos 120 dias	23,78	25,36	22,86	25,33	24,33	14,54	10,62	0,72
Total	36,41	38,11	33,76	38,12	36,60	12,01	13,21	0,5
Biomassa (kg.m ⁻³)								
Inicial	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,45	0,01	0,10
Aos 60 dias	0,41	0,42	0,37	0,42	0,41	8,07	0,10	0,19
Final	1,01	1,05	0,94	1,05	1,01	10,84	0,03	0,50
Ganho de Biomassa (kg.m ⁻³)								
Aos 60 dias	0,31	0,32	0,27	0,32	0,31	10,77	0,99	0,20
Dos 60 aos 120 dias	0,59	0,63	0,57	0,63	0,61	14,54	0,27	0,72
Total	0,91	0,95	0,84	0,95	0,91	12,05	0,33	0,50
Consumo de ração (kg.m ⁻³) por período								
Aos 60 dias	0,32	0,33	0,30	0,31	0,32	6,24	0,06	0,38
Dos 60 aos 120 dias	0,86	0,88	0,83	0,91	0,87	9,67	0,25	0,63
Total	1,18	1,21	1,13	1,23	1,19	8,10	0,29	0,60
Consumo de ração (g peixe ⁻¹) por período								
Aos 60 dias	12,80	13,18	12,18	12,58	12,69	6,23	2,38	0,38
Dos 60 aos 120 dias	34,40	35,09	33,22	36,59	34,71	9,68	10,12	0,63
Total	47,21	48,27	45,40	49,17	47,40	8,10	11,57	0,60
Conversão Alimentar*								
Aos 60 dias	1,02	1,03	1,12	0,98	1,04	9,86	0,31	0,28
Dos 60 aos 120 dias	1,45	1,38	1,45	1,44	1,43	8,73	0,38	0,87
Final	1,30	1,27	1,34	1,29	1,30	7,64	0,30	0,70

Onde: CV%: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa, SRA: Sistema de recirculação de água.

*Consumo de ração(g) dividido pelo ganho de peso (g) do período.

Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Nas condições do estudo, os animais apresentaram ganho de peso médio diário (GMD) de 305,0 mg dia⁻¹, isso representa um ganho diário de peso populacional de 7,6 g m⁻³. Esses resultados sobressaem os obtidos por Bezerra et al. (2014), em estudo com a espécie em sistema de recirculação de água, com inclusão de farinha de manga na alimentação, com 23% de proteína bruta - PB, com taxa de lotação de 40 peixes m⁻³. Estes autores obtiveram GMD de 114, 28 mg L⁻¹, e populacional de 3,4 g m⁻³ dia. No entanto, Campeche et al. (2014), em estudo com a espécie em sistema de recirculação de água, com taxa de lotação de 160 peixe m⁻³, com inclusão de licuri

na ração com 34% PB, obtiverem GMD de 467 mg dia⁻¹ e populacional de 74,72 g.m⁻³ ao dia.

Registrou-se o consumo médio diário de 9,87 g.m⁻³ de ração no período, isso representa 4,43% do peso vivo animal. Os animais apresentaram eficiência proteica de 2,48 g de ganho de peso por g de proteína consumida no período, um resultado melhor do que o registrado por Bezerra et al. (2014) de 3,32. Enquanto Lima et al. (2016) que utilizou taxa de lotação de 50 peixes m⁻³ e oferta de ração que conteve 32% PB, os animais obtiveram eficiência de 2,77.

A conversão alimentar (CA) nesse estudo também foi em média 1,3 g de ração consumida por g de ganho de peso, enquanto Bezerra et al. (2014) obteve 3,02. É possível encontrar na literatura menores índices de conversão alimentar 1,13; 1,17; 1,93 para tambaqui em fase inicial de criação, cultivados em sistema de recirculação de água (LIMA et al., 2016; OISHI et al., 2010; CAMPECHE et al., 2014).

O não efeito dos tratamentos nos parâmetros de qualidade da água e conseqüentemente no desempenho de tambaqui, permitiu inferir que a área utilizada no cultivo hidropônico, não foi suficiente para propiciar uma maior extração de nutrientes da água e, portanto, diferenças na qualidade da água de cultivo da espécie.

Outro fator a ser considerado é o sistema de filtragem de água, que ficou comprometido com o passar do tempo de estudo, além do efeito de colmatação propiciado pelas raízes das plantas cultivadas, também houve por parte da matéria orgânica depositada no substrato que dificultou a infiltração/drenagem da água no substrato para o sistema de escoamento. A utilização de um sistema de filtragem de sólidos da água do viveiro anterior ao sistema hidropônico foi sugerido por Maregone et al. (2013).

CONCLUSÕES

Nas condições do estudo (25 peixes m³ para 0,2 m² de área de cultivo), a qualidade da água dos viveiros de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o desempenho dos peixes foram semelhantes, comparados ao sistema de recirculação de água, na ausência das forrageiras. O capim Floralta (*Hemarthria altíssima*, cv. Floralta), o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e o consórcio de capim Floralta e amendoim forrageiro não influenciaram nesses parâmetros.

REFERÊNCIAS

- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, Ed.3, p.350, 2013,
- BEZERRA, S. K.; SOUZA, R. C.; MELO, J. F. B.; CAMPECHE, D. F. B. Growth of tambaqui fed with different concentrations of manga and protein meal in feed. **Archivos de zootecnia** v.63, n.244, 2014. DOI:10.4321/S0004-05922014000400003
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. **Boston**: Kluwer Academic, p.700, 1998.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Water quality and pond soil analyses for quaculture**. Auburn: Alabama Agriculture Experiment Station, Auburn University, p.183, 1992.
- CAMPECHE, D.F.B.; MELO, J.F.B.; BALZANA, L.; SOUZA, R.C.; FIGUEIREDO, R.A.C.R. Licuri meal in diets for tambaqui (*Colossoma Macropomum*, Cuvier, 1818) **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.2, p.539-545. 2014. DOI:10.1590/1678-41625920
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, p.334, 2005.
- GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2. ed. Santa Maria: Editora UFSM, cap. 7, p.175-204, 2013.

GONÇALVES JÚNIOR, L.P.; SOUSA, J.G.S.; SELVATICI, P.D.C.; MENDES, L.F.; VARGAS JÚNIOR, J. G.; MENDONÇA, P. P. Digestible methionine+cystine for tambaqui juveniles. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.69, n.3, p.711-717, jun. 2017. DOI: 10.1590/1678-4162-9052

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: A integração entre piscicultura e a hidroponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2., p.52-61, dez. 2013. DOI:10.21206/rbas.v3i2.218

LIMA, C. S.; BOMFIM, M. A. D.; SIQUEIRA, J. C.; RIBEIRO, F. B.; LANNA, E. A. T. Crude protein levels in the diets of tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), fingerlings. **Revista Caatinga**, v.29, n.1, p.183 – 190, jan. 2016. DOI: 10.1590/1983-21252016v29n121rc.

MARENGONI, N. G.; MOTA, F. L. S.; GOMES, R. B.; BASÍLIO, F. F. F.; OLIVEIRA, N. T. E.; OGAWA, M. Physical and chemical quality of water in closed recirculation system during the cultivation of Nile tilapia juveniles. **Revista SEMINA**, v.34 n.2, p92., may. 2013. DOI:10.5433/1679-0359.2013v34n2p927

MENDONÇA, P.P.; COSTA, P.C.; POLESE, M.F.; VIDAL JR, M.V.; ANDRADE, D.R.; Efeito da suplementação de fitase na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossomama cropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.235, p.437-448. 2012. DOI: 10.4321/S0004-05922012000300012

MOREIRA, H. L. M. **Fundamentos da moderna Aquicultura**. Editora ULBRA, p.199. 2001

MULLER, C. C.; CYBIS, L. F.; RAYA-RODRIGUEZ, M. T. Monitoramento do fitoplâncton para a qualidade da água de abastecimento público, estudo de caso de

mananciais do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Vol.17, n.2, p. 203-211. Jun. 2012.

OISHI, C. A.; NWANNA, L. C.; PEREIRA FILHO, M. Optimum dietary protein requirement for Amazonian Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fish meal free diets. **Acta Amazônica**, vol.40, n.4, p.757 – 762, dez. 2010. DOI: 10.1590/S0044-59672010000400017

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: Fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Editora Agropecuária, p.21, 1998.

PEDROZA FILHO, M. X.; BARROSO, R. M.; FLORES, R. M. V. Diagnóstico da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Tocantins. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Embrapa Pesca e Aquicultura, mai. 2014.

SOUZA, R. C.; CAMPECHE, D. F. B.; CAMPOS, R. M. L.; FIGUEIREDO, R. A. C. R.; MELO, J. F. B. Frequência de alimentação para juvenis de tambaqui. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.927-932, 2014. DOI: 10.1590/1678-41625557.

YILDIZ, H. Y.; ROBAINA, L.; PIRHONEN, J.; MENTE, E.; DOMÍNGUEZ, D.; PARISI, G. FISH. Welfare in Aquaponic Systems: Its Relation to Water Quality with an Emphasis on Feed and Faeces - A Review. **Water**, v.9, n.1, p.13, jan.2017. DOI: 10.3390 / w9010013

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE CAPIM FLORALTA E AMENDOIM FORRAGEIRO INTEGRADO A VIVEIROS DE TAMBAQUI

RESUMO: Objetivou-se avaliar produção do capim Floralta (*Hemarthria altíssima*, cv. Floralta) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*) cultivados em sistema hidropônico, integrado a viveiros de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema aquaponico. O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos: capim Floralta, amendoim forrageiro e consórcio de capim Floralta com amendoim forrageiro, com quatro repetições, em estudo com medida subdividida no tempo, com duração de quatro ciclos de 30 dias cada, conduzido de junho a outubro de 2017. As forrageiras foram cultivadas em sistemas hidropônico de 0,22 m², integrado a viveiros de 1,0 m³ utilizado no cultivo de tambaqui a uma taxa de lotação de 25 peixes m⁻³, em sistema fechado de recirculação de água. Durante o período experimental as forrageiras tiveram a água do viveiro de tambaqui como única fonte de nutrientes. Avaliou-se parâmetros de produção agrônômica (produção de massa verde, massa seca, componentes morfológicos: folha, colmo, material morto, raiz, relação folha: colmo e relação parte aérea e raiz) por ciclo. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparou-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiores valores de produção de massa seca foram obtidos pelo capim Floralta solteiro e consorciado ($p < 0,01$). Nas condições do estudo conclui-se que em cultivo hidropônico do capim Floralta integrado a viveiros de tambaqui é mais produtivo do que o amendoim forrageiro, e que a produção deste não é influenciado pelo amendoim forrageiro quando cultivado em consórcio, entretanto é prejudicial a produção do amendoim forrageiro.

Palavras-chave: Aquaponia; avaliação agrônômica; *Arachis pintoii*; *Colossoma macropomum*; *Hemarthria altíssima*.

PRODUCTION OF FLORALTA GRASS AND FORAGE PEANUTS INTEGRATED TO TAMBAQUI VIVEIROS

ABSTRAT: The objective of this study was to evaluate the production of the Floralta grass (*Hemarthria altissima*, cv. Floralta) and forage peanuts (*Arachis pintoii*) cultivated in a hydroponic system, integrated in tambaqui (*Colossoma macropomum*) nurseries in an aquaponic system. The study was conducted in a completely randomized design with three treatments: Floralta grass, forage peanut and Floralta grass consortium with forage peanut, with four replications, in a study subdivided in time, with duration of four cycles of 30 days each, conducted from June to October 2017. The forages were cultivated in hydroponic systems of 0.22 m², integrated to nurseries of 1.0 m³ used in tambaqui cultivation at a stocking rate of 25 m⁻³ fish, in a closed water recirculation system. During the experimental period the forage plants had water from the tambaqui nursery as the sole source of nutrients. Agronomic production parameters (green mass production, dry mass, leaf morphological components: stem, dead material, root, leaf: stem ratio and shoot and root ratio) per cycle were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% of significance. Higher values of dry mass production were obtained by single and

intercropped Floralta grass ($p < 0.01$). Under the conditions of the study it is concluded that in hydroponic cultivation of the Floralta grass integrated to tambaqui nurseries is more productive than the peanut, and that the production of this one is not influenced by the peanut fodder when cultivated in a consortium, however it is harmful to the production of the forage peanuts.

Keyword: Aquaponics; Agronomic evaluation; *Arachis pinto*; *Colossoma macropomum*; *Hemarthria altissima*.

INTRODUÇÃO

Aquaponia é uma modalidade de cultivo que integra aquicultura e hidroponia em sistema fechado, recirculação de água. Nesse sistema, a água de cultivo de peixes é filtrada pelo vegetal, beneficiando ambos os sistemas. A sustentabilidade do sistema é alcançada através da economia de água e a diversificação da produção propiciada pelo sistema (HUNDLEY; NAVARRO, 2013).

Uma das dificuldades encontradas em sistemas aquaponicos é equilibrar a produção de dejetos em viveiros de peixes e suprir a exigência de nutrientes dos vegetais, por isso a produção de plantas costuma ficar em segundo plano (CASTILLO-CASTELLANOS et al., 2016).

Para otimizar o desenvolvimento das duas culturas, planta e peixe selecionados devem ter requisitos semelhantes de temperatura e pH (CASTILLO-CASTELLANOS et al., 2016). Também deve-se considerar para a escolha do vegetal, uma espécie de planta que seja tolerante ao alagamento e colheita frequente.

Outro fator imprescindível é a eficiência em absorver e assimilar os nutrientes contidos na solução, para obtenção de maior produção de massa seca e o tratamento eficiente da água, que torne seu uso prolongado por maior tempo, dentro dos padrões de qualidade preconizados para aquicultura (HUNDLEY; NAVARRO, 2013).

O capim Floralta (*Hemarthria altissima*) é uma espécie com alta produtividade, plasticidade fenotípica e tolerante a solos úmidos (NEWMAN et al., 2011). Em contraste a isso, o amendoim forrageiro (*Arachis pinto*), possui maiores teores de fósforo, um nutriente tido como indicador de má qualidade da água, pois está relacionado com o enriquecimento artificial da água, eutrofização.

Nesse contexto de espécie vegetal e absorção de nutrientes, acredita-se que o capim Floralta, amendoim forrageiro, ou o consórcio de capim Floralta e amendoim forrageiro em cultivo hidropônico podem ser alternativas viáveis de produção

de massa vegetal, para tratamento de efluente de aquicultura, e assim, diminuir a carga desses nutrientes na água de cultivo de peixes.

Objetivou-se avaliar a produção do capim Floralta (*Hemarthria altíssima*, cv. Floralta), amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) e consorcio de capim Floralta com amendoim forrageiro, cultivados em sistema hidropônico, integrado a viveiros de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema fechado de recirculação de água, aquaponia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins, campus de Araguaína, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, no período de junho a outubro de 2017, em casa de vegetação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos: capim Floralta (*Hemarthria altíssima*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) e consórcio de capim Floralta com amendoim forrageiro, com quatro repetições, em estudo com medida subdividida no tempo, com duração de quatro ciclos de 30 dias cada. Cada unidade experimental foi formada pelo conjunto integrado aquicultura e hidroponia.

Para o sistema aquícola, utilizou-se 16 tanques de 1 m³, em cada tanque foi instalado uma bomba submersa com capacidade de bombeamento de 520 L⁻¹ por hora, interligada a uma unidade hidropônica com área de 0,22 m².

No encanamento do sistema, entre o viveiro de peixes e o sistema hidropônico, foi instalado um extravasor de água, para diminuir a vazão de água para o sistema hidropônico e para oxigenar a água do tanque de peixes.

Em cada unidade hidropônica foi instalado um sistema de escoamento construído de PVC, que permitiu o controle da altura da lâmina d'água e do tempo de esgotamento, e devolve a água para o viveiro dos peixes. Assim, instituiu-se um sistema fechado, de recirculação de água, em que a água do viveiro de peixes flui para o sistema hidropônico e retorna para o viveiro.

O sistema de recirculação de água foi mantido com taxa de recirculação média de 20% do volume total de água por hora diariamente, que representa 4,8 reciclagem do volume total de água ao dia.

Cada unidade hidropônica foi preenchida com resíduo de telha cerâmica, um substrato inerte que serviu de superfície para proliferação de bactérias nitrificantes e de suporte para o crescimento radicular das plantas.

Os tanques foram povoados com juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), distribuídos à uma taxa de lotação de 25 peixes por m^{-3} , com peso médio inicial de 4 g que corresponde à biomassa inicial de $0,1 \text{ kg}\cdot m^{-3}$.

Os peixes foram alimentados com ração comercial com 35% de proteína bruta na matéria seca até os 60 dias de cultivo, e ração com 32% de proteína bruta de 60 a 120 dias de cultivo. Monitorou-se os parâmetros de desempenho produtivo dos animais (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) e também monitorou-se os parâmetros de qualidade da água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, alcalinidade total e amônia total).

Duas semanas após o povoamento dos tanques, os vegetais foram cultivados no sistema hidropônico por propagação vegetativa, utilizou-se doze plantas por unidade hidropônica. Durante o período experimental, tiveram a água de cultivo dos peixes como única fonte de nutrientes, sem adubação e/ou calagem.

A cada 30 dias de cultivo foram coletadas amostras vegetais de cada unidade experimental, manteve-se 40% de biomassa residual, determinado pela altura do capim e pela área ocupada pelo amendoim.

As amostras coletadas foram pesadas para determinar a produção de massa verde e separou-se os componentes morfológicos: folha, colmo e material senescente para determinar a massa verde dos componentes e posterior secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C , para determinar o teor de massa seca das amostras. Ao final do período experimental, foram coletadas amostras de raízes, para avaliação da produção de massa seca de raiz, mediante procedimento anterior.

O material amostrado foi moído em moinho tipo willey ($> 1 \text{ mm}$) e o material foi submetido a análise para determinação dos teores de nutrientes NPK. Para determinação do teor de nitrogênio, pela metodologia Kjeldhal. E mediante digestão seca, os teores de fósforo por colorimetria com leitura em espectrofotômetro e potássio com leitura em fotômetro de chama (EMBRAPA 2005)

As comparações das medidas de produção vegetal (massa verde e massa seca por ciclo e total, massa verde e massa seca de componentes morfológicos por ciclo e total, relação folha: colmo, relação parte aérea e raiz) e teores de nutrientes foram submetidos a testes de normalidades e homocedasticidade, posterior análise

de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental a temperatura média do período foi de 29°C (21,03 a 37,15) segundo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (BRASIL, 2017).

Os parâmetros de qualidade da água registrados nos períodos matutino e vespertino, respectivamente: temperatura da água foi 25,5 a 29,9 ° C; pH 6,2 a 8,56; condutividade elétrica: 0,05 a 0,06 Sm⁻¹; oxigênio dissolvido: 6,1 a 6,72 mg L⁻¹; alcalinidade total: 61,15 a 65,2 mg L⁻¹.

Dentre os parâmetros de qualidade da água, os valores que atenderam aos valores estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da normativa da 367 para efluente de água doce, classe 2, a que é destinada à aquicultura: oxigênio dissolvido > 5 mgL⁻¹; amônia total 3,7 a 0,5 mgL⁻¹ (BRASIL, 2005). Entretanto, os valores de pH da água estiveram fora da margem determinados pela normativa: pH entre 7,5 a 8,5.

Os teores de fósforo registrados foram acima do estabelecido pela normativa de 0,03 mg L⁻¹, o que demonstra que a extração desse nutriente pelas plantas, no presente estudo, não foi suficiente para diminuir a concentração desse elemento no efluente para atender a normativa do CONAMA para que então pudesse ser devolvido ao meio ambiente (BRASIL, 2011).

Quando considerados os valores preconizados para o cultivo hidropônico da alface, como referência, de acordo com a literatura, temperatura 25 a 28 ° C; pH 5,5 a 6,5; condutividade elétrica de 1 a 2,5 Sm⁻¹; oxigênio dissolvido: 2,8 a 7,5 mg L⁻¹; alcalinidade total: 20 a 120 mg L⁻¹; (FURLANI et al., 1999; COMETTI et al., 2006; BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

A condutividade elétrica, serve para estimar o teor de sais, em maior proporção de Ca, Mn e S (COMETTI et al., 2006), esteve muito abaixo do preconizado. Soma -se a isso, o pH alcalino no período vespertino, que interfere na disponibilidade de Mn, Cu, Zn, B e P para absorção.

Segundo Zou et al. (2016) sistemas aquaponicos podem tolerar uma amplitude de pH de 6,0 a 9,0 mas maior produção de peixes e vegetais pode ser obtida na faixa de pH 6, onde é possível obter maior eficiência de absorção de nitrogênio

pela planta, já que nessa faixa de pH há maior solubilidade de nutrientes. Além disso, o pH é um fator condicionante à fixação biológica do nitrogênio que exerce um papel fundamental na produção integrada de peixes e plantas (ZOU et al., 2016).

A ração fornecida aos animais apresentou teores, na matéria seca (91,28%), de nitrogênio, fósforo e potássio, de: 55,98; 3,24; 8,41 g kg⁻¹ respectivamente para a ração inicial com 35% de proteína bruta. A ração utilizada no período de 60 a 120 dias apresentou teores, na matéria seca (91,73%), de 51,19; 3,1; 8,14 g kg⁻¹ de NPK respectivamente.

Ao final do estudo os animais apresentaram peso médio final de 40,48 g, e biomassa final de 1,01 kg m⁻³, consumo total de 1,32 kg m⁻³, com conversão alimentar de 1,3 g de ração por g de ganho de peso do período. Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para os parâmetros de desempenho de tambaqui cultivados em sistema fechado de recirculação de água integrado ao cultivo hidropônico das plantas estudadas.

As medidas de desempenho permitem estimar que cerca de 23,8% da ração adicionada ao meio de cultivo, não convertido em ganho animal, oferta de nutrientes para a planta. Ebeling et al. (2006) estimaram a taxa de acréscimo de nitrogênio amoniacal total em função do consumo de ração, teor de proteína bruta na ração e teor de nitrogênio excretado por consumo de proteína (índice: 0,092), nesse contexto, a taxa de acréscimo de nitrogênio no estudo foi de 3,9 mg L⁻¹. Encontrou-se teores de NPK na solução 0,22; 0,57; 4,06 mg L⁻¹, valores médios.

Houve diferença na produção total e de componentes morfológicos para os tratamentos (Tabela 1), o capim Floralta e o consórcio atingiram maior produção.

Tabela 1: Massa seca de componentes morfológicos (g vaso⁻¹) do capim Floralta (*Hemarthria altíssima*) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em monocultura e consórcio de capim Floralta com amendoim, cultivados em sistema hidropônico integrado a produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema fechado de recirculação de água, aquaponia.

Componentes	Tratamentos			Médias	CV%	DMS	P valor
	Floralta	Consórcio	Amendoim				
MSF (g)	135,17 a	145,04 a	48,93 b	109,71	21,95	47,57	0,0006
MSC (g)	405,38 a	325,38 a	34,57 b	255,09	25,1	126,07	<0,00001
MSMM (g)	5,48 a	1,64 b	1,71 b	2,94	7,92	0,46	<0,00001
MSR (g)	155,96 a	160,12 a	16,86 b	110,98	14,82	32,5	<0,00001
MST (g)	701,96 a	632,18 a	102,07 b	478,73	19,51	184,52	<0,00001
Relação F:C	0,34 c	0,44 b	1,42 a	0,73	7,03	0,1	<0,00001
Relação A:R	0,78 b	0,75 b	0,83 a	0,79	3,51	0,05	0,0033

Onde: CV%=Coeficiente de variação; DMS=Diferença mínima significativa; MSF=Massa seca de folha; MSC=Massa seca de colmo; MSMM=Massa seca de material morto; MSR=Matéria seca de raiz; MST=Matéria seca total; Relação F:C= Relação folha: colmo; Relação A:R= Relação parte Aérea: Raiz. Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade

Comparando-se o cultivo consorciado, maior percentual, 88,61% da produção total e de componentes morfológicos (86,65 % de produção de folha, 95,03 % de colmo, 100 % do material morto e 77,21 % de raiz) do consórcio se deve ao capim Floralta, que atingiu produção semelhante ao monocultivo ($p < 0,01$), portanto a produção deste não é afetada pelo consórcio. Entretanto, quando cultivado em consórcio, a produção total e de componentes morfológicos do amendoim forrageiro é afetada negativamente ($p < 0,01$).

O capim Floralta solteiro e consorciado apresentou menor relação folha: colmo (0,34; 0,40 respectivamente), uma característica inerente a planta que produz grande quantidade de colmo, e também de seu hábito de crescimento estolonífero. Oliveira et al. (2017) encontraram relação folha: colmo semelhante 0,37, enquanto Nascimento et al. (2010) registraram 1,2 e Gobii et al. (2009) encontraram maior valor, de 2,1 para esse parâmetro.

Observou-se maior produção de material senescido das plantas em cultivo solteiro, e que o capim Floralta solteiro produziu maior parte desse material ($p < 0,01$). O capim Floralta também apresentou maior produção de raiz, dado sua grande tolerância a solos úmidos, a planta possui potencial de produzir grande quantidade de raiz para explorar a área alagada em busca de nutrientes.

Em contraste ao capim Floralta, o amendoim forrageiro quando cultivado consorciado diferiu do solteiro, e obteve menor relação folha: colmo (1,21), possivelmente pelo menor aporte de luz e nutrientes a planta tenha investido mais na produção colmo. Deve se considerar também, a maior competição por nutrientes, quando cultivado em consórcio, o amendoim forrageiro produziu maior quantidade de raiz e assim e menor relação parte aérea: raiz (0,98) do que em monocultivo ($p < 0,01$).

Avaliou-se a produção de massa seca total por ciclo (Tabela 2), houve interação entre os fatores planta x ciclos de produção.

Tabela 2: Massa seca total (g vaso⁻¹) por ciclo de capim Floralta (*Hemarthria altissima*) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em monocultivo e consorcio de capim Floralta com amendoim forrageiro, cultivados em sistema hidropônico integrado a produção de tabaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema fechado de recirculação de água, aquaponia.

Tratamentos	Ciclos				Médias	CV%	DMS linha	DMS coluna	P valor
	I	II	III	IV					
Floralta	1,41 aC	4,46 aC	134,19 aB	400,46 bA	135,13				
Consórcio	0,51 aC	2,76 aC	83,5 aB	383,65 aA	117,61	42,28	22,09	20,05	< 0,00001
Amendoim	0 aB	1,4 aB	9,06 bB	73,04 cA	20,87				
Médias	0,64	2,87	75,58	285,72	91,20				

Onde: CV%=Coeficiente de variação; DMS=Diferença mínima significativa. Médias seguidas por letras distintas, em minúsculas nas colunas e em maiúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Wallau et al. (2014; 2015; 2016) ao avaliaram a produtividade do cultivar Floralta e encontraram produção de 7,9; 5,4 e 9,4 t. ha⁻¹, que equivalem à 158; 108 e 188 g para a mesma área utilizada nesse trabalho (0,2 m²). Oliveira et al. (2017) encontraram menor valor, 48 g para mesma área. Para o amendoim forrageiro, Valentim et al. (2003) e Gobbi et al. (2009) encontraram valores de 2,64 e 1,76 t ha⁻¹, que equivale a produção de 52,8 e 35,2 g para a mesma área, abaixo do registrado nesse estudo no último ciclo.

Houve significância para a interação planta x ciclos, para a produção de massa seca de folha e colmo (Tabela 3).

Tabela 3: Massa seca de folha, colmo (g vaso⁻¹) por ciclo de capim Floralta (*Hemarthria altíssima*) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em monocultivo e consorcio de capim Floralta com amendoim forrageiro, cultivados em sistema hidropônico integrado a produção de tabaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema fechado de recirculação de água, aquaponia.

Tratamentos	Ciclos				Médias	CV%	DMS linha	DMS coluna	P valor
	I	II	III	IV					
	Folha (g vaso ⁻¹)								
Floralta	0,89 aC	3,38 aC	43,66 aB	87,25 bA	33,79				
Consórcio	0,33 aC	2,37 aC	34,41 aB	107,93 aA	36,26	42,28	22,09	20,05	< 0,00001
Amendoim	0 aB	1,24 aB	6,39 bB	41,3 cA	12,23				
Médias	0,41	2,33	28,15	78,83	27,43				
	Colmo (g vaso ⁻¹)								
Floralta	0,52 aC	1,08 aC	90,54 aB	313,21 aA	101,34	56,61	59,61	54,1	< 0,0001
Consórcio	0,18 aB	0,39 aB	49,09 abB	275,72 aA	81,35				
Amendoim	0 aA	0,16 aA	2,66 bA	31,74 bA	8,64				
Médias	0,23	0,54	47,43	206,89	63,78				

Onde: CV%=Coeficiente de variação; DMS=Diferença mínima significativa. Médias seguidas por letras distintas, em minúsculas nas colunas e em maiúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Houve diferença significativa para a produção de massa seca das plantas ao longo dos ciclos, interação entre fatores planta x ciclos ($p < 0,0001$). Observou-se que a produção de massa seca de capim Floralta e consorciado foi crescente a partir do segundo ciclo, e a produção do amendoim maior apenas no terceiro ciclo.

Na produção de folha, durante os dois primeiros ciclos os tratamentos não diferiram entre si, a partir do terceiro ciclo, maior produção foi registrada para o capim Floralta e consorciado, com maior produção desse componente no quarto ciclo pelo consórcio. Registrou-se produção crescente de folha do capim Floralta e consorciado a partir do segundo ciclo, enquanto o amendoim a produção de folha cresceu apenas no quarto ciclo de produção.

Semelhantemente à folha, a produção de colmo não diferiu entre tratamentos nos dois primeiros ciclos, a partir do terceiro ciclo o capim Floralta e o consórcio produziram maior quantidade desse componente do que o amendoim forrageiro. Ao longo dos ciclos, a produção de colmo foi crescente para o capim

Floralta, para o consorciado foi se manteve até o terceiro ciclo, enquanto que o amendoim não diferiu entre ciclo.

Avaliou-se o teor de nutrientes, nitrogênio, fósforo e potássio no tecido dos componentes morfológicos do capim Floralta e amendoim forrageiro (Tabela 4). Encontrou-se teores de proteína na matéria seca de 7,27% para o capim Floralta e 14,57% para o amendoim forrageiro (folha e colmo em sua proporção na planta).

Tabela 4: Teor de nutrientes na massa seca (g kg^{-1} MS) por componente morfológico de capim Floralta (*Hemarthria altissima*) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em monocultivo e consorciado de capim Floralta com amendoim forrageiro, cultivados em sistema hidropônico integrado a produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema fechado de recirculação de água, aquaponia.

Componentes	Tratamentos				Média	CV%	DMS	P Valor
	Floralta		Amendoim					
	Mo	Co	Mo	Co				
N (g kg^{-1} MS)								
Folha	22,78 b	25,05 b	40,58 a	35,22 b	30,91	15,7	8,06	<0,0001
Colmo	13,74 b	12,63 b	28,68 a	23,26 a	19,58	37	7,39	<0,0001
%PB	7,10 c	7,43 c	16,30 a	12,85 b	10,92	9,69	2,22	<0,0001
Raiz	17,35 b	17,20 b	30,64 a	21,12 b	21,58	14,1	6,37	<0,0001
P (g kg^{-1} MS)								
Folha	2,58 b	2,62 b	5,45 a	4,3 a	3,74	21,8	1,4	<0,0001
Colmo	2,83 b	3,13 b	4,39 a	2,98 b	3,33	35,3	1,32	0,0103
Raiz	2,40 a	2,40 a	4,37 a	3,05 a	3,06	35,6	3,35	0,0882
K (g kg^{-1} MS)								
Folha	10,54 c	10,94 c	21,88 a	18,78 b	15,54	12,1	2,52	<0,0001
Colmo	13,76 a	17,6 a	17,35 a	14,55 a	15,81	44,2	7,34	0,3387
Raiz	5,33 b	5,55 b	11,64 a	12,56 a	8,77	20,1	3,7	<0,0001

Onde: Mo=monocultivo; Co= consórcio; CV%=Coeficiente de variação; DMS=Diferença mínima significativa; PB= proteína bruta. Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade

Quando em consórcio, o amendoim forrageiro apresentou menor teor de nitrogênio na raiz, de fósforo no colmo e potássio na folha, do que quando em monocultivo. Os teores desses nutrientes foram semelhantes no capim Floralta, sem distinção entre monocultivo e consorciado.

A matéria orgânica produzida no sistema aquícola, com o passar do tempo do estudo acumulou-se no substrato do sistema hidropônico, juntamente com a produção de raiz, comprometeu a infiltração/drenagem da água no substrato para o sistema de escoamento. Castillo-Castellanos et al. (2016) sugeriram a utilização de um filtro ou tanque de sedimentação, para remoção de resíduos sólidos do sistema e assim, diminuir a possibilidade de bloqueio do fluxo de recirculação de água.

CONCLUSÕES

Conclui-se que em cultivo hidropônico em área de 0,2 m² integrado a viveiros de tambaqui (*Colossoma macropomum*) de 1 m⁻³ com taxa de lotação de 25 peixes m⁻³, o capim Floralta (*Hemarthria altíssima*, cv. Floralta) é mais produtivo do que o amendoim forrageiro (*Arachis pinto*). A produção do capim Floralta não é influenciado pelo amendoim forrageiro quando cultivado em consórcio, entretanto foi prejudicial à produção do amendoim forrageiro.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.8-9, p.107-137, 2012.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 357. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.53, p.58-63, 18 de março, 2005.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 430. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.92, p.89, 16 de maio, 2011.
- BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Disponível em:<
http://portal/index.php=home/pageepage=rede_estações_auto_graf. Acessado em:
20/01/2018.
- CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, N. A.; NUNES, M. U. C. FUGIMOTO, R. Y. Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W.S. **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos, Editora Pedro e João, 2015.
- CASTILLO-CASTELLANOS, D.; ZAVALA-LEAL, I.; RUIZ-VELAZCO, J. M. J.; RADILLA-GARCÍA, A.; NIETO-NAVARRO, J. T.; ROMERO-BANUELOS, C. A.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, J. Implementation of an experimental nutrient film

technique-type aquaponic system. **Aquaculture International**, v.24, n.2, p.637-646, abr.2016. DOI: 10.1007/s10499-015-9954-z

COMETTI, N. N.; FURLANI, P. R.; RUIZ, H. A.; FERNANDES FILHO, E. I. Soluções nutritivas: formulações e aplicações. In: **Nutrição Mineral de Plantas**, SBCS, Viçosa, p.432, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 334p. 2005.

EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture system. **Aquacultura**, v.257, p.346 – 358, 2006. DOI:10.1016 / j.aquaculture.2006.03.019

FURLANI P. R.; SILVEIRA L. C. P.; BOLONHEZI D.; FAQUIN V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico. p.50. 1999.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009. DOI:10.1590/S1516-35982009000900002

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: A integração entre piscicultura e a hidroponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2, p.52-61, dez. 2013

NASCIMENTO, I. S.; MONKS, P. L.; VAHL, L. C.; COELHO, R. W.; SILVA, J. B.; FICHER, V. Aspectos qualitativos da forragem de amendoim forrageiro cv. Alqueire – 1 sob manejo de corte e adubação PK. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.16, n.16, p.1-4, jan. 2010.

OLIVEIRA, H. M. R.; SANTOS, A. C.; SILVEIRA JUNIOR, O.; RODRIGUES M. O. D.; ARAÚJO, A. S.; CUNHA, O. F. R. Adubação dos capins Jiggs e *Hemarthria* em Neossolo Quartzarênico no ecótono Cerrado-Amazônia. **Revista tecnologia e ciência agropecuária**, v.11, n.1, p. 11-18, mar. 2017.

WALLAU, M. O.; SOLLENBERGER, L. E.; VENDRAMINI, J. M. B.; GOMIDE, C. A. M.; MULLENIX, M. K.; QUESENBERRY, K. H. Performance of Limpograss Breeding Lines under Various Grazing Management Strategies. **Crop Science**. v.56, n.6, p.3345-3354, 2016. DOI: 10.2135/cropsci2016.05.0330.

WALLAU, M. O.; SOLLENBERGER, L. E.; VENDRAMINI, J. M. B.; MULLENIX, M. K.; QUESENBERRY, K. H.; GOMIDE, C. A. M.; SILVA, V. C. E.; DILORENZO, N. Herbage Accumulation and Nutritive Value of Limpograss Breeding Lines Under Stockpiling Management **Crop Science**. v.55, n.5, p.2377-2383, sep. 2015. DOI: 10.2135/cropsci2014.11.0797.

WALLAU, M. O.; SOLLENBERGER, L. E.; QUESENBERRY, K. H.; VENDRAMINI, J. M. B.; MULLENIX, M.K. Evaluation of limpograss (*Hemarthria altissima*) breeding lines under different grazing management systems. **Tropical Grasslands- Forrajes Tropicales**, v.2, n.1, p.149-150, abr. 2014. DOI: 10.17138/tgft(2)149-150

ZOU, Y.; HU, Z.; ZHANG, J.; XIE, H.; LIANG, S.; WANG, J.; YAN, R. Attempts to improve nitrogen utilization efficiency of aquaponics through nitrifies addition and filler

gradation. **Environmental Science and Pollution Research**. v.23, n.7, p.6671-9, dez. 2016. DOI: 10.1007 / s11356-015-5898-0.

ZOU, Y.; HU, Z.; ZHANG, J.; XIE, H.; GUIMBAUD, C.; FANG, W. Effects of pH on nitrogen transformations in media-based aquaponics. **Tecnologia Bioresource**. v.210, p.81-87, jun. 2016. DOI:10.1016/j.biortech.2015.12.079

NEWMAN, Y.; VENDRAMINI, J.; SOLLENBERGER, L.E; QUESENBERRY, K. Limpograss (Hemarthria Altissima): Visão geral e gestão. **Universit of Florida IFAS Extetension**, 2011. Disponível em: < <http://edis.ifas.ufl.edu> > Acessado em: 10/03/2018