

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**JUCELE DE OLIVEIRA SILVEIRA**

**AVALIAÇÃO PRODUTIVA E BROMATOLÓGICA DE FORRAGENS  
EM SISTEMA DE AQUAPONIA**

**Dom Pedrito  
2018**

**JUCELE DE OLIVEIRA SILVEIRA**

**AVALIAÇÃO PRODUTIVA E BROMATOLÓGICA DE FORRAGENS  
EM SISTEMA DE AQUAPONIA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Zootecnia da  
Universidade Federal do Pampa, como  
requisito parcial para obtenção do Título  
de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rodinei  
Soares Lopes

Co-orientador: Profa. Dra. Adriana Pires  
Neves

**Dom Pedrito  
2018**

**JUCELE DE OLIVEIRA SILVEIRA**

**AVALAÇÃO PRODUTIVA E BROMATOLÓGICA DE FORRAGENS  
EM SISTEMA DE AQUAPONIA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Zootecnia da  
Universidade Federal do Pampa, como  
requisito parcial para obtenção do Título  
de Bacharel em Zootecnia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 26/06/2018.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Paulo Rodinei Soares Lopes  
Orientador  
UNIPAMPA

---

Prof. Dra. Adriana Pires Neves  
UNIPAMPA

---

Prof. Dra. Luciane Rumpel Segabinazzi  
UNIPAMPA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S277a Silveira, Jucele de Oliveira  
Avaliação produtiva e bromatológica de forragens em sistema  
de aquaponia / Jucele de Oliveira Silveira.  
43 p.  
  
Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, ZOOTECNIA, 2018.  
"Orientação: Paulo Rodinei Soares Lopes".  
  
1. Aquaponia. 2. Azevém. 3. Aveia. 4. Forragem. 5.  
Hidroponia. I. Título.

Dedico este trabalho a minha família: a minha mãe Dalva Schluter de Oliveira, aos meus irmãos Josiane de Oliveira Silveira e Elton de Oliveira Silveira, por todo o apoio para a conclusão deste curso.

## **AGRADECIMENTO**

“Ao Prof. Dr. Paulo Rodinei Soares Lopes, coordenador do Núcleo em aquacultura - NAQUA o qual tive o prazer de participar para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso, por toda a paciência e dedicação nesta etapa.

Aos colegas do Grupo NAQUA, Carolina schlotefeldt, Sigrid Machado de Paiva, Thaís Honório Ferreira, Flávia Luiza Lavach, Leandro Carvalho Braga, Vanuzze Pacheco de Souza Bueno, João Pedro Trindade Cesar, Paula Gabrielle da Costa Gisler Silva, Jeferson Luis Alencar Borges, Stefani Fabiele Mendes dos Santos, Nathália Datore Fortunato, Leandro Prates da Costa, por ajudarem nas atividades de desenvolvimento deste trabalho.

A Prof. Dra. Adriana Pires Neves, coordenadora do Grupo de Equinocultura Equus e do Grupo de Pesquisa de Reprodução PRO-REP o qual sou membro do mesmo, e coorientadora deste projeto, e por ter me ajudado no meu desenvolvimento durante toda a minha trajetória na universidade.

A Prof. Dra. Luciane Rumpel Segabinazzi, coordenadora do Grupo NESPE-Leite, e o qual fui participante e também bolsista, em ter contribuído com conhecimentos para aperfeiçoar os meus conhecimentos nesta caminhada.

Aos técnicos dos Laboratórios de Bromatologia e Botânica, Frederico Anjos, e Tatiana Germano Martins, obrigado pelo apoio e ajuda na elaboração das análises deste experimento.

A todos os colegas de curso, que de alguma forma contribuíram para a conclusão do curso, em especial aos meus colegas: Silvia Helena Pacheco Terra Ulguim, Jeferson Luis Alencar Borges, Luisa S. Garcia, Luiza Nunes, Fernanda Esteve, Larissa Lima, Andressa Machado Daltro.

Aos amigos e demais parentes que torceram pela minha conquista durante o curso.

Em especial ao meu namorado Cristiano Rodrigue de Mattos, o qual me deu todo o apoio para que eu realiza-se o sonho de concluir a graduação em Zootecnia.”

“O futuro pertence àqueles que acreditam  
na beleza de seus próprios sonhos.”

Eleanor Roosevelt.

## RESUMO

Os objetivos deste experimento foram avaliar a produção (estatura, fitomassa seca e fitomassa fresca) e composição bromatológica (matéria seca, proteína bruta, matéria mineral, fibra detergente ácida; fibra detergente neutra) de aveia-branca (*Avena sativa* L.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) em um sistema aquapônico em diferentes densidades de peixes, a qualidade química e física da água (oxigênio dissolvido; amônia total; nitrito; alcalinidade, condutividade elétrica e o potencial hidrogênico (pH)). O experimento foi conduzido no Núcleo de Aquicultura da Universidade Federal de Dom Pedrito. As culturas foram alocadas em estufa, onde utilizou-se dois sistemas de criação de peixes, com recirculação de água fechado, termorregulado, acoplado a um biofiltro, e um filtro de Ultra Violeta (UV), as forrageiras ficaram dispostas em caixas, sobre bancadas. O experimento foi conduzido com sementes de aveia branca (*Avena sativa*) e Azevém (*Lolium multiflorum*) na densidade de 2kg/m<sup>2</sup>. As irrigações foram realizadas de acordo com a temperatura, e condições de umidade das plantas, com duração de 2 minutos cada. Foram utilizados juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), estes receberam ração comercial extrusada, duas vezes ao dia. A qualidade da água, temperatura ambiente e da água foram monitorados diariamente. Para avaliação do desempenho zootécnico, foi estimado o peso (g), comprimento total (cm). A estatura das plantas foi mensurada com auxílio de régua milimétrica. Para a determinação da fito-massa fresca foi realizada a partir de amostras colhidas em cada unidade experimental. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 2 densidades de peixes e oito repetições e 2 tipos de forragens com 4 quatro repetições cada, distribuídas em esquema fatorial 2x2. Os resultados analisados quanto a estatura e fitomassa seca (FS) em (kg/m<sup>2</sup> e thá<sup>-1</sup>) não apresentaram diferença significativa (P>0,05) entre as densidades D1 e D2, para aveia e azevém, aos 15 dias de cultivo. Os resultados encontrados para fitomassa fresca (FF) apresentaram diferença significativa (P<0,05) entre as sementeiras de aveia (10,45±1,09 e 9,15±0,57kg/m<sup>2</sup>), com maior produção de fitomassa na densidade 1, entretanto, o azevém não apresentou diferença significativa (P>0,05), porem produziu uma maior fitomassa na densidade 2 com 12,38±1,02kg/m<sup>2</sup> e 123,80±10,27t/ha<sup>-1</sup>. Os valores observados após as análises bromatológicas para

matéria seca (MS) e fibra detergente ácida (FDA) não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as densidades testadas. Entretanto, em relação a matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra detergente neutra (FDN) apresentaram diferença significativa em relação as densidades e a fitomassa analisadas. Portanto pode-se afirmar que o sistema de aquaponia contribuiu para o desenvolvimento das forragens testadas, sendo uma alternativa de cultivo.

Palavras Chaves: fitomassa, aveia, azevém

## ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the production (stature, dry phytomass and fresh phytomass) and bromatological composition (dry matter, crude protein, mineral matter, acid detergent fiber, neutral detergent fiber) of white oats (*Avena sativa* L.) and ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in an aquaponic system at different fish densities, the chemical and physical quality of the water (dissolved oxygen, total ammonia, nitrite, alkalinity, electrical conductivity and hydrogeonic potential (pH).) The experiment was conducted in the Nucleus of aquaculture at the Federal University of Dom Pedrito, where two fish farming systems were used, with recirculation of closed water, thermoregulated, coupled to a biofilter, and an Ultra Violet (UV) filter, (*Avena sativa*) and Azevém (*Lolium multiflorum*) seeds in the density. The irrigations were carried out according to the temperature and humidity conditions of the plants, with a duration of 2 minutes each. Nile tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*) were used, which received commercial extruded feed twice a day. The quality of water, room temperature and water were monitored daily. For the evaluation of the zootechnical performance, weight (g), total length (cm) was estimated. The height of the plants was measured using a millimeter ruler. For the determination of fresh phyto-mass was performed from samples collected in each experimental unit. The experimental design was completely randomized with 2 fish densities and 8 replicates and 2 types of fodder with 4 replicates each, distributed in 2x2 factorial scheme. The results analyzed for height and dry matter (SF) in (kg / m<sup>2</sup> and t ha<sup>-1</sup>) did not present significant difference (P > 0.05) between the densities D1 and D2 for oats and ryegrass at 15 days of culture. The results for fresh phytomass (FF) showed a significant difference (P < 0.05) between oats (10.45 ± 1.09 and 9.15 ± 0.57 kg / m<sup>2</sup>), with higher phytomass. However, ryegrass presented no significant difference (P > 0.05), but produced a larger phytomass at density 2 with 12.38 ± 1.02 kg / m<sup>2</sup> and 123.80 ± 10.27 t / ha<sup>-1</sup>. The values observed after the bromatological analysis for dry matter (DM) and acid detergent fiber (ADF) showed no significant difference (P > 0.05) among the tested densities. However, mineral matter (MM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) showed a significant difference in relation to the analyzed densities and phytomass. Therefore, it can be affirmed that the aquaponic system contributed to the development of the tested forage, being an alternative of cultivation.

Key Words: phytomass, oats, regras

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplar de Tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) utilizada no experimento de aquaponia.....	19
Figura 2 - Sementes de Aveia-branca ( <i>Avena sativa</i> L.).....	22
Figura 3 - Sementes de Azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	23
Figura 4 - Estufa agrícola.....	24
Figura 5 - Vista frontal da bancada móvel com circulação de água.....	24
Figura 6 - Bancada de metal para colocar as das caixas.....	25
Figura 7 - Caixa plástica revestida com lona.....	26
Figura 8 - Análises de germinação e vigor das sementes de aveia branca ( <i>Avena Sativa</i> L.) e azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	27
Figura 9 - Lavagem de desinfecção com solução de hipoclorito de sódio.....	27
Figura 10 - Quantidade de ração fornecida aos peixes.....	29
Figura 11 - Estatura e peso da fitomassa fresca de aveia branca ( <i>Avena Sativa</i> L.).....	33
Figura 12 - Estatura e peso da fitomassa do azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros zootécnicos dos juvenis de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) durante o período experimental.....	31
Tabela 2 - Estatura (cm) e composição de fitomassa fresca (FF) e fitomassa seca (FS) em ( $\text{kgm}^2$ e $\text{tha}^{-1}$ ) de aveia e azevém analisados após o período experimental.....	32
Tabela 3 - Composição bromatológica da aveia e azevém analisados após o período experimental em diferentes densidades na matéria seca.....	36

## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 Aquaponia.....	17
3.2 Espécie de peixe utilizada.....	19
3.3 Forragem Hidropônica.....	20
3.4 Espécies Forrageiras.....	21
4 METODOLOGIA.....	23
4.1 Localização.....	23
4.2 Instalações experimentais.....	24
4.3 Material Vegetal e Período Experimental.....	26
4.4 Semeadura experimental.....	27
4.5 Processo de pré-germinação e Colheita.....	28
4.6 Sistema de irrigações.....	28
4.7 Densidade e alimentação dos peixes.....	28
4.8 Parâmetros analisados.....	29
4.8.1 Temperatura e análise química da água.....	29
4.8.2 Desempenho zootécnico.....	29
4.8.3 Fito-massa.....	30
4.8.4 Composição bromatológica.....	30
4.8.5 Delineamento experimental.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 Qualidade química e física da água.....	31
5.2 Estocagem dos peixes.....	31
5.3 Estatura e fitomassa verde e seca.....	32

<b>5.4 Análises bromatológicas.....</b>	<b>35</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os produtores rurais dos município do Sul e região da Campanha do Rio Grande do Sul, vêm sofrendo com a estiagem durante o verão. Neste verão de 2018 enfrentaram uma das piores secas, vinte e sete municípios decretaram situação de emergência devido à estiagem. Em todo o estado, os prejuízos na agropecuária foram calculados em R\$ 1 bilhão segundo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER, 2018). Posteriormente prejudicando o desenvolvimento das pastagens de inverno, devido ao *déficit* hídrico e baixas temperaturas.

A utilização da forragem hidropônica pode ser uma opção para atender às dificuldades de produção de pecuaristas que, muitas vezes, não dispõem de quantidade suficiente de alimentos para fornecer aos animais, nem de área física para o plantio de pastagens, dificultando assim a terminação dos mesmos e, portanto, o incremento de suas rendas. A forragem hidropônica não tenta competir com os sistemas tradicionais de produção de pastagem, mas surge como complementação, especialmente durante períodos de déficit (FAO, 2001).

Em muitos países, inclusive no Brasil, as regiões do Nordeste e Centro-Oeste, já estão produzindo forragem em hidroponia, a qual está sendo utilizada para suplementação de animais para a alimentação de vacas leiteiras, cavalos, ovinos, caprinos, coelhos, aves e outras espécies (HENRIQUES, 2000; SANTOS, O. S., 2000; FAO, 2001).

As soluções nutritivas utilizadas em hidroponia, geralmente são provenientes de fertilizantes inorgânicos, técnica esta que não está de acordo por parte dos produtores, que visam um sistema de desenvolvimento agrícola sustentável (NICOLA, 2002). Recentemente o Brasil vem utilizando a técnica da hidroponia orgânica, no entanto já está sendo utilizada em outros países, com ótimos resultados (MARTINS, 2004). Este sistema tem a possibilita montar um sistema ecológico, fechado, com o máximo de reciclagem, sem causar danos ao meio ambiente.

Assim como a hidroponia na aquaponia, também são escassos os estudos no Brasil, entretanto, em outros países como Canadá, Austrália, Estados Unidos, México e Israel pesquisas já foram realizadas com resultados satisfatórios. Nesses países muitas residências que são produtoras de hortaliças, são chamadas de

“backyard aquaponics” ou “aquaponia de quintal”. Sendo que a maioria dos produtos oriundos da aquaponia são produções em pequena escala, podendo ser encontradas em produtos de larga escala. Na Alemanha há umas das maiores propriedades de sistema aquapônico no mundo e, com investimento de aproximadamente de 1 milhão de euros, é uma das maiores estruturas já construídas neste sistema, e com a capacidade de produzir anualmente 35 toneladas de verduras e legumes e 25 toneladas de peixes. (CORSO, 2010; CARNEIRO, et al., 2015).

A aquaponia é uma técnica de cultivo de alimentos que envolve a integração entre a aquicultura e a hidroponia em sistemas de recirculação de água e reciclagem de nutrientes. Contudo, a aquaponia apresenta-se como uma alternativa para a produção de alimentos, a fim de reduzir impactos ao meio ambiente devido as suas características de sustentabilidade (MATEUS, 2009; HUNDLEY, 2013).

Algumas espécies de peixes já foram testadas no sistema aquapônico, como: pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tilápia (*Oreochromis niloticus*), carpa comum (*Cyprinus carpio*) e até peixes ornamentais. O mesmo foi realizado para plantas, como a alface, acelga, rúcula, melão, salsa, brócolis, pimentão, cebola e plantas ornamentais, como flores (CALÓ, 2011).

A tecnologia de implantação e uso de forragem hidropônica em pequenas propriedades, possibilita a produção de forragem fresca todo ano, independente dos problemas climáticos de cada região, resultando em baixar custos quando utiliza-se o concentrado como insumo, para alimentação animal (FAO, 2001).

De acordo com Müller, (2003); Santos O. S. et al., (2004) pode-se produzir forragem hidropônica de várias sementes, como arroz, aveia, centeio, cevada, milheto, milho, trigo, triticale e outras espécies, em alta densidade de semeadura (1,5-3,0kg/m<sup>2</sup>), e que possuem desenvolvem-se rápido, podendo ser produzidas em superfície lisa e impermeável, para absorção dos nutrientes através de uma solução nutritiva.

Devido às escassas informações sobre a produção de forragem em sistema de aquaponia, se faz necessário mais estudos sobre as quantidades necessárias de peixes no sistema, para determinar quantidade de nutrientes necessários para cada tipo de forragem a ser produzida.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar a produção de aveia-branca (*Avena sativa L.*) e azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) em um sistema aquapônico em diferentes densidades de peixes.

### 2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a produtividade da biomassa do azevém e da aveia: fitomassa fresca e fitomassa seca;
- Avaliar a composição bromatológica do azevém e da aveia: matéria seca; proteína bruta; matéria mineral, fibra detergente ácida; fibra detergente neutra;
- Avaliar a qualidade química e física da água: oxigênio dissolvido; amônia total; nitrito; alcalinidade, condutividade elétrica e o potencial hidrogênico (pH).

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Aquaponia

Apesar da aquicultura e hidroponia serem práticas de produção de alimentos com estudos realizados há mais de 50 anos, as pesquisas em aquaponia somente começaram a apresentar seus resultados mais expressivos nos últimos 10 anos, com especial referência aos estudos conduzidos por pesquisadores da Universidade das Ilhas Virgens-EUA (RAKOCY, et al., 2006).

Na aquaponia o fornecimento de ração aos peixes contribui com a circulação de nutrientes no sistema. Quando os peixes se alimentam dessa ração produzem excretadas no tanque, elas passam para a fase aquosa sob a forma de amônia ( $NH_3$ ) e amônia ionizada ( $NH_4^+$ ). Primeiramente o amoníaco é oxidado a nitrito ( $NO_2^-$ ) por bactérias oxidantes e, em seguida, convertido em nitrato ( $NO_3^-$ ) por bactérias (*Nitrossomas* e *Nitrobacter*). O nitrito e o nitrato residuais que seriam descartado no ecossistema, através do fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos através de ciclos biológicos naturais transformam as substâncias

tóxicas produzidas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas. As plantas ao consumir esses nutrientes juntamente com as bactérias, desempenham a função de filtragem biológica da água, garantindo condição adequada para o desenvolvimento dos peixes. Desse modo, duas culturas (plantas e peixes) são beneficiadas a partir do mesmo sistema, utilizando nutrientes de uma forma sustentável. (TYSON, et al., 2011; CASTELLANI, et al., 2012).

Existem vários tipos de estruturas para um sistema de aquaponia, e este é composto por três estruturas básicas que são: tanques para a criação dos peixes, tanque de tratamento e decantação dos sólidos através do biofiltro e uma estrutura hidropônica. O sistema deve ser bem planejado para evitar gastos com energia e bombas, a água deve circular por todo o sistema, e deve retornar por queda natural para o tanque dos peixes (RAKOCY, et al., 2006).

O sistema de aquaponia mostrou-se ser eficiente na redução de compostos indesejáveis residuais da água dos peixes. Segundo, Lewis, (1978) houve a redução dos níveis de amônia, nitrato e fosfato dissolvidos na água que retorna para o tanque de produção de peixes.

Para um sistema de aquaponia deve-se levar em consideração a quantidade de peixes, e a quantidade de vegetais que se quer produzir, pois é através dos peixes que serão fornecidos os nutrientes necessários para os vegetais. Entretanto, Cortez, (1999) concluiu que os resíduos de um sistema de criação de peixes intensiva, não foram suficientes para atender a demanda de nutrientes necessários para produção de alface, sendo necessário fazer a suplementação de potássio e magnésio.

Segundo, Wilson, (2005) para quantificar uma produção de vegetais pode-se correlacionar a produção de 7kg de vegetais para 1kg de peixe estocado. Uma outra forma possível de dimensionar a produção de vegetais onde deve-se levar em consideração a quantidade de ração fornecida para a alimentação dos peixes, numa proporção de 60 a 100g de ração por dia para cada metro de canteiro (RAKOCY, 2006).

A aquaponia possui algumas vantagens, entre elas podemos citar: o uso prolongado da água, a associação dos sistemas de produção de organismos aquáticos e plantas, que através destes reduzem custos e aumentam os lucros dos sistemas de aquicultura (ALDER, et al., 2000). Entretanto, Herbert, (2008) e Braz

Filho, (2000), descreveram algumas desvantagens do sistema aquapônico entre eles o alto custo de investimento inicial, à poucas informações de estudos no Brasil, e as restrições quanto ao utilizo de agrotóxicos e antibióticos. Carneiro, et al., (2015), relataram algumas desvantagens do sistema de aquaponia, como a dependência de energia elétrica, de conhecimentos básicos de hidráulica, engenharia, biologia, fitotecnia e piscicultura.

### 3.2 Espécie de peixe utilizada

Na escolha da espécie de peixe à ser utilizada em um sistema aquapônico, deve-se usar uma espécie resistente a manejos frequentes e a alta densidade de estocagem. Estudos já realizados com algumas espécies em sistemas intensivos, mostraram-se satisfatórios, e podem apresentar bons resultados em sistemas aquapônico como: tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), catfish (*Ictalurus punctatus*), bacalhau australiano (*Maccullochella peelii*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Entre estes citados a cima podemos destacar a tilápia-do-nilo (figura 1) por ser uma espécie bastante difundida em vários países, apresentar um alto valor comercial, é um peixe rústico e resistente ao manejo, tolera altas densidades de estocagem e apresenta uma boa conversão alimentar, é a espécie de peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia, devido aos excelentes resultados (RAKOCY, et al., 2006).

Figura 1. Exemplar de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizada no experimento de aquaponia.



Fonte: A autora, 2018.

### 3.3 Forragem Hidropônica

A produção de forragem hidropônica é bastante difundida em alguns países, com o objetivo de fornecer alimento de alta qualidade proteica, e de alta digestibilidade aos animais, entre eles: bovinos de leite, corte, ovinos, caprinos, equinos, suínos e outros e por apresentar um baixo custo (FAO, 2001). A produção de forragem hidroponia pode ser apresentada como uma boa opção para as pequenas e médias propriedades, que enfrentam problemas em produzir forragens durante todo o ano (AMORIM, et al., 2000; OLIVEIRA, et al., 2001).

A forragem hidropônica é obtida através de um processo de germinação de sementes de cereais, como cevada, milho, trigo, aveia e outras espécies, essas espécies tem um crescimento rápido e se desenvolvem-se em períodos de 10 a 15 dias, captam a energia do sol e absorvem os minerais contidos em uma solução nutritiva. Entretanto, ainda são escassas as informações sobre a densidade de semeadura e tempo ideal de colheita. Em estudos realizados a densidade de semeadura ótima está entre 2,2 a 3,4kg/m<sup>2</sup>. Essa forragem é fornecida completa aos animais, com sementes, folhas, caules, raiz e substrato, possui uma excelente qualidade nutricional. Geralmente, apresenta-se como uma dieta completa, composta por proteínas, carboidratos, açúcares, minerais e vitaminas. Contudo, o seu aspecto, de cor, sabor e textura conferem uma forragem com grande palatabilidade, que aumenta a assimilação dos nutrientes do alimento (FAO, 2001).

Segundo, Fao, (2001), a produção de forragem em sistema hidropônico, poder ser produzido num período de 7 a 10 dias, que já seria suficiente para realizar a colheita, com uma boa produção, pois com períodos maiores não seria aconselhável, pois reduz a fitomassa seca e a qualidade nutricional da forragem. Entretanto, Henriques, (2000), colheitas precoces de forragens hidropônicas, podem resultar em baixo rendimento por área, e as colheitas tardias aumentam a competição por plantas e conseqüentemente à perda da qualidade nutricional, em condições favoráveis de produção, a colheita deve ser feita entre 16 e 20 dias. Conforme, Sandia, (2003), o período de crescimento da forragem hidropônica deve compreender de 8 a 12 dias.

As sementes que serão utilizadas para produção, devem ser lavadas e desinfetadas, com solução de hipoclorito de sódio a 1% (10mL de hipoclorito de

sódio por litro de água). Este processo tem como objetivo eliminar fungos e bactérias contaminantes. As sementes não devem permanecer em solução de hipoclorito, um tempo não inferior a 30 segundos ou ultrapassar 3 minutos. Se as sementes permanecerem por mais tempo na solução desinfetante pode prejudicar a viabilidade da mesma causando perdas importantes. Após o termino da lavagem, deve-se lavar as sementes com água limpa (LÓPES, 2013).

### 3.4 Espécies Forrageiras

Aveia-branca (*Avena sativa* L.) é uma gramínea anual de inverno. O grão de aveia branca, caracteriza-se por ser bem maior do que o da aveia preta, cerca do dobro do peso, com grande valor na alimentação humana e animal, é cultivada principalmente, nos estados do Sul, sendo bastante utilizada para alimentação de equinos ou para as indústrias de cereais (flocos e farinha). Pode ser utilizada como composição de pastagens anuais de inverno, feno e silagem, inclusive de grãos úmidos. As cultivares modernas são bastante resistentes à ferrugem da folha, mesmo assim necessitam de tratamento com fungicidas, ataque de pulgões são comuns especialmente em anos com estiagem no início do ciclo, problemas estes que podem comprometer toda a produção da forragem. Aveia branca é menos rústica do que a aveia preta é mais exigente em fertilidade de solo e menos resistente à seca, mas é mais tolerante ao frio. Aveia branca pode produzir até 7,0t MS ha<sup>-1</sup>, é mais precoce que azevém, e tem boa aceitação pelos animais (FONTANELI, et al., 2012).

A época de semeadura de aveia branca (figura 2) no Rio Grande do Sul é de março a maio, para pastagem, e de maio a julho, para produção de grãos, depende da região. A quantidade de semente a ser usada varia de 80 a 100kg ha<sup>-1</sup> para produção de sementes e, de 120 a 140kg ha<sup>-1</sup>, para duplo-propósito ou pastagem. Quando consorciada, a quantidade de semente pode ser de 60 a 80kg ha<sup>-1</sup>. A profundidade de semeadura deve variar de 3 a 5cm (SANTOS, H. P. et al., 2002).

Figura 2 – Sementes de Aveia-branca (*Avena sativa* L.).



Fonte: A autora, 2018.

Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma planta anual de inverno, considerada naturalizada em muitas regiões sul-brasileiras, rústica e vigorosa, perfilha em abundância, produtiva, podendo superar as demais espécies de inverno quando bem fertilizada. Apresenta elevado valor nutritivo sendo uma das gramíneas mais cultivadas no Rio Grande do Sul, juntamente com a aveia preta. O azevém anual apresenta desenvolvimento inicial lento, entretanto, até o fim da primavera, supera as demais forrageiras em quantidade de forragem. Produz forragem com um alto teor de proteína e de fácil digestão, sendo muito palatável para os ruminantes. É uma planta que se adapta a quase todos os tipos de solo, apresenta um bom desenvolvimento em solos baixos e úmidos, mas não resiste ao encharcamento, as raízes são superficiais (5 a 15cm) e, por isso, é sensível à seca. A temperatura ótima para máximo crescimento situa-se ao redor de 20°C, pois paralisa o seu crescimento com temperaturas baixas e, por isso, apresenta desenvolvimento lento durante o inverno. A época de semeadura do azevém (figura 3) estende-se de março a junho, para semeadura, usa-se uma densidade menor que a aveia 25 a 40kg ha<sup>-1</sup> de sementes, e deve-se iniciar o pastejo, com 60 a 80 dias após emergência, quando as plantas estão perfilhadas. Tem boa aceitação pelos animais e pode produzir de 2,0 a 6,0t MS ha<sup>-1</sup> (FONTANELI, R. S. et al., 2012).

Figura 3 – Sementes de Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.).



Fonte: A autor, 2018.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Localização

O experimento foi conduzido em abril de 2018, na área de pesquisa do Núcleo de Aquacultura (NAQUA) da Universidade Federal de Dom Pedrito (UNIPAMPA) - RS, com coordenadas geográficas: (Latitude: 30°58'54" Sul, Longitude: 54°40'39" Oeste, Altitude: 131m). O clima do local segundo a classificação climática de Köppen-Geiger: "Cfa" – clima subtropical úmido. Tem um clima quente e temperado, com pluviosidade significativa ao longo do ano, 1.313mm de média anual, e a temperatura média é 18,5°C.

As culturas foram conduzidas em uma estufa agrícola (figura 4) com 6 metros de largura e 10 metros de comprimento (60m<sup>2</sup>), disposto no sentido Leste-Oeste, coberto com polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 150 micra. No seu interior, foram montados dois sistemas de aquaponia estufa externa).

Figura 4 – Estufa agrícola.



Fonte: A autora, 2018.

#### 4.2 Instalações experimentais

Foram utilizados dois sistemas de recirculação de água fechado, termorregulado, acoplado a um biofiltro de fibra e um filtro de Ultra Violeta (UV). As unidades experimentais ficaram dispostas em uma bancada móvel de ferro galvanizado, alojadas em dois andares, compostos por 8 unidades experimentais cada, com entrada e saída de água individual (figura 5).

Figura 5 - Vista frontal da bancada móvel com circulação de água.



Fonte: A autora, 2018.

A caixa de fibra (0,5m x 0,5m x 2m), no qual está localizado o biofiltro, tem capacidade de 500 litros de água, sendo que no mesmo se encontra uma bomba submersa para que haja a circulação de água no sistema. Cada unidade experimental tem capacidade de 56,1 litros, sendo abastecida com 40 litros cada uma. O sistema totaliza 948,8 litros.

Para as forrageiras preparou-se em duas bancadas de metal (figura 6), que foram cobertas com filme plástico (lona preta de 100 $\mu$  de espessura), e com inclinação de 3,33% para o escoamento da água de irrigação, sobre esta lona foram colocadas 8 caixas plásticas também revestidas com lona, onde colocou-se pequenas madeiras sobre as caixas para mantê-las niveladas (figura 7).

Figura 6 – Bancada de metal para colocar as caixas.



Fonte: A autora, 2018.

Figura 7 – Caixa plástica revestida com lona.



Fonte: A autora, 2018.

### 4.3 Material Vegetal e Período Experimental

A fim de analisar a qualidade das sementes das espécies forrageiras adquirida no mercado local, foram enviadas amostras para o Laboratório de Botânica/ Unipampa, onde foram submetidas à análises de germinação e vigor. As sementes de aveia branca (*Avena sativa L.*) e azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) foram dispostas em caixas plásticas transparentes para germinação (tipo gerbox), sobre duas folhas de papel de germinação umedecidas com água destilada, utilizou-se duas caixas para cada espécie com 100 sementes cada, ficaram condicionadas em estufa com temperaturas entre 19,6 e 20,6°C. A primeira avaliação foi realizada aos sete dias, onde obteve-se para aveia branca (*Avena sativa L.*) 93% e o azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) 79,5% de germinação, e 29,5% e 69% respectivamente apresentaram parte aérea desenvolvida, com quatorze dias realizou-se a segunda avaliação onde apresentaram 79,5% e 75,5% de parte aérea em desenvolvimento com 9 à 10cm e 5 à 7cm de altura respectivamente (Figura 8).

Figura 8 - Análises de germinação e vigor das sementes de aveia branca (*Avena sativa L.*) e azevém (*Lolium multiflorum Lam.*).



Fonte: A autora, 2018.

#### 4.4 Semeadura experimental

O experimento foi conduzido com sementes de aveia branca (*Avena sativa L.*) e Azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) na densidade de 2kg/m<sup>2</sup>. Após a pesagem das sementes, estas foram colocadas em potes plásticos, para serem lavadas e desinfetadas, e onde permaneceram submersas em água limpa. As sementes foram lavadas e desinfetadas com uma solução de hipoclorito de sódio a 1% (preparação 10ml de hipoclorito de sódio para cada litro de água), por 30 seg. e no máximo 3min (figura 9) e posteriormente lavadas com água (LÓPES, 2013).

Figura 9 – Lavagem de desinfecção com solução de hipoclorito de sódio.



Fonte: A autora, 2018.

#### **4.5 Processo de pré-germinação e Colheita**

Após o processo de desinfecção, foi realizada a técnica de pré-germinação segundo metodologia descrita por Medeiros (2006), onde consiste na imersão das sementes em água por 12h associada a 24h de incubação. As sementes foram colocadas manualmente de maneira uniforme, nas caixas sobre filme plástico, de acordo com cada tratamento, durante o período de incubação permaneceram cobertas por lona preta, para promover a germinação e o crescimento inicial, a colheita foi realizada, nos dois tratamentos, aos 15 dias.

#### **4.6 Sistema de irrigações**

O sistema de aquaponia adotado foi o sistema fechado, com reaproveitamento dos nutrientes, necessitando verificação periódica das condições de umidade da massa hidropônica (visual). A aplicação foi efetuada através de sistema de irrigação por aspersão, constituído de uma rede de canos de PVC, e por moto-bomba, acionado manualmente. As irrigações foram realizadas de acordo com a umidade do material experimental: em dias mais frios e úmidos, foi realizada uma única vez ao dia. Em dias mais quentes e ensolarados foi realizado duas vezes ao dia com intervalo de 7 horas, todas as irrigações tiveram duração de 2 minutos (1litro de água), totalizando (2litros/dia). Para evitar proliferação de fungos, devido ao excesso de umidade.

#### **4.7 Densidade e alimentação dos peixes**

Os peixes foram dispostos em dois sistemas de recirculação de água, termoregulados, com 8 caixas (unidades experimentais) cada, onde foram distribuídos com diferentes densidades. O tratamento 1 (D1) com 5 peixes por unidade experimental e o tratamento 2 (D2) com 8 peixes por unidade experimental, totalizando 40 peixes (D1) e 64 peixes (D2). Foram utilizados 104 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio inicial de 59,80g.

Os peixes receberam ração comercial extrusada da marca Supra Juvenil, com granulometria de 2,5mm e com 42% Proteína bruta.

Todos os juvenis de tilápia utilizados no experimento passaram por um jejum de 24 horas. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (09 e 16 horas), com uma taxa de arraçoamento de 3% da biomassa total (figura 10).

Figura 10 – Quantidade de ração fornecida aos peixes.



Fonte: A autora, 2018.

## 4.8 Parâmetros analisados

### 4.8.1 Temperatura e análise química da água

O monitoramento das temperaturas ambiente e da água foi realizado diariamente, nos horários 9 horas e 16 horas, enquanto os parâmetros da qualidade da água foram analisados no Laboratório de Piscicultura e Aquicultura – NAQUA para os seguintes parâmetros: pH - potencial hidrogeniônico, O<sub>2</sub>D - oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, alcalinidade, nitrito, e amônia total, esses monitorados três vezes por semana.

### 4.8.2 Desempenho zootécnico

Para avaliação do desempenho zootécnico, foram estimados durante a execução do experimento, o peso (g), comprimento total (cm), utilizando balança de precisão e régua milimétrica.

Em relação à biometria feita no decorrer do experimento e ao final dele, os resultados foram então calculados, a fim de avaliar o desempenho produtivo dos animais:

- Peso final: Peso final – peso inicial/tratamento em gramas;
- Comprimento total final (CTF): medida da porção anterior da cabeça até o final da nadadeira caudal, em cm.

#### **4.8.3 Fito-massa**

A estatura das plantas foi mensurada com auxílio de régua milimétrica. Para a determinação da fito-massa fresca foi realizada a partir de amostras colhidas em cada unidade experimental, no tamanho de 0,27m x 0,47m, que posteriormente foram levadas à estufa de ventilação forçada, com temperatura de aproximadamente 60°C, por 72 horas, onde se obteve o valor correspondente da fito-massa seca, por pesagem em balança com precisão de 0,001g. Com base na fitomassa seca, segundo as metodologias descritas por (SILVA, 1991).

#### **4.8.4 Composição bromatológica**

As amostras das forragens (aveia e azevém) foram analisadas no laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Pampa campus Dom Pedrito, quanto a composição de: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), FDN – Fibra em Detergente Neutro, FDA – Fibra em Detergente Ácido, sendo realizadas em duplicatas segundo a metodologia compatibilizada com a Association of the Official Analytical Chemists (AOAC, 1997).

#### **4.8.5 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 2 densidades de peixes e oito repetições e 2 tipos de forragens com 4 quatro repetições cada, distribuídas em esquema fatorial 2x2. As médias foram submetidas à análise de variância e teste “F”, a um nível de significância de 5%. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey. O pacote estatístico utilizado foi o SAS (2001).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Qualidade química e física da água

Os valores médios obtidos para a qualidade química e física da água observadas durante o experimento nas densidades avaliadas foram: amônia total  $2,08 \pm 1,43 \text{mgL}^{-1}$ ; nitrito  $0,008 \pm 0,12 \text{mgL}^{-1}$ ; oxigênio dissolvido  $7,32 \pm 0,35 \text{mgL}^{-1}$ ; pH  $7,81 \pm 0,16$ ; alcalinidade  $201,67 \pm 60,47$ ; condutividade elétrica  $550,8 \pm 86,58$ ; temperatura:  $23,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ . Os resultados observados neste experimento estão de acordo com Mercadante et al. (2007) e mostram-se adequados para a espécie. Em relação à temperatura média do ambiente experimental ( $18,8 \pm 2,9^\circ\text{C}$ ), observou uma queda muito acentuada ao longo do experimento e predominando dias nublados.

### 5.2 Estocagem dos peixes

Para os peixes estocados nas unidades experimentais não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ), para os parâmetros zootécnicos avaliados (peso final e comprimento total final) (tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros zootécnicos dos juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período experimental

Variáveis	Densidades		
	D1	D2	P
Peso Inicial (g)	$60,70 \pm 26,13$	$58,90 \pm 26,26$	0,7347
Comprimento total inicial (cm)	$11,88 \pm 1,92$	$12,00 \pm 1,85$	0,7592
Peso Final (g)	$71,98 \pm 31,14$	$60,58 \pm 25,32$	0,0560
Comprimento total final (cm)	$14,92 \pm 2,16$	$14,31 \pm 2,09$	0,1603

Fonte: A autora, 2018.

D1 e D2 – densidade 1 e 2;

Aos 15 dias, os animais apresentavam peso médio de  $71,98 \pm 31,14 \text{g}$  e  $60,58 \pm 25,32 \text{g}$  e para comprimento total final  $11,88 \pm 1,92 \text{cm}$  e  $12,00 \pm 1,85 \text{cm}$ , respectivamente para as densidades 1 e 2, com um ganho de peso neste período de  $0,73 \text{g}$  na densidade 1 e  $0,11 \text{g}$  na densidade 2. Semelhante ao resultado de Crivelenti et al. (2009) que ao adotar uma densidade de  $220 \text{peixes/m}^3$  atingiu um

ganho diário de 0,73g em sistema de aquaponia com tilápia e alface. Entretanto, Hundley et al. (2013), registraram em 42 dias o ganho diário de 0,32g em sistema de aquaponia com tilápia do nilo, para manjerona e manjeriço.

### 5.3 Estatura e fitomassa verde e seca

Os resultados observados neste experimento após as análises de estatura e fitomassa seca (FS) em ( $\text{kg/m}^2$  e  $\text{tha}^{-1}$ ) não apresentaram diferença significativa ( $P>0,05$ ) para as densidades testadas. Entretanto, em relação a fitomassa fresca (FF) em ( $\text{kg/m}^2$  e  $\text{tha}^{-1}$ ) apresentaram diferença significativa em relação as densidades e a fitomassa testadas (tabela 2).

Tabela 2 – Estatura (cm) e composição de fitomassa fresca (FF) e fitomassa seca (FS) em ( $\text{kg/m}^2$  e  $\text{tha}^{-1}$ ) de aveia e azevém analisados após o período experimental.

Estatura e composição de Fitomassa						
Variáveis	Estatura cm	FF $\text{kg/m}^2$	FF $\text{tha}^{-1}$	FS $\text{kg/m}^2$	FS $\text{tha}^{-1}$	
D 1 Aveia	20,80±0,46a	10,45±1,09a	104,54±10,93a	1,38±0,14a	13,80±1,44a	
1 Azevém	12,42±0,75a	11,68±0,58a	116,80±5,80a	1,37±0,06a	13,78±0,68a	
D 2 Aveia	19,75±1,19a	9,15±0,57b	91,51±5,75b	1,50±0,09a	15,04±0,94a	
2 Azevém	12,32±0,69a	12,38±1,02a	123,80±10,27a	1,54±0,12a	15,44±1,28a	
P	0,8659	0,0009	0,0009	0,1310	0,1310	
CV (%)	5,02	7,82	7,82	7,77	7,77	

Fonte: A autora, 2018.

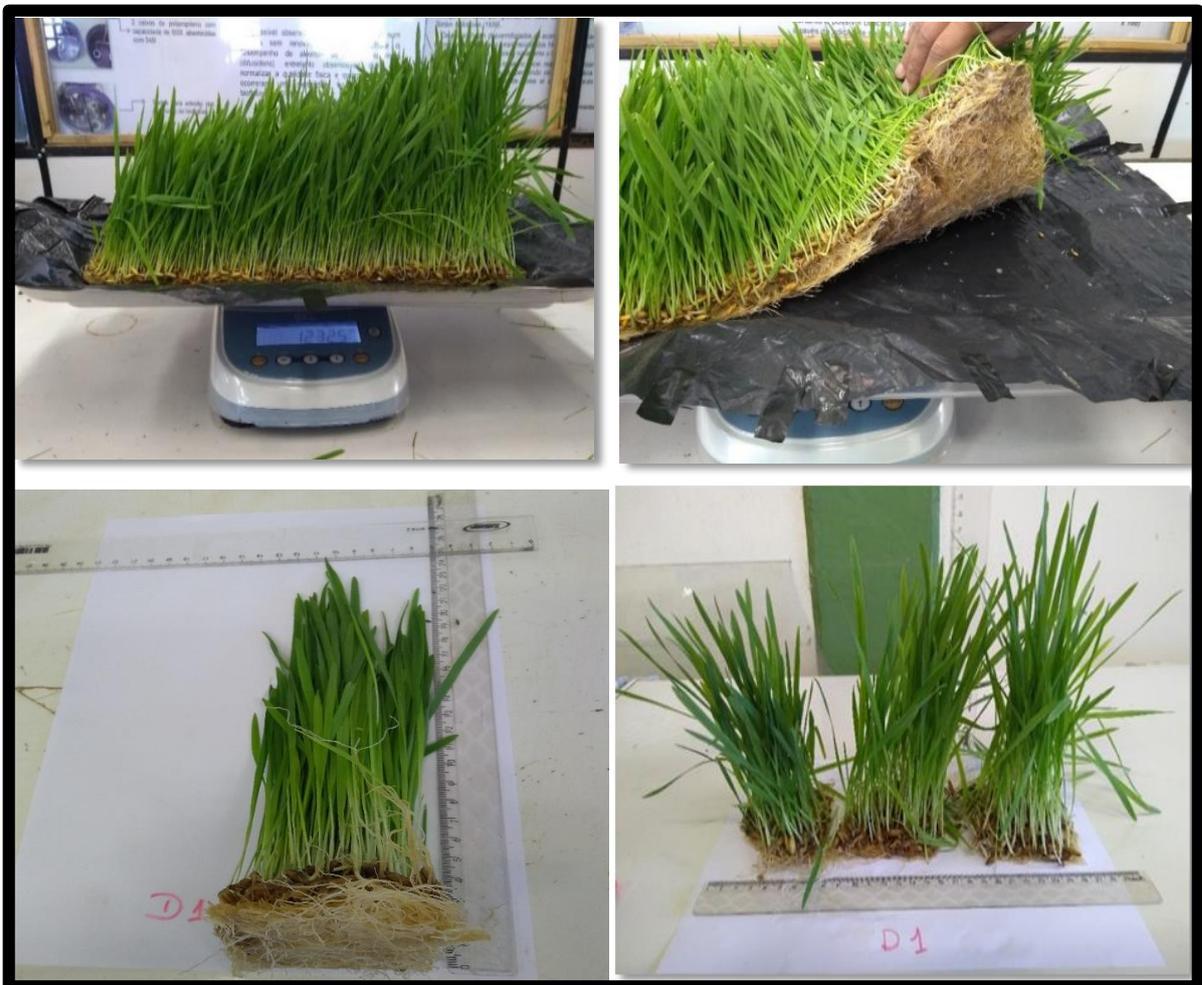
D1 e D2 – densidade 1 e 2;

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas apresentam diferença significativa ( $P<0,05$ ).

Os valores analisados quanto a estatura foram de 12,42±0,75cm e 12,32±0,69cm para azevém nas densidades D1 e D2, já para aveia foram de 19,75±1,19cm e 20,80±0,46cm nas densidades D1 e D2 (Figura 11) aos 15 dias de cultivo. Estes valores são similares aos encontrados por Müller, et al., (2005), quando avaliaram a produção de milho em sistema hidropônico, observaram que a altura máxima alcançada foi de 19,54cm, semelhantes ao encontrados neste trabalho para a aveia. Já Müller, et al., (2006), quando testaram soluções nutritivas em sistema de hidroponia para avaliar o trigo (*Triticum aestivum* L.), obtiveram

resultados que corroboram com os observados neste trabalho, com valores médios de 21cm aos 16 dias de cultivo. Sendo superiores aos observados por Haut, (2003), aos 14 dias de colheita, com de 17 e 15cm para a cevada e centeio em sistema hidropônico, respectivamente. De acordo com, Fao, (2001), em estudos com forragem hidropônica pode-se chegar a uma altura de aproximadamente de 20 a 30cm de altura, dependendo da estação do ano. Isto reflete diretamente no crescimento dos vegetais.

Figura 11 - Estatura e pesagem da fitomassa fresca de aveia branca (*Avena sativa* L.).

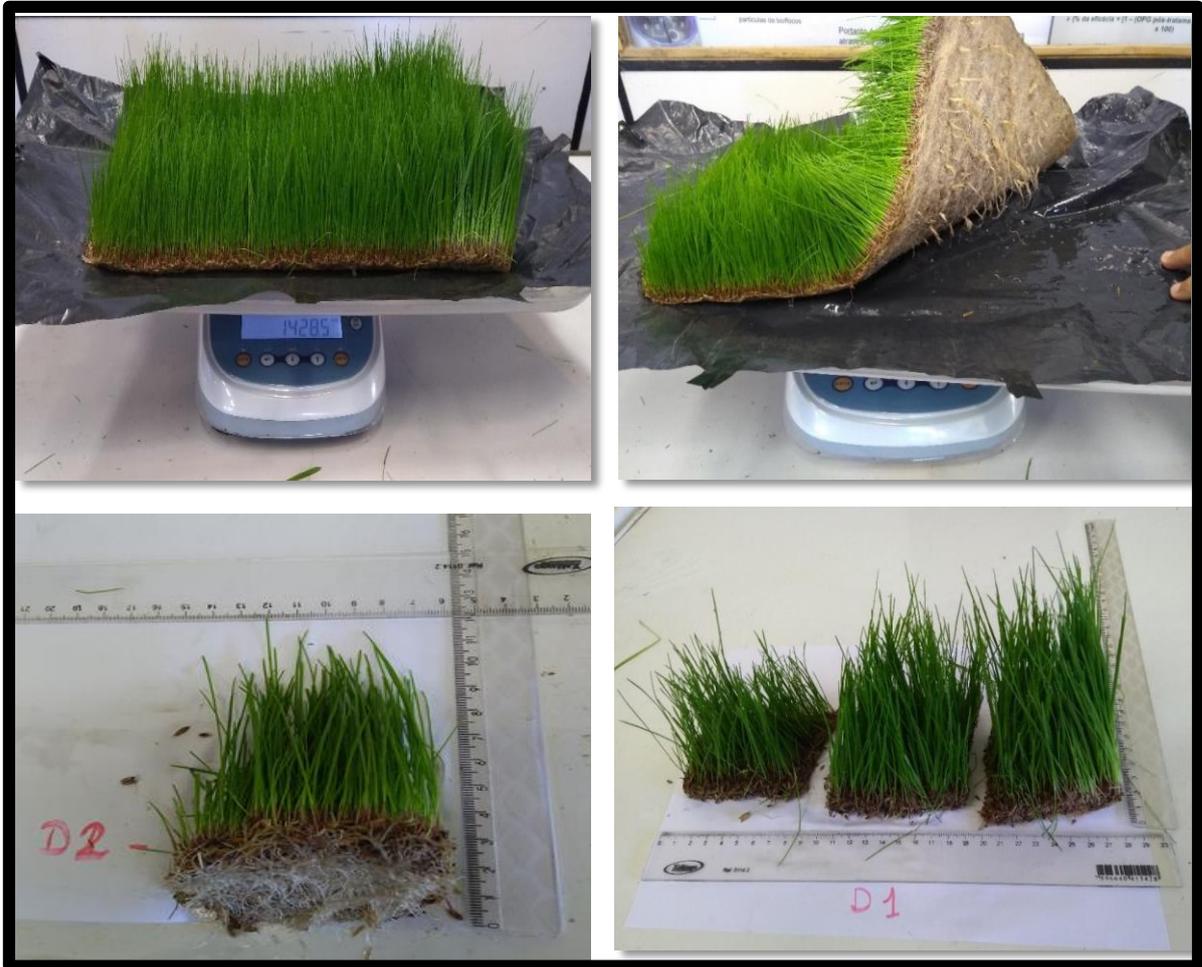


Fonte: A autora, 2018.

Os resultados encontrados para fitomassa fresca (FF) apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as sementeiras de aveia ( $10,45 \pm 1,09$  e  $9,15 \pm 0,57 \text{ kg/m}^2$ ), com maior produção de fitomassa na densidade 1, entretanto, o azevém não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ), porem produziu uma maior fitomassa na densidade 2 com  $12,38 \pm 1,02 \text{ kg/m}^2$  e  $123,80 \pm 10,27 \text{ t ha}^{-1}$  (figura 12). Resultados obtidos neste experimento são inferiores aos avaliados por Müller, (2003) que obteve altura de 24cm e  $14,0 \text{ kg/m}^2$  de FF em milho hidropônico aos 14 dias de. Ao analisar cevada em sistema hidropônico Santos, O. S., et al. (2010), observaram que a gramínea anual de inverno cevada apresentou boa produção de fitomassa fresca, com densidade de sementeira de  $3,0 \text{ kg/m}^2$ , e produção de  $17,53 \text{ kg/m}^2$  MF, em condições climáticas favoráveis. Contudo, Henriques, (2000), ressalta a grande vantagem em produzir forragem hidropônica, pois a apresenta alta produção de fitomassa fresca por área, e que a forragem hidropônica de milho pode produzir aproximadamente  $6 \text{ t ha}^{-1}$  ano.

Os valores de fitomassa seca (FS) não apresentaram diferença significativa entre as densidades, porem produziu uma maior (FS) na densidade 2 com ( $1,54 \pm 0,12 \text{ kg/m}^2$ ) e ( $15,44 \pm 1,28 \text{ t ha}^{-1}$ ) ( $P < 0,05$ ). Esses valores são inferiores aos resultados citados por Müller, et al., (2006) ao avaliarem produtividade de trigo hidropônico, observaram que fitomassa seca (FS) em colheita aos 10 dias ( $2,28 \text{ kg/m}^2$ ), sendo este resultado superior em relação à colheita aos 20 dias ( $1,62 \text{ kg/m}^2$ ). O mesmo foi relatado por Fao, (2001), em forragem hidropônica, onde colheitas realizadas após 10 dias não seriam adequadas, devido à diminuição de fitomassa seca, pois em cultivo de forragem hidropônica de aveia, pois observou-se valores decrescentes de FS de 3,26, 2,95 e  $2,27 \text{ kg/m}^2$ , aos 7, 11 e 15 dias, respectivamente. Porem os resultados obtidos neste trabalho são superiores aos encontrados em produção de aveia branca e o azevém em produção convencional. Aveia branca pode produzir até  $7,0 \text{ t MS ha}^{-1}$ , sendo mais precoce que azevém, e tem boa aceitação pelos animais. O azevém tem boa aceitação pelos animais e pode produzir de 2,0 a  $6,0 \text{ t MS ha}^{-1}$  (FONTANELI, et al., 2012).

Figura 12 – Estatura e pesagem da fitomassa do azevém (*Lolium multiflorum*).



Fonte: A autora, 2018.

#### 5.4 Análises bromatológicas

Os valores observados após as análises bromatológicas neste experimento para matéria seca (MS) e para fibra detergente ácida (FDA) não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para as densidades testadas. Entretanto, em relação a matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra detergente neutra (FDN) apresentaram diferença significativa em relação as densidades e a fitomassa analisadas (tabela 3).

Tabela 3 – Composição bromatológica da aveia e azevém analisados após o período experimental em diferentes densidades na matéria seca.

		Composição Bromatológica %				
Variáveis		MS	MM	PB	FDN	FDA
D 1	Aveia	12,27±0,37 <sup>a</sup>	8,65±0,66 <sup>b</sup>	15,96±0,57 <sup>a</sup>	54,72±2,92 <sup>a</sup>	22,15±1,38 <sup>a</sup>
	Azevém	11,31±0,68 <sup>a</sup>	11,35±0,09 <sup>a</sup>	19,09±1,05 <sup>a</sup>	51,59±2,96 <sup>a</sup>	27,38±1,89 <sup>a</sup>
D 2	Aveia	15,64±0,33 <sup>a</sup>	10,02±0,52 <sup>a</sup>	15,57±0,09 <sup>a</sup>	46,00±1,39 <sup>b</sup>	23,93±1,11 <sup>a</sup>
	Azevém	11,74±0,24 <sup>a</sup>	7,21±0,12 <sup>b</sup>	13,64±0,13 <sup>b</sup>	48,85±2,92 <sup>a</sup>	26,63±1,32 <sup>a</sup>
P		0,1257	0,0001	0,0001	0,0031	0,4813
CV (%)		1,75	4,65	3,77	5,19	5,83

Fonte: A autora, 2018.

D1 e D2 – densidade 1 e 2, MS – matéria seca, MM – matéria mineral, PB – proteína bruta, FDN – fibra detergente neutro, FDA – fibra detergente ácida;

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas apresentam diferença significativa (P<0,05).

Os valores encontrados para matéria mineral (MM) neste trabalho foram de 8,65±0,66% (D1) e 10,02±0,52% (D2) para aveia entre as densidades avaliadas, onde a densidade 2 foi superior a densidade 1. Resultados semelhantes foram observados por Matos; Teixeira, (2016) quando testaram em milho hidropônico diferentes soluções nutritivas, constataram valores entre 8,74 a 12,17 de matéria mineral. Zorzan, (2006), avaliando a qualidade de forragem hidropônica para centeio, cevada, centeio+ervilhaca e cevada+ervilhaca, no outono e inverno, constatou que o conteúdo da matéria mineral variaram de 6,05 a 9,28% aos 14 dias de cultivo. Carlin, (2006), encontrou resultado correspondente a 7,78% de matéria mineral, para a forragem hidropônica de cevada cervejeira. Moreno, et al., (1995), em estudos realizados na Universidade Nacional Agraria La Molina, compararam cevada germinada hidroponicamente com milho cultivado tradicionalmente. Os teores de matéria mineral encontrados foram menores do que os determinados neste experimento, 5,12 e 6,23% na matéria seca para a cevada e o milho, respectivamente.

Em relação ao valor proteico das forragens analisadas, observou-se neste experimento que o valor de proteína bruta foi maior na densidade 1 para o azevém (19,09±1,05%) (P>0,05). Corroborando com este resultado, trabalhos desenvolvidos por Sandia, (2003), quando avaliou forragens hidropônicas, e afirmou que estas

possuem em médias 20,23% PB, sendo o azevém a espécie que mais se aproximou deste valor. Müller, et al., (2005) ao avaliar a produção e qualidade bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico em relação à proteína bruta, obteve resultados significativos, quando comparou as seguintes espécies entre si, onde o milho apresentou maior teor (18,26%) em relação ao milho (12,79%) e o arroz (8,15%). Entretanto, Muller, et al., (2006) avaliando soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum L.*), observaram que o teor de proteína bruta, apresentou resultados significativos aos 15 dias com 29,84% PB.

Os valores de fibra detergente neutro (FDN), foram significativos para aveia que apresentou o menor valor ( $46,00 \pm 1,39\%$ ) ( $P > 0,05$ ) na densidade 2. Em estudos realizados em sistemas hidropônicos verificou aos 7, 11 e 15 dias, valores de 56,0, 63,0 e 58,0% FDN em forragem hidropônica de aveia, respectivamente Fao, (2001), sendo estes valores superiores aos observados neste estudo. Entretanto, Espinoza, et al., (2004), observaram em forragem hidropônica de milho, aos 9 dias, teor de FDN de 41,46%, sendo inferiores aos encontrados neste trabalho. De acordo com o (NRC, 1989), as dietas de vacas em lactação devem conter, no mínimo, 25 a 28% de FDN, sendo 75% deste total suprido por forragens. Contudo com o teor da FDN é inversamente correlacionado com a ingestão de fitomassa seca, os níveis de FDN acima de 55-65%, não seriam indicados, pois reduzem o consumo de forragem, e estes níveis limitariam o espaço no trato gastrintestinal (CONRAD, et al., 1966; VAN SOEST, 1965).

Resultados de fibra detergente ácida (FDA) não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as espécies avaliadas sendo os menores valores observados na densidade 1 e 2 ( $22,15 \pm 1,38\%$  e  $23,93 \pm 1,11\%$ ), respectivamente para aveia. Segundo, Mertens, (1994), a FDA indica a quantidade de fibra que não é digestível, a proporção de lignina, o seu teor deve ser em torno de 30% ou menos, pois irá favorecer o consumo de fitomassa seca pelo animal. Sendo assim, os valores observados neste trabalho são adequados ao consumo animal. Espinoza, et al., (2004), apresentou valores semelhantes a este trabalho, em forragem hidropônica de milho, aos 9 dias de cultivo, com valores de 20,94% FDA. Ainda Fao, (2001), cita valores de FDA superiores ao encontrado neste trabalho em forragem hidropônica de aveia, aos 15 dias, com valores médios de 27,97%.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Técnicas como a aquaponia permitem a produção de volumosos em curto espaço de tempo, o que é muito importante em épocas de escassez de alimentos, pois o material é uma fonte de complemento alimentar para os animais, que irá complementar a renda dos piscicultores.

Importante salientar, que esta técnica é uma alternativa de produção de alimento em espaços reduzidos e com pouca utilização de água e que nenhum momento tem a intenção de substituir o sistema convencional, entretanto, é uma forma prática de produção de alimento em quantidade e qualidade.

Este trabalho vem contribuir para a produção de alimento para pequenos e grandes ruminantes e até mesmo para pequenas criações (aves, suínos e coelhos). Mas, devido à deficiência de informações acadêmicas a respeito do assunto, são necessários estudos futuros nesta linha de pesquisa. Avaliando as inúmeras hipóteses, seriam importantes novos ensaios com avaliação dos compostos amoniacais e avaliação da digestibilidade *in vitro* ou *in vivo* das forragens.

## REFERÊNCIAS

ADLER, P.R. et al. (2000). Economic analysis of na aquaponic system for the integrated production of rainbow trout and plants. **International Journal of Recirculating Aquaculture**, 1(1):15-34.

AMORIM, A.C. et al. Produção de milho (*Zea mays*) para forragem através de sistema hidropônico, 2000. In:\_\_\_ REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 200, Viçosa. **Anais...**Viçosa, SBZ, CD-ROOM.

BRAZ FILHO, M.S.P. Qualidade na produção de peixes em sistema de recirculação de água. **Monografia** (Pós Graduação em Qualidade nas Empresas) - Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo. 2000. 41p.

CALÓ, P. Introducción a la Acuaponia. **Centro Nacional de Desarrollo acuícola (CENADAC)**. Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca. Argentina, 2011. 15 p.

CARLIN, C.D.C. **Forraje Verde Hidropônico**. Disponível em: <<http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/articulo/88>> Acesso: em 14/01/2006.

CARNEIRO, P.C.F. et al. **Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais**. Macapá, 2015. 683–706p. v 2.

CASTELLANI, D. et al. **Aquaponia: aproveitamento do efluente do berçário secundário do Camarão-da-Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) para produção de alface (*Lactuca sativa*) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*) hidropônicos**. Funep, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012-2013.

Coordenadas Geográficas Disponível em: <<http://pt.db-city.com/Brasil--Rio-Grande-do-Sul--Dom-Pedrito>> Acesso em: 06/04/2018.

CONRAD H.R. et al. (1966). Regulation of feed intake in dairy cows. **J. Dairy Sci.**, 47: 54-62.

CORSO, M.N. **Uso de sistemas com recirculação em aquicultura**. Porto alegre. 2010. 36 p.

CORTEZ, G.E.P. (1999). Cultivo de alface por hidroponia associado à criação de peixes. **Tese** - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 120 p.

EMATER (2018) **G1 – Rio Grande do Sul, RBSTV**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/estiagem-leva-27-cidades-a-decretarem-emergencia-e-causa-r-1-bilhao-de-prejuizo-no-rs.ghtml>> Por G1 RS> Acesso em:(02/03/2018 21h53).

CRIVELENTI, L. Z.; BORIN, S.; da SILVA, N. R. Piscicultura superintensiva associada á hidroponia em sistema de recirculação de água. **Archives of veterinary Science**. v.14, n.2, p.109-116, 2009.

ESPINOZA, F. et al. Uso del forraje de maíz (Zea mays) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. **Zoootenia Tropical**, Maracay, v. 22, n. 4, p. 303-315, oct-dic. 2004.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. **Manual técnico forraje verde hidropónico**. Santiago, Chile. 73 pp.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira** / editores, - 2. ed. - Brasília, DF: Embrapa, 2012. 544 p.

HAUT, V. 2003. Produção de forragem hidropônica de gramíneas. **Tese Doutorado em Zootecnia**. Univ. Fed. Santa Maria, Brasil. 94 pp.

HERBERT, S. et al., **Aquaponics in Australia - The integrations of Aquaculture and Hydroponics**. Mudge, Australia, 2008, 28p.

HENRIQUES, E. R. **Manual de produção-forragem hidropônica de milho**. Uberaba: FAZU, 2000. 15 p.

HUNDLEY, G. M. C.; NAVARRO, R. D.; FIGUEIREDO, C. M. G.; NAVARRO, F. K. S. P.; PEREIRA, M. M.; FILHO, O. P. R.; FILHO, J. T. S. Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjeriço (*Origanum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistema de aquaponia. **Revista brasileira de agropecuária sustentável**. v.3,n.1,p.51-55. 2013.

LEWIS, W.M. et al. Use of hydroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system. **Transactions of American Fisheries Society**, 1978. v. 107, n. 1, p. 92-99,

LÓPEZ, P. J. et al. **Producción de Forraje Verde Hidropónico**. Revista Fuente nueva época Año 4, No. 13, abril - junio 2013. p. 16-26 Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Porfirio\\_Juarez-lopez/publication/275715557\\_PRODUCION\\_DE\\_FORRAJE\\_VERDE\\_HIDROPONICO/links/554518420cf23ff716869954.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Porfirio_Juarez-lopez/publication/275715557_PRODUCION_DE_FORRAJE_VERDE_HIDROPONICO/links/554518420cf23ff716869954.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2018, às 19h 39min.

MARTINS, R.V. 2004. **Hidroponia orgânica**. Disponível em <http://www.hydor.eng.br/Pagina16.htm>

MATEUS, J. Acuaponía: hidroponía y acuacultura, sistema integrado de producción de alimentos. **Red hidroponía Boletín** 44, p7-10. 2009.

MATOS, D. C.; TEIXEIRA, E. C. Avaliação do rendimento e da qualidade bromatológica da forragem de milho hidropônico produzida com diferentes fertilizantes. **Trabalho de Conclusão de Curso** – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016. 28f.

MEDEIROS, L. M. **Produção e Composição Bromatológica da Forragem Hidropônica de Trigo**. Santa Maria - RS: UFSM-CCR, 2006. 73 p.

MERCANTE, C. T. J. et al. Water quality in a fish pond with Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*): diurnal assessment of physics, quimics and biologics variables, São Paulo State, Brazil. **Bioikos**, Campinas, 21(2):79-88, jul./dez., 2007.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G. C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MORENO, A.; CARRASCO, I.; PICHILINGUE, C. **Producción de forraje verde hidropónico**. In: 2do. Curso Taller. Dpto. de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 1995. 97 pp.

MÜLLER, L. Produção de forragem hidropônica e o seu uso na alimentação animal. Monografia (**Estágio supervisionado em Zootecnia**) – Curso de Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, RS, 2003. 60p.

MÜLLER, L. et al. Produção e Qualidade Bromatológica de Gramíneas em Sistema Hidropônico. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.12, n.1, p. 88-97. 2005.

MÜLLER, L. et al. Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Zootecnia Trop**. v.24 n.2: 137-152. Maracay jun. 2006.

NICOLA M.C. 2002. Cultivo hidropônico da alface utilizando soluções nutritivas orgânicas. **Dissertação Mestrado em Agronomia**. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, RS. Brasil. 62 p.

NRC (National Research Council). 1989. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 157pp.

OLIVEIRA, A. L. et al. Produção de forragem de milho pelo sistema de hidroponia. In:\_\_\_ REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SBZ. 2001, p.268-269.

RAKOCY, J.E.; LOSORDO, T.M.; MASSER, M.P. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems, **SRAC publication**. 2006. 454p.

SANDIA - Sandia Nacional Laboratorios para New México y el Caribe. Produção de forrage verde hidropônico. **Manual técnico**. Disponível em: [www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf](http://www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf) Acesso: 06/09/2003.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; BAIER, A. C.; TOMM, G. O. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas Regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 142 p.

SANTOS, O.S. et al. **Cultivos sem solo: hidroponia**. Santa Maria: UFSM/CCR, 2000. 107p. (Caderno Didático, 01).

\_\_\_\_\_, **Conceito, histórico e vantagens da hidroponia**. In: SANTOS, O. (Ed.) Hidroponia da alface. Santa Maria: UFSM, 2000. 160p.5-9p.

SANTOS, O.S. et al. Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros. Santa Maria: UFSM/CCR, 2004. 8p. (**Informe Técnico** 04/2004).

SANTOS, O.S. et al. Produção de forrageiras hidropônicas de três espécies de +6poáceas, no inverno. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 16, Ed. 121, Art. 821, 2010.

SILVA, D. J. 1991. Análise de Alimentos. **Métodos Químicos e Biológicos**. Univ. Fed. Viçosa. Viçosa, MG. 166 pp.

TYSON, R V.; TREADWELL, D. D.; SIMONNE, E H. Opportunities and challenges to sustaina bility in aquaponic systems. **Hort Technology**, v. 21, n. 1, p. 6-13, 2011.

VAN SOEST, P.J. 1965. Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **J. Animal Sci.**, 24(3): 834-844.

WILSON, G. Australian barramundi farm goes aquaponic, **Aquaponics Journal**, 37. Sidney, Australia, 2005. p. 2–16.

ZORZAN, M. H. S. Avaliação da qualidade de forragem hidropônica de Centeio, Cevada e Ervilhaca. **Tese de Doutorado**. Programa de Pós-Graduação em Agronomia UFSM. Santa Maria, RS. 2006. p. 62.