

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE
MILHO CRIOULO ALIANÇA COM USO DE BIOFERTILIZANTE E
DIFERENTES SUBSTRATOS

INGRID TRANCOSO DA SILVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

ABRIL – 2017

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO CRIOULO
ALIANÇA COM USO DE BIOFERTILIZANTE E DIFERENTES SUBSTRATOS

INGRID TRANCOSO DA SILVA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof. Fábio Cunha Coelho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL - 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCH / UENF**

062/2017

S586 Silva, Ingrid Trancoso da.

Produção e qualidade de forragem hidropônica de milho crioulo aliança com uso de biofertilizante e diferentes substratos / Ingrid Trancoso da Silva–Campos dos Goytacazes, RJ, 2017.

75 f.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2017.

Orientador: Fábio Cunha Coelho.

Bibliografia: f. 63 - 73.

1. Biofertilizante Agrobio. 2. Forragem Hidropônica de Milho. 3. Alimentação Animal. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 633.15

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO
CRIOULO ALIANÇA COM USO DE BIOFERTILIZANTE E DIFERENTES
SUBSTRATOS

INGRID TRANCOSO DA SILVA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 12 de abril de 2017

Comissão Examinadora:

Paulo Cesar dos Santos (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Sílvio de Jesus Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Wallace Luis de Lima (D.Sc., Ciências do Solo) – IFES

Prof. Fábio Cunha Coelho (D.Sc., Fitotecnia) – UENF
(Orientador)

“Chamo o Tempo, eu chamo o Tempo
Para ele vir me ensinar
Aprender com perfeição
Para poder ensinar

Os que forem obedientes
Tratar de aprender
Para ser eternamente
Para Deus lhe atender

Depois que o Tempo chega
Ninguém quis aprender
Depois que refletir
É que vai se arrepender

Firmeza no pensamento
Para seguir no caminho
Embora que não aprenda muito
Aprenda sempre um bocadinho”.

Mestre Irineu

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e suas falanges por estarem sempre presentes em minha vida.

Agradeço:

À minha mãe Elizabeth pela amizade e incentivo;

À minha avó Adelaide pela confiança, amizade e auxílio, sem seu apoio seria muito difícil concluir essa jornada;

Aos meus irmãos Ralph e Raquel, vocês fazem muita falta!

Ao meu amor Evandro pelo companheirismo e auxílio durante o experimento, sua força foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho;

Às minhas irmãs de coração Livia e Marcelly por sempre estarem presentes;

Ao amigo Carlos Henrique que teve grande influência na minha vida;

Aos amigos Marcus (Negão), Lucas (Tropeço), Luísa, João Luiz, e Helena (tia) pela convivência e amizade durante esse período;

Ao professor Fábio pela orientação, amizade e aprendizados que vão além da academia;

Ao professor Alberto pelo auxílio e boa vontade;

Aos irmãos da Virgem da Luz, que tanto me fortalecem;

Aos colegas Paulo, Maxweel e Jaídson pela ajuda;

À colega Tamara pelas dicas durante o experimento;

Às colegas Gabriela, Ariane e Nayla, a equipe do laboratório LZNA (Almir, Laila e Marcelo), e ao Sr. Acácio pela ajuda nas análises;

Aos professores Eliemar Campostrini e Deborah Barroso pelo aprendizado, vocês são excelentes professores!

A UENF pela oportunidade e auxílio concedido.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. Forragem hidropônica.....	16
2.2. Qualidade e valor nutritivo das forragens.	18
2.3. Substratos na produção de forragem hidropônica	21
2.3.1. Bagaço de cana-de-açúcar	22
2.3.2. Poda de grama.....	23
2.4. O milho na produção de forragem	24
2.5. Variedades crioulas de milho.....	26
2.6. Solução nutritiva: adubos minerais e biofertilizante	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1. Substratos na produção de forragem hidropônica de milho -	
Experimento 1	39
4.1.1. Teor de N, P e K na parte aérea do milho e na forragem hidropônica.....	39
4.1.2. Comprimento da parte aérea do milho na forragem hidropônica	44
4.1.3. Matéria mineral, proteína bruta, gordura e produção de matéria seca na forragem.....	45

4.2. Doses de biofertilizante na produção de forragem hidropônica de milho – Experimento 2	50
4.2.1. Teor de N, P e K na parte aérea do milho e na forragem hidropônica.	50
4.2.2. Comprimento da parte aérea do milho na forragem hidropônica	54
4.2.3. Matéria mineral, gordura, proteína bruta, e produção de matéria seca na forragem.....	55
4.2.4 Conclusões	59
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	60
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
APÊNDICE.....	74

RESUMO

SILVA, Ingrid Trancoso; M. SC.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2017. Produção e qualidade de forragem hidropônica de milho crioulo aliança com uso de biofertilizante e diferentes substratos. Orientador: Prof. Fábio Cunha Coelho.

A produção de forragem hidropônica representa uma alternativa sustentável e econômica para suplementação alimentar que pode ser produzida em qualquer época do ano. O objetivo deste trabalho foi avaliar doses de biofertilizante Agrobio e substratos orgânicos na produção e qualidade da forragem hidropônica de milho crioulo variedade Aliança. Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação do Laboratório de Fitotecnia na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes, RJ. Ambos tiveram delineamento em blocos casualizados sendo que, o primeiro com sete repetições e o segundo com quatro. O primeiro experimento foi constituído por três tratamentos correspondentes aos substratos bagaço de cana-de-açúcar (BC), poda de grama (PG) e sem a utilização de substrato (SS). O segundo experimento conteve seis tratamentos correspondentes aos cinco volumes de Agrobio (0, 19, 38, 57 e 76 mL por bandeja, que correspondem a 0; 0,72; 1,44; 2,16; 2,88 L.m⁻²) e mais um tratamento com solução nutritiva de Hoagland e Arnon (que corresponde a 57 mL por bandeja ou 2,16 L.m⁻²). Foram analisadas as seguintes características: comprimento da parte aérea, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura bruta, matéria mineral (MM), N, P e K na forragem completa e na parte aérea (PA). No primeiro experimento, o tratamento com poda

de grama apresentou valores superiores em relação ao bagaço de cana para comprimento da parte aérea e teores de N, P, K, K (PA), PB e gordura, o que pode ser atribuído à composição inicial do substrato. No entanto, o tratamento com bagaço de cana apresentou maior acréscimo destas características. O tratamento sem uso de substrato apresentou baixa germinação e crescimento das plantas de milho, sendo observados valores de N, P, K, PB, MM, MS e gordura muito similares aos obtidos para as sementes. No segundo experimento, a altura das plantas apresentou valor máximo estimado com $2,02 \text{ L m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ do biofertilizante. Em média, os teores de K na parte aérea, na forragem completa e o teor de matéria seca foram superiores nos tratamentos com biofertilizante em comparação ao tratamento com solução nutritiva. O maior valor de matéria seca observado devido ao biofertilizante foi de $4,29 \text{ kg.m}^{-2}$ com o volume de aplicação de $2,16 \text{ L m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, demonstrando acréscimo de produção de $0,44 \text{ kg m}^{-2}$ em relação à solução nutritiva. Desta forma, é recomendado o uso de Agrobio na produção de forragem hidropônica de milho, podendo substituir a solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950).

ABSTRACT

SILVA, Ingrid T. Msc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April, 2017. Production and quality of hydroponic forage of landrace maize Aliança with the use of biofertilizer and different substrates. Advisor: Fábio Cunha Coelho.

Hydroponic forage production represents a sustainable and economical alternative to food supplementation that can be produced at any time of the year. The objective of this work was to evaluate doses of Agrobio biofertilizer and organic substrates in the production and quality of the hydroponic forage of landrace maize variety Aliança. Two experiments were carried out in a greenhouse at the Phytotechnology Laboratory at the Northern part of Rio de Janeiro State University Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. Both had a randomized block design, with the first with seven replicates and the second with four. The first experiment consisted of three treatments corresponding to the substrates of sugarcane bagasse (BC), grass pruning (PG) and without the use of substrate (SS). The second experiment contained six treatments corresponding to the five Agrobio volumes (0, 19, 38, 57 and 76 mL per tray, corresponding to 0, 0.72, 1.44, 2.16, 2.88 L.m⁻²) and one treatment with Hoagland and Arnon nutrient solution (corresponding to 57 mL per tray or 2.16 L.m⁻²). The following characteristics were analyzed: aerial part length, dry matter (DM), crude protein (CP), crude fat, mineral.matter (MM), N, P and K in complete forage and aerial part (PA). In the first experiment, treatment with grass pruning showed higher values in relation to cane bagasse for shoot length and N, P, K, K (PA), CP and fat contents, which

can be attributed to the initial composition of the substrate. However, the treatment with sugarcane bagasse showed a greater increase of these characteristics. The treatment without substrate use showed low germination and growth of maize plants, being observed N, P, K, PB, MM, DM and fat values very similar to those obtained for the seeds. In the second experiment, the height of the plants presented a maximum value estimated at the concentration of 2.02 L.m⁻² of the biofertilizer. On average, K content in aerial part, total fodder and dry matter content were higher in biofertilizer treatments compared to nutrient solution treatment. The highest dry matter value observed for the biofertilizer was 4.29 kg.m⁻² with the application volume of 2.16 L.m⁻², demonstrating a production increase of 0.44 kg.m⁻² in relation to nutrient solution. Thus, it is recommended the use of Agrobio in the production of maize hydroponic fodder, which may replace the nutrient solution of Hoagland and Arnon (1950).

1. INTRODUÇÃO

As pastagens ocupam dois terços da área agricultável do mundo e em muitos locais são a base da alimentação de bovinos (Paulino et al., 2010). No Brasil, as áreas de pastagens ocupam cerca de 172 milhões de hectares, com diversos níveis de produtividade (Zaia, 2014). Desta forma, as pastagens desempenham papel fundamental na pecuária brasileira, garantindo baixos custos na produção de carne e leite (Fonseca e Martuscello, 2011; Dias-Filho, 2014). No entanto, o manejo inadequado destas áreas contribui para a baixa produtividade do pasto, dificultando assim a produtividade animal.

A baixa fertilidade do solo e o manejo incorreto são apontados como as principais causas da degradação (Paulino et al., 2010). A degradação das pastagens tem sido um grande problema para a pecuária brasileira, por ser essa desenvolvida basicamente em pastos, afetando diretamente a sustentabilidade e a produtividade do sistema produtivo (Peron e Evangelista, 2004).

Um dos fatores que contribui para a baixa produtividade das pastagens brasileiras é o déficit hídrico em determinadas regiões. Nas regiões norte e noroeste do Rio de Janeiro a produção de pastagens durante a estação de seca corresponde a aproximadamente 20% da observada no período das chuvas, fator preponderante para o baixo desempenho animal (Palieraqui et al., 2006).

Segundo levantamento de perdas no município de Campos dos Goytacazes, o período de seca no ano de 2014 provocou prejuízo no setor agropecuário devido à falta de alimento. A cadeia de produção de leite sofreu

perda de 25% e a cadeia de produção de carne de aproximadamente quatro arrobas por animal. Com o preço da arroba em R\$100,00 o montante perdido foi de aproximadamente R\$80.000.000,00 (Secretaria Municipal de Agricultura, 2014; Locatelli, 2016). Em Campos dos Goytacazes, 2.046.077 hectares são ocupados por pastagens (IBGE, 2014).

O estudo de novas tecnologias de suplementação alimentar é importante para que a pecuária brasileira não sofra redução na sua produtividade em épocas de déficit alimentar, período em que a produção e a qualidade da forragem não suportam as exigências nutricionais dos animais. A adoção de alternativas que visem minimizar os prejuízos causados por fatores climáticos adversos torna-se essencial quando se objetiva uma produção estável e rentável (Müller et al., 2006).

A produção de forragem por meio da hidroponia surge como alternativa em situações de dificuldades na obtenção de forragem regular durante o ano, não compete com sistemas tradicionais de produção de pastagem, mas serve como complemento, especialmente durante períodos de déficit (FAO, 2006). Essa técnica se caracteriza por ser composta por um conjunto de plantas jovens, com crescimento acelerado, ciclo curto de produção, e elevado rendimento de fitomassa fresca, possuindo alto teor proteico e boa digestibilidade, por se encontrar em fase inicial de formação.

Uma das principais vantagens que a produção de forragem hidropônica apresenta é a alta produtividade em pequeno espaço e em um período curto. Desta forma, este sistema de produção pode ser uma boa opção para produtores que necessitem complementar a alimentação animal e desejem aumentar sua produção e não possuem área suficiente para plantio de forrageiras. Esse sistema pode auxiliar produtores de regiões secas e com pouca disponibilidade de água, tendo em vista que a produção de forragem hidropônica requer pouquíssima água comparada ao sistema de produção a pasto.

Diversas espécies podem ser utilizadas na produção de forragem por meio da hidroponia, como, por exemplo, o milho, que é muito utilizado na produção de forragem para alimentação de ruminantes por ser uma fonte alta de energia, apresentar alto potencial de produção de matéria seca, boa composição de fibras e amido (carboidrato não fibroso) (Alvarez et al., 2006). O milho é a espécie que tem sido mais utilizada no Brasil, para a produção de forragens hidropônicas

devido a sua maior disponibilidade, baixos preços das sementes, adaptação ao clima tropical, alta produtividade e ciclo curto (Crevelari, 2013).

Existem diversas variedades de milho com características peculiares, que diferem quanto a tolerância a condições adversas, produtividade, qualidade, etc. As variedades crioulas geralmente são produzidas por pequenos produtores e são adaptadas às condições da região de cultivo. O uso continuado da semente crioula é uma forma de rejeição do modelo tecnológico imposto pelas empresas multinacionais oligopolistas de sementes híbridas e transgênicas (Carvalho, 2003). Possibilita a autonomia do produtor, tendo em vista que eles próprios produzem suas sementes, independem de mercado externo, reduzindo assim o custo de produção.

Diversos aspectos devem ser levados em consideração em um cultivo hidropônico. Como, por exemplo, o uso de substratos e de soluções nutritivas. A utilização de substratos e soluções nutritivas de fácil acesso e que exige poucos gastos aos produtores é fundamental para que a produção de forragem hidropônica seja economicamente viável (Araujo et al., 2010).

O uso de substrato auxilia na fixação das plantas e na manutenção da umidade (Fermino, 2003). A utilização de resíduos de outras produções na alimentação animal, como o bagaço de cana-de-açúcar, ou resíduos que seriam descartados, como a poda de grama torna o processo produtivo mais acessível economicamente. Porém, a utilização de substratos não é essencial para produção hidropônica. Diversos estudos com forragem hidropônica já foram desenvolvidos sem uso de substratos (FAO, 2006; Muller et al., 2006; Zorzan, 2006; López-Aguilat et al., 2009).

A solução nutritiva é um dos pontos principais do cultivo hidropônico. No Brasil, a hidroponia orgânica é recente, mas, já é muito utilizada no mundo inteiro apresentando excelentes resultados, muitas vezes melhores do que os obtidos pela hidroponia inorgânica, logicamente, dentro de suas limitações (Muller et al., 2006).

Em busca de um desenvolvimento agrícola sustentável, cada vez mais o agricultor familiar distancia-se dos insumos sintéticos e passa a fazer uso de insumos orgânicos. Existem materiais com potencial para uso como os biofertilizantes, que figuram entre os principais insumos utilizados em sistemas agroecológicos (Tesseroli Neto, 2006). Uma das vantagens do uso de

biofertilizantes é a independência do agricultor e a diminuição do custo de produção, tendo em vista que esse material pode ser facilmente produzido na propriedade.

A produção de forragem hidropônica pode ser considerada uma tecnologia economicamente acessível e lucrativa, e devido a sua alta produtividade e baixo impacto ambiental tem despertado interesse crescente dos produtores. Em vários países e inclusive no Brasil, a forragem hidropônica vem sendo utilizada com êxito para suplementação da dieta de animais, não apenas bovinos, mas também cavalos, cordeiros, cabras, coelhos, aves e outros (FAO, 2006).

Tendo em vista a necessidade de desenvolvimento de técnicas menos dependentes de insumos externos, e que diminuam o custo de produção e o uso de mão de obra, a produção de forragem hidropônica apresenta-se como uma alternativa viável para pequenos e médios produtores. Entretanto, muitos aspectos relacionados a essa tecnologia devem ser avaliados, como a influência do uso de substratos e a utilização do uso de biofertilizantes como fonte de nutrientes.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a qualidade da forragem hidropônica de milho crioulo Aliança, utilizando-se solução nutritiva e doses de biofertilizante, cultivada sob bagaço de cana-de-açúcar, poda de grama e sem a presença de substrato.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Forragem hidropônica

A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo de plantas sem uso de solo de forma que os nutrientes minerais essenciais são fornecidos às plantas via solução nutritiva, na ausência ou na presença de substratos naturais ou artificiais (Rodrigues, 2002). A primeira referência na literatura sobre o cultivo de plantas sem uso do solo é do pesquisador inglês John Woodward (1665–1728), que cultivou plantas de menta (*Mentha spicata*) em vasos com água da chuva, torneira, enxurrada e líquido de esgoto diluído, tendo observado maior crescimento nas plantas cultivadas com líquido de esgoto diluído (Bezerra Neto e Barreto, 2012).

A forragem hidropônica é uma tecnologia de produção que consiste na germinação de sementes de plantas forrageiras de crescimento rápido, na ausência de solo. Geralmente a colheita é realizada até 15 dias após a semeadura (FAO, 2006; Flôres, 2009; Piccolo et al., 2013). O alimento produzido é considerado de alta qualidade por ser rico em fibras, proteínas, vitaminas e minerais (Al-karaki e Al-hashimi, 2011).

O cultivo de forragem hidropônica é considerado um grande avanço tecnológico na alimentação animal devido a diversas vantagens como: baixo consumo de água e fertilizantes, produção em curto prazo, redução da mão de obra inerente à produção e conservação de forragens (FAO, 2006; Müller et al.,

2006), menor risco de adversidades meteorológicas, produção em qualquer estação do ano, melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas e melhor controle fitossanitário (Bezerra Neto e Barreto, 2012).

Essa técnica também dispensa o uso de substâncias químicas como inseticidas, herbicidas, fungicidas e promotores de crescimento artificiais (Al-Karaki e Al-Hashimi, 2011). Em relação ao consumo de água, Al-Karaki & Al-Hashimi (2011) ressaltam que a produção de forragem hidropônica requer apenas em torno de 2-3% da água demandada para a mesma produção em condições de campo.

Além de apresentar elevado rendimento de fitomassa fresca e excelente qualidade nutricional, por se encontrar em fase inicial de formação (Santos et al., 2004; Muller et al., 2006), também se destaca por ser totalmente aproveitada, desde as folhas, caules e raízes. Tendo em vista todas essas características, atualmente em muitos países especialmente em regiões áridas e semiáridas do mundo, esta técnica é considerada uma das mais importantes para produção de forragem verde (Al-Karaki e Al-Hashimi, 2011).

Em vários países e inclusive no Brasil, a forragem hidropônica vem sendo utilizada com êxito para suplementação da dieta de animais, não apenas bovinos, mas também cavalos, cordeiros, cabras, coelhos, aves e outros. A *Hortisul* é uma empresa brasileira localizada no Rio Grande do Sul, que fornece serviço para implantação de sistemas hidropônicos para produção de forragem (Hortisul, 2017). Na Nova Zelândia existem diversos sistemas sofisticados e especializados na produção de forragem hidropônica, como, por exemplo, a Foddertech, empresa que oferece diferentes tipos de sistemas de produção de forragem hidropônica.

No Peru, a empresa *Forraje Hidropónico E.I.R.L* instala o sistema para produção de forragem hidropônica e fornece cursos de capacitação (Olivas, 2017). No Chile foi preparado um Manual Técnico de Produção de Forragem Verde Hidropônica pela Oficina Regional da FAO (FAO, 2006). Em Portugal os pecuaristas podem fornecer forragem hidropônica para os animais por meio de duas opções, uma é instalar na sua propriedade um sistema de produção dimensionado de acordo com sua demanda. Outra opção é adquirir forragem produzida por empresas especializadas nesse serviço e que se responsabilizam pela entrega domiciliar (Revista Hidroponia, 2015; Agrotec, 2015).

Desta forma, a utilização da forragem hidropônica pode ser uma alternativa para pecuaristas que não dispõem de quantidade suficiente de alimentos para fornecer aos animais, nem mesmo área física para o plantio de pastagens, dificultando assim a terminação dos mesmos e, portanto, o incremento de suas rendas (Bezerra, 2008). Deve ser levado em consideração que esta tecnologia não compete com o sistema tradicional de produção a pasto, visa complementar a alimentação animal, principalmente em períodos de escassez alimentar.

Segundo Muller et al. (2005), o uso da forragem hidropônica como fonte suplementar pode aumentar a produção animal, tendo em vista que as exigências nutricionais estarão sendo atendidas, além de permitir taxas mais altas de lotação animal, elevando a produção por área devido a melhor utilização da pastagem.

De acordo com experimentos relatados pela FAO (2006), o fornecimento de forragem hidropônica para animais, demonstra ser uma opção eficiente. Em cordeiros desmamados, obteve-se 0,240 e 0,187 kg de ganho médio diário de peso, sob dietas com e sem forragem hidropônica, respectivamente, um aumento de aproximadamente 30%; em vacas leiteiras, houve incremento de 18% na produção de leite com alimentação a base de forragem hidropônica; em coelhos, substituindo a ração na proporção de 80%, obteve-se menor tempo de terminação e 50% de economia no custo de produção (Müller et al., 2006).

2.2. Qualidade e valor nutritivo das forragens

A qualidade da forragem é um dos fatores mais importantes que influenciam a produtividade de um ruminante, quer seja em pastejo ou em confinamento (Van Soest, 1994). As plantas forrageiras apresentam ampla variação em relação à qualidade, assim como as necessidades nutricionais variam muito entre e dentro das espécies e categorias animais (Fontaneli e Fontaneli, 2012).

A qualidade de uma planta forrageira pode ser definida como o potencial da forragem em produzir uma resposta animal desejada ou a combinação de características biológicas e químicas que determinam o potencial para a produção de leite e/ou lã e/ou carne e/ou trabalho (Fontaneli e Fontaneli, 2012). Também pode ser representada pela associação da composição bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário, entre outros fatores da forragem em

questão, enquanto o valor nutritivo refere-se à composição química da forragem e sua digestibilidade (Gerdes et al., 2000).

Os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas são classificados em macro e micronutrientes em função das quantidades exigidas. Os macronutrientes (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg e S) constituem cerca de 99,5% da massa seca, enquanto os micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn) constituem cerca de 0,5% da massa seca (Epstein e Bloom 2006). No entanto, os animais exigem maiores quantidades de Ca, P, Mg, K, Na, Cl e S, classificados como macroelementos e pequenas quantidades de Fe, Co, Cu, I, Mn, Zn e Se, classificados como microelementos (Tokarnia et al., 2000). O Ca e P representam 70% do total de minerais encontrados no corpo do animal, sendo que 90% destes estão presentes nos ossos e dentes (Salman et al., 2010).

Além destes, existem elementos ocasionalmente essenciais, que em diferentes condições ou etapas da vida podem ser importantes para o bom funcionamento do organismo animal, estes são: B, Li, Ni, Mo, Cr, Si e V (Underwood e Suttle, 1999).

Os nutrientes minerais desempenham várias funções vitais no organismo dos animais. Embora representando apenas cerca de 5% do peso vivo, contribuem estruturalmente, fazendo parte do esqueleto (80% a 85%), fluídos e tecidos orgânicos, integrando e interagindo com várias substâncias indispensáveis ao funcionamento do organismo, como hormônios, enzimas, vitaminas e outras, assim como participando do metabolismo energético e da síntese de proteínas. Por outro lado, minerais essenciais são importantes também pela toxidez que podem causar ao animal quando ingeridos em excesso. Dessa maneira, o desequilíbrio dos minerais na dieta pode ocorrer tanto pela deficiência como pelo excesso (Veiga e Láu, 1998).

O fornecimento de uma alimentação com níveis adequados dos macro e micronutrientes para o animal é essencial, pois os nutrientes influenciam fatores como o teor de proteína bruta, e conseqüentemente, na digestibilidade e no consumo das forrageiras (Euclides, 1995 apud Gerdes et al., 2000).

Diversos fatores podem influenciar a qualidade da forragem, como temperatura, luminosidade, genética da forrageira, disponibilidade de nutrientes, características do substrato, etc. Por exemplo, substratos oriundos de plantas em estágio avançado no momento da colheita, também é fator determinante na

qualidade da forragem, pois, influencia o valor nutritivo, tendo em vista que à medida que a planta cresce as porções fibrosas aumentam, enquanto o teor proteico e a digestibilidade da fitomassa seca diminuem (Van Soest, 1994, Medeiros, 2006).

Em relação à proteína bruta, é indicado que os valores sejam aproximadamente 11-12% para maior eficiência da digestão no rúmen (NRC, 1978). Todavia, as necessidades de proteína variam de acordo com o peso do animal, a idade, o estágio de lactação e a gestação. Para gramíneas tropicais, os teores de proteína bruta inferiores a 7% na massa seca promovem redução na digestão devido à falta de nitrogênio aos micro-organismos do rumem (Van Soest, 1994; Zorzan, 2006). Quando a dieta é muito baixa em proteína, a digestibilidade total do alimento diminui, e resulta em menor absorção e eficiência do aproveitamento da energia do alimento (NRC, 1978).

Concentração muito alta de proteína pode diminuir a produtividade de leite, mas não causa danos à saúde do animal, pois o excesso de amônia proveniente da dieta com alta concentração de proteína é convertido em ureia e excretado na urina. Assim, dietas com alta concentração de proteína requerem aumento na absorção de água para remover os resíduos pela urina (NRC, 1978). No entanto, segundo Ítavo et al., (2002) níveis elevados de nitrogênio podem causar toxidez pelo excesso de liberação de amônia e também atrapalhar o consumo.

Gorduras, ou lipídios, são todas as substâncias insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos. A principal classe de interesse para a nutrição animal são os ácidos graxos, que correspondem a 90% dos triglicerídeos, a principal forma de armazenamento de lipídios, tanto para plantas, como para animais (Medeiros et al., 2015).

Apesar da necessária moderação no seu uso em dietas para ruminantes, em função dos seus potenciais efeitos negativos na fermentação ruminal, os lipídios são componentes essenciais à vida. A gordura é importante para os ruminantes, pois é a principal forma de reserva de energia, auxilia a manutenção da temperatura corporal dos animais, é fonte de ácidos graxos essenciais; melhora a absorção de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e além disso, o tecido adiposo também tem função endócrina, produzindo importantes hormônios para o metabolismo do animal (Medeiros et al., 2015).

É importante ressaltar que alguns fatores influenciam as necessidades nutricionais dos animais, como espécie, raça, idade, nível de produção, etc. (Mendonça Júnior et al., 2011, Locatelli, 2014). Desta forma, o conhecimento dessas necessidades permite proporcionar condições para que os animais possam atingir máxima produção (Locatelli, 2014).

2.3. Substratos na produção de forragem hidropônica

A função principal dos substratos utilizados em hidroponia é fixar o sistema radicular. Algumas características são importantes como: baixo custo, disponibilidade na propriedade, pH entre 5,6 e 7,0, baixa concentração de sais, volume estável, capacidade de armazenamento de água e de ar (Martinez e Silva Filho, 2006, Píccolo et al., 2013). Os substratos apresentam diferentes características, que devem ser conhecidas, avaliando-se, em cada caso, sua adequação ao sistema e à cultura que se quer produzir (Martinez e Silva Filho, 2006).

A presença do substrato fornece às raízes espaço poroso para sua oxigenação, o que é fundamental para o êxito da cultura (Fermino, 2003). No entanto, também é possível produzir forragem hidropônica sem o uso de substrato, como realizado por diversos produtores e pesquisadores (FAO, 2006; Muller et al., 2006; Zorzan, 2006; López-Aguilar et al., 2009).

Diversos estudos comprovam a influência do substrato na composição e no desenvolvimento das forragens hidropônicas. No trabalho de Piccolo et al., (2013) foi avaliada a influência de três substratos na produção de matéria seca da parte aérea de forragem hidropônica de milho e verificou-se diferenças significativas. Neste trabalho, os tratamentos com uso de bagaço de cana e capim napier apresentaram valores da matéria seca da parte aérea aproximadamente 30% maior comparado com o tratamento que utilizou casca de café como substrato.

Piccolo et al., (2013) também avaliaram a produção de matéria seca da parte aérea da forragem sem a presença de substrato, e não encontraram diferença significativa entre este e o tratamento com casca de café como substrato. Enquanto, substratos de bagaço de cana e capim napier apresentaram os maiores valores de matéria seca da parte aérea. Essa diferença pode ser atribuída às características químicas e físicas dos substratos.

Campêlo et al., (2007) compararam dois substratos (casca de arroz e capim-elefante) e não observaram diferenças significativas em relação ao teor de proteína bruta na parte aérea da forragem hidropônica do milho. Concluíram que o uso de casca de arroz, em comparação ao de capim-elefante picado resultou em forragem de menor qualidade, por elevar os teores de fibra e cinzas, além disso, o baixo teor de matéria seca apresentou-se como fator desfavorável do uso do capim-elefante picado como substrato para produção do milho hidropônico.

Rivera et al., (2010) compararam três substratos artificiais na produção de forragem hidropônica: 1) papel absorvente, 2) malha de saco de limão e 3) papel absorvente com malha de saco de limão. De acordo com os resultados, os substratos 1 e 3 foram mais adequados, possivelmente devido a maior oxigenação e absorção dos nutrientes pelas raízes.

Deve ser levado em consideração que o uso de substrato orgânico torna o processo produtivo mais trabalhoso devido à necessidade de colher, picar e secar o material utilizado como substrato. Além disso, é indicado o conhecimento das características químicas e físicas do mesmo, tendo em vista a influência no desenvolvimento das forragens, principalmente em relação à contaminação. Desta forma, percebe-se a necessidade de avaliar a real importância e influência do uso do substrato orgânico na produção de forragem hidropônica. No entanto, é importante ressaltar que essa tecnologia também melhora a qualidade de subprodutos agrícolas que podem ser utilizados na alimentação animal.

2.3.1. Bagaço de cana-de-açúcar

O bagaço de cana é resultante da moagem da cana-de-açúcar, processo que tem por finalidade a extração do conteúdo celular rico em açúcares. É o principal resíduo da indústria da cana e representa aproximadamente 30% da cana integral moída. O processamento de 1000 t de cana-de-açúcar rende, nas usinas, em média, 280 t de bagaço (Aguiar et al., 2010).

Esse material apresenta limitações nutricionais devido aos baixos conteúdos de enxofre, fósforo, zinco e manganês e os baixos teores de extrato etéreo. Mas, a principal limitação nutricional da cana-de-açúcar é devido ao baixo teor de proteína bruta na matéria seca, valores médios entre 2% a 3% nas diversas variedades (Lima Júnior et al., 2010, Crevelari, 2013). Além disso, outro fator que limita o uso do bagaço de cana na alimentação animal é o alto teor de

fibra e, ao mesmo tempo, a natureza dessa fibra que o torna um alimento de baixo valor energético (Carvalho et al., 2005, Lima Júnior et al., 2010).

O valor nutritivo do bagaço de cana é baixo, devido às ligações que ocorrem na parede celular entre a celulose, a hemicelulose e a lignina. As fibras do bagaço da cana-de-açúcar são constituídas por cerca de 40% de celulose, 35% de hemicelulose e 15% de lignina (Teixeira et al., 2007). Assim, dentro da classe das forrageiras tropicais a cana-de-açúcar é considerada como alimento inferior, mas recentemente vem adquirindo notoriedade pelas respostas biológicas satisfatórias (Crevelari, 2013).

Pelo fato, da cana-de-açúcar apresentar baixos teores de proteínas, níveis elevados de fibras e ser desequilibrada em minerais, antes de ser utilizada na alimentação animal deve ser corrigida (Lima Júnior et al., 2010, Crevelari, 2013). As limitações nutricionais da cana podem ser corrigidas de acordo com o conhecimento de sua composição e das exigências dos animais a que será ofertada (Lima Júnior et al., 2010).

Tendo em vista que o bagaço de cana-de-açúcar é um resíduo abundante e de baixo custo da agroindústria sucroalcooleira, tem sido utilizado na produção de forragem hidropônica (Santin et al., 2005). Em regiões onde se cultiva cana-de-açúcar o uso do bagaço como substrato para produção de forragem hidropônica é uma alternativa viável, tendo em vista que diversos trabalhos confirmam essa eficiência. Além disso, pode e deve ser fornecido para o gado junto com a própria forragem hidropônica (Bezerra Neto e Barreto, 2012).

Desta forma, o uso do bagaço de cana como substrato para produção de forragem hidropônica, apresenta benefícios, como a melhora da qualidade deste subproduto para alimentação animal.

Durante muitos anos a produção de cana-de-açúcar movimentou o comércio na região de Campos dos Goytacazes, gerando toneladas de bagaço de cana como resíduo. A necessidade da aplicação de técnicas para aproveitar esse subproduto é necessária. Desta forma, a utilização do bagaço de cana-de-açúcar como substrato na produção de forragem hidropônica está na dependência da viabilidade técnica e econômica, levando-se em consideração as vantagens e limitações do seu valor nutritivo (Piccolo, 2012).

2.3.2. Poda de grama

O termo grama é bastante genérico, podendo abranger os mais diversos significados, incluindo um enorme número de espécies de plantas. Entretanto, a palavra grama, tem sua origem na denominação da Família botânica das Gramíneas (*Gramineae* ou *Poaceae*) que engloba inúmeras espécies (Gurgel, 2003).

A espécie de grama *Paspalum notatum* que apresenta como sinónimas *Paspalum distichum* e *Paspalum saltense* é nativa do continente americano, sendo conhecida popularmente como grama batatais, grama-forquilha, grama matogrosso, grama-comum e grama de pasto (Lorenzi & Souza 2000 apud Freitas et al., 2002; Fonseca e Martuscello 2011). É utilizada na alimentação animal e apresenta boa aceitação pelos animais, o que está diretamente associado ao conteúdo de matéria seca e proteína. Sollengerger et al., (1989) observaram um ganho de peso vivo de 380 g.dia⁻¹ por animal em pastagens com esta espécie (Pizarro, 2000).

A grama batatais é considerada muito rústica, cobre facilmente o terreno, formando belos tapetes, sendo com frequência usada em campos desportivos e áreas verdes, inclusive como proteção do solo contra erosão (Kissmann, 1997). Também é utilizada para formação de gramados, estabilização de terraços e aterros, áreas de tráfego e de pastagens, apresentando produção anual de 3.000 a 8.000 kg ha⁻¹ de matéria seca, podendo exceder a 24.000 kg.ha⁻¹ de matéria seca em áreas irrigadas e fertilizadas (Fonseca e Martuscello, 2011).

É uma espécie adaptada a solos de baixa fertilidade, a condições de déficit hídrico e ao pisoteio, porém exige cortes frequentes para a manutenção da qualidade do gramado, devido ao rápido crescimento (Goatley et al., 1998).

Os resíduos provenientes dos cortes realizados para manutenção do gramado podem ser aproveitados para alimentação animal. Desta forma, percebe-se a importância da utilização deste resíduo, de forma que diminua os custos de alimentação devido ao aproveitamento de um material que geralmente é descartado. Além disso, a produção de forragem hidropônica na poda de grama pode ser uma forma de melhorar a qualidade deste material para alimentação animal.

2.4. O milho na produção de forragem

O milho é pertencente à Classe Liliopsida, à Família Poaceae, à subfamília *Panicoidae*, ao gênero *Zea*, e à espécie *Zea mays* L. A espécie tem como centro de origem o continente americano, especificamente no México, e é cultivada em praticamente todas as regiões agrícolas do mundo (Hallauer, 1985, Locatelli, 2016). Esta planta é utilizada na alimentação humana e animal, devido às suas elevadas qualidades nutricionais, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos, com exceção da lisina e do triptofano (Barros e Calado, 2014).

O milho é a cultura mais amplamente difundida e cultivada no mundo, pois se adapta aos mais diferentes ecossistemas (Santos, 2006) e é de longe o cereal mais cultivado e consumido no Brasil (FAO, 2015). O Brasil destaca-se como o terceiro maior produtor desse grão, porém com baixa produtividade média: 3.352 kg ha⁻¹ (Araujo et al., 2010). A cultura ocupa posição significativa na economia, em decorrência do valor da produção agropecuária, da área cultivada e do volume produzido, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (Moraes e Brito, 2013).

É uma cultura que pode ser fornecida para alimentação animal na forma de silagem, milho desintegrado com palha e sabugo e milho em grão (Lana, 2005). A silagem é pobre em fósforo, sendo recomendada sem limite para ruminantes. O milho desintegrado com palha e sabugo é rico em fibra e apresenta baixo teor de proteína. O milho em grão é considerado um alimento energético devido à sua composição predominantemente de carboidratos (amido) e lipídios (óleo) rico em pró-vitamina A (beta-caroteno) e apresenta baixo teor de proteína bruta (9% de PB na matéria seca), triptofano, lisina, cálcio, riboflavina, niacina e vitamina D (Lana, 2005).

É uma cultura muito utilizada na produção de forragem para alimentação de ruminantes por ser uma fonte alta de energia, apresentar alto potencial de produção de matéria seca, boa composição de fibras e carboidrato (Alvarez et al., 2006). O consumo animal desta cultura no Brasil no ano de 2016 demandou cerca de 50% de toda produção nacional (Abimilho 2017).

Para silagem, o milho é considerado a forrageira de melhor qualidade, sendo muito utilizado na alimentação de gado bovino. Para esse fim, apresenta produtividade média de 20-30 t.ha⁻¹ de massa verde. No entanto, há casos em que seu potencial de produtividade é superior a 20 t ha⁻¹ de massa seca, dependendo da fertilidade do solo, da cultivar e do clima (Araujo et al., 2010).

Outra forma de utilizar o milho para alimentação animal é por meio da produção de forragem hidropônica. O uso desta técnica vem crescendo e representa uma alternativa prática e econômica ao pequeno produtor, possibilitando a obtenção de forragem de grande valor proteico e energético, o ano todo (Paulino et al., 2004).

2.5. Variedades crioulas de milho:

Sementes crioulas são aquelas sementes que não sofreram modificações genéticas por meio de técnicas, como de melhoramento genético. São chamadas de crioulas ou nativas porque, geralmente, seu manejo foi desenvolvido por comunidades tradicionais, como indígenas, agricultores familiares, quilombolas, ribeirinhos, caboclos etc. (Trindade 2006).

Essas variedades normalmente são submetidas à seleção para caracteres relacionados à produção a cada safra, proporcionando bom desempenho nas condições ambientais em que são cultivadas. Com isso, são obtidas plantas adaptadas às condições locais da propriedade e capazes de tolerar variações ambientais (Teixeira et al., 2005).

A preferência da utilização de sementes de variedades crioulas pode ser atribuída principalmente a características como a adaptabilidade, a valorização dos costumes, o sabor e a qualidade das variedades tradicionais, além do baixo custo de produção (Pelwing et al., 2008).

As variedades crioulas possibilitam o armazenamento das sementes de uma safra para outra, possibilitando que os agricultores produzam seu próprio alimento e ainda consigam comercializar seus excessos, sendo uma alternativa para a melhoria da qualidade de vida dessas pessoas e auxiliando na sua sobrevivência (Trindade 2006). Outro aspecto importante consiste na maior autonomia do agricultor em poder produzir sementes em sua propriedade, adquirindo maior independência do mercado de sementes (Teixeira et al., 2005).

De acordo com Carvalho (2003), o uso continuado da semente nativa ou crioula é a maneira de resistir contra a exclusão social. É uma forma de rejeição do modelo tecnológico imposto pelas empresas multinacionais oligopolistas de sementes híbridas e transgênicas. A semente crioula possibilita o produtor implantar modelos de produção e formas de organização do trabalho familiar e/ou comunitário, obter autonomia perante as políticas públicas e as empresas

oligopolistas de sementes e de insumos, assim como se inserirem eficazmente nos mercados de produtos agrícolas. Isso amplia as margens de escolha, pois se pode produzir a partir dos recursos disponíveis: as sementes próprias e os insumos gerados na sua unidade de produção (Carvalho, 2003).

Segundo Carpentiere-Pipolo et al. (2010), em condições que se empregam baixas tecnologias de cultivo, as variedades comerciais podem apresentar desempenho próximo ou mesmo inferior às variedades crioulas. Além disso, o uso de variedades locais apresenta diversas outras vantagens ligadas à sustentabilidade da produção como resistência a doenças, pragas e desequilíbrios climáticos, e como as sementes podem ser armazenadas para as safras seguintes diminui o custo de produção.

Carpentiere-Pipolo et al., (2010) avaliaram quinze variedades de milho crioulo e duas testemunhas de variedades comerciais. De acordo com os resultados, sete variedades crioulas apresentaram produtividade significativamente superior a um dos híbridos comerciais e não apresentaram diferença significativa em relação ao outro híbrido comercial. Os resultados obtidos indicam que as variedades crioulas, apesar de serem consideradas como menos produtivas que as variedades comerciais, apresentam elevado potencial de produção em condições de cultivo de baixa tecnologia.

Bisognin et al., (1997), avaliaram em condições adversas de ambiente, 46 genótipos de milho, sendo 34 variedades crioulas, 9 melhoradas e 3 híbridos comerciais como testemunha. Em relação à produtividade, foi concluído que sete variedades crioulas produziram 5% a mais que o melhor híbrido. Os dados obtidos permitiram concluir que algumas variedades crioulas possuem potencial de produtividade similar aos híbridos sob condições de menor nível tecnológico.

A variedade escolhida para o desenvolvimento do trabalho foi a Aliança, que é local da região de Muqui, ES. Apresenta como características grãos dentados e de coloração amarela, ciclo semiprecoce e porte alto (Machado et al. 2011).

2.6. Solução nutritiva: adubos minerais e biofertilizante:

Uma solução nutritiva pode ser definida como um sistema homogêneo onde os nutrientes necessários à planta estão dispersos, geralmente na forma

iônica e em proporções adequadas. Porém, não é composta inteiramente de elementos em suas formas minerais, puras e simples (Cometti et al., 2006).

A solução nutritiva é um dos pontos principais do cultivo hidropônico, uma vez que ela interfere no crescimento das plantas e na qualidade do produto final. Uma solução nutritiva bem equilibrada, e fornecida adequadamente, é o fundamento maior da hidroponia, composições diversas de soluções nutritivas têm sido formuladas, em função da cultura e da técnica hidropônica (Santos, 2000; Medeiros, 2006).

A composição da solução nutritiva varia em função de diversos fatores, como espécie da planta, estágio fenológico, fatores ambientais, etc. (Cometti et al., 2006). Desta forma, admite-se que não existe uma solução nutritiva que seja ideal para todas as culturas (Cometti et al., 2006), pois os mecanismos de absorção, transporte e distribuição dos nutrientes mudam com a espécie, variedade, estação do ano e fase de desenvolvimento da cultura, entre outros (Martinez e Silva Filho, 2006).

A composição da solução nutritiva tem sido estudada há muitos anos. Existem diversas formulações disponíveis na literatura, com diferenças marcantes em relação às concentrações dos macronutrientes, enquanto que em relação aos micronutrientes, as diferenças são bem menores (Cometti et al., 2006). Um exemplo de solução nutritiva formulada é a de Hoagland e Arnon, que contém 22,4; 16; 6,4 e 0,05 mg de N, Ca, S e B, respectivamente, para cada 100 mL de solução (Furlani et al., 2009). Essa solução tem sido a mais usada na pesquisa em nutrição mineral de plantas e constitui a base para formulação de inúmeras soluções nutritivas comerciais (Cometti et al., 2006).

Locatelli (2016) avaliou a produção de forragem hidropônica de milho utilizando solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) em cinco volumes (0; 25; 50; 75 e 100 mL por bandeja.dia⁻¹) e concluiu que para a maioria das variáveis analisadas o aumento dos volumes de solução nutritiva aplicada diariamente até o volume de 100 mL por bandeja proporcionou os maiores incrementos (volume que corresponde a 22,4 mg de N bandeja⁻¹dia⁻¹ ou 0,678 g m⁻² de N).

É importante ressaltar que o uso indiscriminado de fertilizantes minerais, pode causar sérios danos ao ambiente e provocar escassez precoce de muitas reservas naturais de alguns elementos essenciais à agricultura (Villela Junior et al., 2003). Na hidroponia as soluções nutritivas provenientes de fertilizantes

químicos industriais, de custo elevado, determinam a exclusão da utilização da técnica por parte dos produtores, principalmente dos que utilizam sistemas que visam o desenvolvimento agrícola sustentável (Nicola, 2002; Muller et al., 2006).

No Brasil a hidroponia orgânica é recente, no entanto, já é muito utilizada no mundo inteiro apresentando excelentes resultados, muitas vezes melhores do que os obtidos pela hidroponia inorgânica, logicamente, dentro de suas limitações (Muller et al., 2006). O uso da adubação orgânica proporciona uma absorção de nutrientes lenta, essa é disponibilizada a planta à medida que acontece a demanda de nutrientes, ao contrário os fertilizantes solúveis podem promover desequilíbrio na proporção dos nutrientes dos produtos agrícolas, inclusive de 25 substâncias danosas à saúde humana, como os nitratos (Bonilla, 1992 apud Dias et al., 2009).

Segundo Bezerra et al. (2008), apesar da técnica de produção de forragem hidropônica ter boa aceitação por parte dos pecuaristas, principalmente na região Nordeste, nos últimos anos, tem sido diminuída sua utilização, pois para nutrição das plantas na hidroponia, são utilizadas soluções nutritivas não disponíveis na maioria dos municípios do Nordeste brasileiro, o que tem dificultado a produção.

Desta forma, percebe-se a necessidade de utilizar alternativas menos dependentes de insumos externos, a fim de realizar a nutrição de maneira mais sustentável e com menor custo. Uma alternativa é o uso de adubos orgânicos, como os biofertilizantes. Biofertilizante é o nome dado ao efluente líquido resultante da fermentação anaeróbica e/ou aeróbica em biodigestores de resíduos vegetais e animais (Sá et al., 2013).

O Agrobio é um biofertilizante formulado pela equipe técnica da Estação experimental de Seropédica da PESAGRO-RIO, é obtido em aproximadamente 56 dias, por meio da fermentação dos componentes da mistura: Água, esterco bovino fresco, leite de vaca ou soro e melaço, enriquecida com minerais. O Agrobio apresenta cor escura e odor característico de produto fermentado e pH entre 5-6 quando está pronto para uso (Fernandes et al., 2008). É constituído quimicamente dos seguintes componentes por litro: 34,69 g de matéria orgânica, 0,8% de carbono, 631 mg de N, 170 mg de P, 1,2 g de K, 1,59 g de Ca e 480 mg de Mg, além de micronutrientes essenciais (Fernandes et al., 2008).

Na literatura já se encontram alguns resultados positivos da aplicação de biofertilizantes e outras fontes orgânicas de nutrientes na produção de forragem

hidropônica de milho. Bezerra et al., (2008) avaliaram diferentes doses de biofertilizante produzido a partir de 70kg de esterco verde de vacas em lactação, 120 litros de água e ingredientes para acelerar o metabolismo das bactérias, os autores concluíram que a produção de forragem hidropônica de milho aumentou até uma concentração de biofertilizante ótimo de 10,7 mL L⁻¹ havendo redução a partir deste limite.

Salas-Pérez et al., (2010) avaliaram a fertilização orgânica, com uso de biofertilizante e a fertilização química com uso de solução nutritiva, não encontraram diferenças significativas no rendimento e na qualidade nutricional da forragem. Paula et al., (2011) avaliaram a utilização do soro de leite bovino em substituição à solução nutritiva e concluíram que é viável substituir a solução nutritiva por soro de leite diluído em 20% em água de abastecimento, na produção de forragem hidropônica de milho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em dois experimentos instalados em casa de vegetação tipo estufa coberta com polietileno de baixa densidade. Os experimentos foram realizados no período entre 28 de dezembro de 2016 e 12 de janeiro de 2017, na Unidade de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes – RJ.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é tropical de bosque, quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão, possuindo temperatura média anual de 23,7 °C com média mínima de 21,4 °C em junho e julho e média máxima de 27,7 °C em fevereiro. As temperaturas do ar durante o experimento foram registradas (Figura 1). Já a precipitação pluviométrica anual média é de 1.023 mm e umidade relativa do ar anual média de 76,5%. O Município de Campos dos Goytacazes está localizado na latitude 21°45' e longitude 41°17', a uma altitude de 10 m (Oliveira,1996).

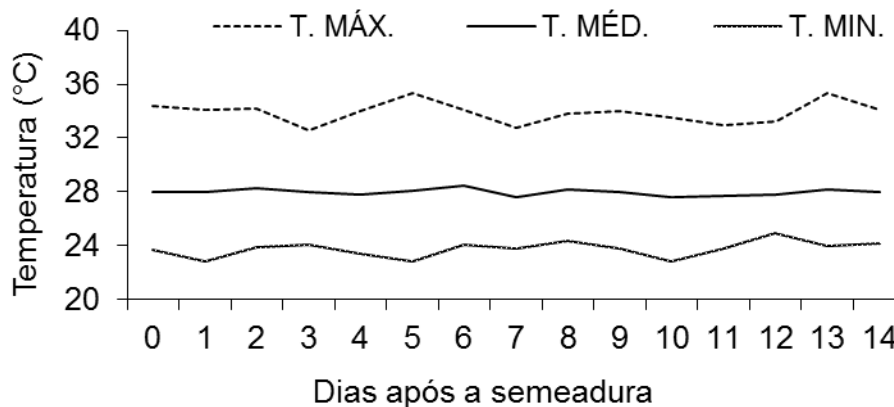


Figura 1: Gráfico com as temperaturas mínimas, máximas e médias diárias durante o período experimental.

As unidades experimentais foram compostas por bandejas de polietileno com dimensões de 22,0 x 12,0 x 4,0 cm (comprimento x largura x altura), dispostas em bancada. A espécie avaliada foi o milho (*Zea mays* L.) utilizando-se sementes da variedade crioula Aliança. Antes da sementeira, as sementes permaneceram embebidas em água por 24 h em temperatura ambiente, visando uniformidade e maior velocidade de germinação (Muller et al., 2006; Zorzan 2006; Araujo et al., 2010; Piccolo 2012).

O primeiro experimento conteve três tratamentos: sendo dois tratamentos com uso dos substratos bagaço de cana-de-açúcar e poda de grama, respectivamente, e um tratamento sem substrato. O bagaço de cana foi obtido na Cooperativa Agroindustrial do Estado do Rio de Janeiro (COAGRO), localizada em Campos dos Goytacazes-RJ. O material se encontrava triturado devido ao processamento industrial. A poda de grama foi obtida na UENF, proveniente do manejo do gramado do campus.

A espécie da grama utilizada foi a *Paspalum notatum*, popularmente conhecida como grama batatais. Os substratos foram secos sob lona plástica. A poda de grama foi cortada em pedaços menores com auxílio de uma tesoura.

O delineamento foi em blocos casualizados com sete repetições. A fertirrigação foi realizada com a solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) no volume de 57 mL por bandeja por dia, que corresponde a $2,16 \text{ L.m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. A dose da solução nutritiva foi baseada no trabalho de Locateli (2016).

Cada bandeja foi preenchida com 90 g de bagaço de cana ($3,4 \text{ kg.m}^{-2}$ com 70,6% de MS) que foi distribuído, primeiramente, até a espessura de 2,0 cm e esta foi umedecida com 200 mL de água. Posteriormente, sobre esta camada de bagaço de cana, foram distribuídas as sementes pré-embebidas na densidade de $2,0 \text{ kg.m}^{-2}$ (Bezerra et al., 2008; Flôres 2009; Araujo et al., 2010) com 86,7% de MS. Logo após, foram cobertas com bagaço de cana formando camada de mesma espessura que a anterior, sendo umedecida com 100 mL de água com borrifador (Locatelli, 2016).

As bandejas que continham substrato poda de grama foram preenchidas com 60 g ($2,27 \text{ kg.m}^{-2}$ com 83,7% de MS) desse substrato, tendo em vista o maior volume deste material. Nas bandejas do tratamento sem substrato orgânico, as sementes de milho foram dispostas diretamente nas bandejas na densidade de $2,0 \text{ kg.m}^{-2}$ e borrifadas com água na proporção de 3 L.m^{-2} ($139 \text{ mL bandeja}^{-1}$) (Figura 2).



Figura 2: Bandejas com os respectivos tratamentos: A) sem substrato, B) poda de grama e C) bagaço de cana.

Durante os três primeiros dias após a semeadura, a irrigação foi realizada apenas com água, na proporção de $3 \text{ L.m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. A partir do quarto dia até o dia da colheita foi realizada a fertirrigação com a solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) (Tabela 1). A aplicação diária foi parcelada, em que, a metade foi

aplicada pela manhã e o restante à tarde. No 5° dia após a semeadura o tratamento com substrato poda de grama não foi irrigado devido à alta umidade que se encontrava. No 14° dia após a semeadura o tratamento sem substrato não foi irrigado pelo mesmo motivo. Nesses dias os demais tratamentos foram irrigados apenas com água (Tabela 1).

Tabela 1. Volume total de água e solução nutritiva, em mL, aplicados diariamente no experimento 1.

Data	Dias após semeadura	Sem substrato	Poda de grama	Bagaço de cana
Irrigação (água em mL bandeja ⁻¹)				
28/12	0	20	150	150
29/12	1	40	300	300
30/12	2	40	300	300
31/12	3	40	300	300
Início da fertirrigação (57 mL solução nutritiva + água)				
01/01	4	100	300	300
02/01	5*	100	0	150
03/01	6	60	75	150
04/01	7	80	75	150
05/01	8	100	150	250
06/01	9	100	300	300
07/01	10	100	300	300
08/01	11	100	300	300
09/01	12	50	300	300
10/01	13	150	300	300
11/01	14*	0	300	300
12/01	15	0	0	0

* irrigação apenas com água.

O segundo experimento conteve seis tratamentos: um fertirrigado com solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) no volume de 57 mL por bandeja por dia, que corresponde a 2,16 L.m⁻² dia⁻¹ e os outros cinco tratamentos compostos por volumes de aplicação diária de Agrobio, sendo estes 0; 19; 38; 57

e 76 mL por bandeja, que correspondem a 0; 0,72; 1,44; 2,16; 2,88 L.m⁻², que corresponderam à proporção de N por volume diário aplicado de 0,00; 0,260; 0,519; 0,779 e 1,04 g m⁻² de N. Os volumes de Agrobio também foram estabelecidos de acordo com o trabalho de Locateli (2016). As doses foram baseadas no teor de N apresentado no melhor volume obtido pela autora. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições.

A composição da solução nutritiva seguiu a apresentada por Hoagland e Arnon (1950), enquanto o Agrobio foi caracterizado via análise química realizada no Laboratório de Análises da UFRRJ, campus de Campos dos Goytacazes (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização química da solução nutritiva e do Agrobio.

Nutrientes (mg L ⁻¹)	Hoagland e Arnon (1950)	Agrobio
Nitrogênio	210,10	360,00
Fósforo	31,00	30,54
Potássio	234,60	830,10
Cálcio	200,40	1720,00
Magnésio	48,60	210,00
Enxofre	64,20	0,01
Ferro	5,02	170,40
Cobre	0,02	3,80
Zinco	0,05	43,20
Manganês	0,05	27,60
Boro	0,50	493,50

No segundo experimento cada bandeja foi preenchida com 90 g de bagaço de cana (3,4 kg.m⁻² com 70,6% de MS) de forma semelhante ao experimento anterior, bem como a densidade de semeadura do milho. Durante os três primeiros dias após a semeadura, a irrigação foi realizada apenas com água, na proporção de 3 L.m⁻² dia⁻¹. A partir do quarto dia até o dia da colheita foram aplicadas as diluições do biofertilizante e da solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950), de acordo com cada tratamento, acrescidos de água até o volume

total (Tabela 3). A aplicação diária foi parcelada, em que metade foi aplicada pela manhã e o restante à tarde.

Tabela 3. Volume de água, solução nutritiva e biofertilizante, em mL bandeja⁻¹, aplicados diariamente no experimento 2.

Data	Dias após semeadura	Bagaço de cana (SN/Agrobio + água)
28/12	0	150 ^{1/}
29/12	1	300 ^{1/}
30/12	2	300 ^{1/}
31/12	3	300 ^{1/}
01/01	4	300 ^{2/}
02/01	5	150 ^{2/}
03/01	6	150 ^{2/}
04/01	7	150 ^{2/}
05/01	8	250 ^{2/}
06/01	9	300 ^{2/}
07/01	10	300 ^{2/}
08/01	11	300 ^{2/}
09/01	12	300 ^{2/}
10/01	13	300 ^{2/}
11/01	14	300 ^{2/}
12/01	15	0

^{1/} Dias em que a irrigação foi realizada apenas com água.

^{2/} Dias em que a irrigação foi realizada com água e com volumes de Agrobio ou solução nutritiva de acordo com cada tratamento. O valor apresentado corresponde ao volume total de solução nutritiva ou Agrobio + água aplicada por bandeja de acordo com cada tratamento.

Nos dois experimentos, amostras das sementes e do substrato passaram por análise químico-bromatológica de acordo com as metodologias descritas a seguir. Foi realizado teste de germinação seguindo metodologia das Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e o índice de germinação foi de 93%.

Nos dois experimentos, a colheita foi realizada 15 dias após a semeadura (Campêlo et al 2007, Piccolo 2012), foram colhidas dez plantas aleatoriamente por unidade experimental e nestas, foram medidas com auxílio de uma régua, o

comprimento da parte aérea da região do coleto até a ponta da maior folha. Essas amostras, após secas em estufa, com circulação forçada de ar, a 55 °C, por 72 horas, foram moídas em moinho com rotor de facas, com peneira de 1 mm de abertura e passaram por análise nutricional para verificar os teores de N, P e K. O N orgânico foi determinado pelo método de Nessler (Jackson 1965), após digestão sulfúrica (H_2SO_4 e H_2O_2) do tecido vegetal. No extrato da digestão nitroperclórica (HNO_3 e $HClO_4$), foram determinados P, colorimetricamente, pelo método do molibdato e K, por fotômetro de chama (Malavolta et al., 1997).

Todo conteúdo restante nas bandejas foi pesado para obter o peso de matéria fresca. Estas amostras foram levadas à estufa com ventilação forçada onde permaneceram a 55 °C por 96 h. Ao atingir temperatura ambiente foram pesadas para obter peso de matéria seca ao ar. Ao final da pesagem, as amostras foram moídas em moinho rotor de facas com peneira de 1 mm de abertura. O material moído foi pesado para análises de matéria seca em estufa, N, P e K e teores de proteína bruta (PB), gordura bruta e matéria mineral (MM) (Silva e Queiroz 2002).

Para determinação da matéria mineral seguiu-se os procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002). A fração de PB foi quantificada pelo método Kjeldhal, onde o nitrogênio total da amostra é dosado, e a seguir multiplicado por 6,25, considerando-se que todas as proteínas das plantas forrageiras contêm 16% de nitrogênio (Thiex et al., 2002). A fração de gordura bruta foi determinada de acordo com a metodologia de Thiex et al. (2003). As análises foram realizadas no Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal do LZNA/CCTA/UENF e no de Nutrição Mineral de Plantas do LFIT/CCTA/UENF.

Amostras dos substratos bagaço de cana e poda de grama e das sementes do milho crioulo foram caracterizadas (Tabela 4) seguindo-se as metodologias utilizadas nas determinações das demais amostras.

Tabela 4. Características da matéria seca dos substratos bagaço de cana e poda de grama e das sementes de milho crioulo.

Característica	Bagaço de cana	Poda de grama	Semente de milho
N (g.kg⁻¹)	3,55	14,04	21,29
P (g.kg⁻¹)	0,23	1,06	4,49
K (g.kg⁻¹)	0,68	5,17	3,91
MM (%)	10,63	7,15	1,53
MS (kg.m⁻²)	2,40	1,90	1,70
Gordura (%)	0,57	1,78	5,20
Proteína (%)	2,22	8,78	13,31
Umidade (%)	29,38	16,28	13,31

No primeiro experimento, os dados foram submetidos à análise de variância, em nível de 1 e 5% de probabilidade, seguido pelo teste Tukey. No segundo experimento, foi realizada análise de variância em nível de 1 e 5% de probabilidade e no caso de efeito significativo para os volumes de Agrobio foi realizada análise de regressão. O tratamento adicional foi comparado com a média dos volumes de Agrobio pela ANOVA. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAEG (SAEG 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Substratos na produção de forragem hidropônica de milho - Experimento 1

4.1.1. Teor de N, P e K na parte aérea do milho e na forragem hidropônica

Não foi possível avaliar os teores de N, P e K na parte aérea do milho cultivado sem substrato devido à reduzida taxa de germinação e de crescimento das plantas e, conseqüentemente, baixa produção de matéria seca da parte aérea (Figura 3 e Tabelas 5, 6 e 7). Possivelmente, os baixos índices de germinação e crescimento das plantas cultivadas sem substrato, ocorreram devido à grande quantidade de água em contato direto com as sementes, causando condição de anaerobiose na rizosfera, e à incidência direta da luz nas radículas. A incidência de luz no sistema radicular induz a formação de auxina, hormônio que em elevadas concentrações inibe o crescimento de raízes (Taiz e Zeiger, 2006).

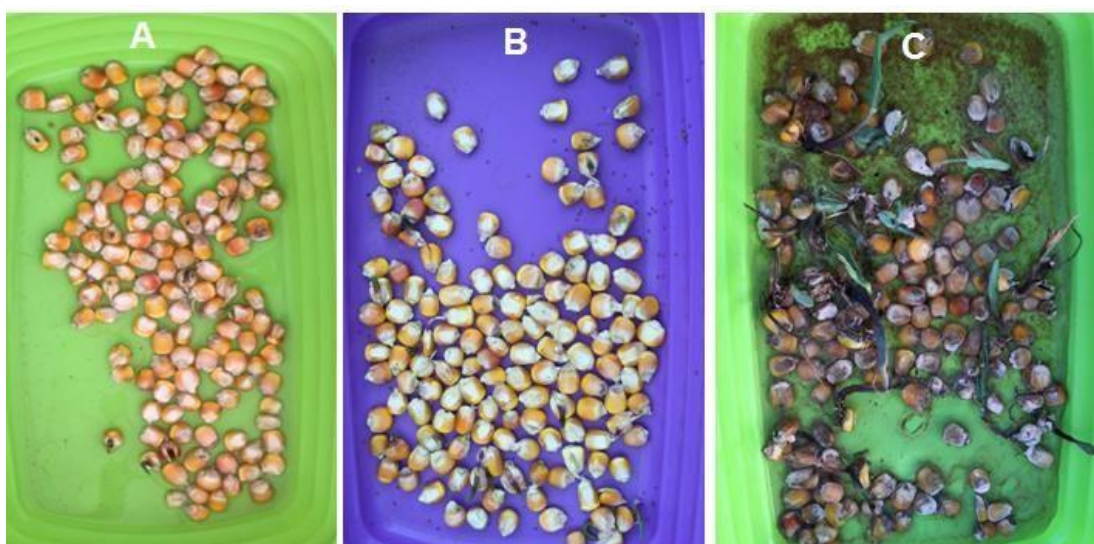


Figura 3: Desenvolvimento do tratamento sem substrato: A) um dia após a semeadura, B) três dias após a semeadura e C) dez dias após a semeadura.

Tabela 5. Teor de N na parte aérea do milho (PA) e na forragem hidropônica (FH) cultivada sem substrato (SS), com bagaço de cana (BC) e com poda de grama (PG).

Característica	Substrato			CV(%)
	SS	BC	PG	
N (PA) (g.kg⁻¹ de MS)	-	30,15 a	28,68 a	7,3
N (FH) (g.kg⁻¹ de MS)	20,54 a	9,43 b	19,59 a	6,2

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Teor de P na parte aérea do milho (PA) e na forragem hidropônica FH) cultivada sem substrato (SS), com bagaço de cana (BC) e com poda de grama (PG).

Característica	Substrato			CV(%)
	SS	BC	PG	
P (PA) (g.kg⁻¹)	-	3,37 b	6,57 a	9,8
P (FH) (g.kg⁻¹)	4,24 a	1,63 c	2,82 b	8,4

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Teor de K na parte aérea do milho (PA) e na forragem hidropônica (FH) cultivada sem substrato (SS), com bagaço de cana (BC) e com poda de grama (PG).

Característica	Substrato			
	SS	BC	PG	CV(%)
K (PA) (g.kg ⁻¹)	-	19,54 b	35,58 a	16,2
K (FH) (g.kg ⁻¹)	4,91 b	2,40 c	6,97 a	9,3

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Não ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) entre teores de N na parte aérea das plantas de milho cultivadas com substratos, o teor médio observado foi de 29,4 g.kg⁻¹ (Tabela 5). De acordo com Malavolta et al. (1997), a faixa de N considerada adequada para a cultura do milho varia de 27,5 a 32,5 g.kg⁻¹ de matéria seca, entretanto, estes autores apresentam esta faixa somente para plantas adultas, não existindo na literatura teores adequados de nutrientes para plantas jovens de milho. Paula et al. (2011) obtiveram 28,3 g.kg⁻¹ de N na parte aérea de forragem hidropônica de milho semeada em uma densidade de 2,5 kg.m⁻² utilizando como substrato bagaço de cana, valor próximo ao obtido neste trabalho.

Em relação ao teor de N na forragem, os tratamentos com poda de grama e bagaço de cana apresentaram aumento de 5,55 e 5,88 g.kg⁻¹ de N, respectivamente, em relação aos respectivos substratos (Tabela 4 e 5). Apesar da poda de grama apresentar teor de N 2,1 vezes superior ao bagaço de cana (Tabela 4), o bagaço de cana proporcionou maior acúmulo, sendo observado aumento de cerca de 3,0 vezes, quando se compara o substrato e a forragem completa ao final do ciclo, enquanto, para a poda de grama esse aumento correspondeu a, aproximadamente, 2,0 vezes. Locatelli (2016) também observou aumento no teor de N na forragem hidropônica de milho utilizando os substratos bagaço de cana e capim napier, obtendo aumento de 10,5 e 12,5 g.kg⁻¹, respectivamente.

O teor de P da parte aérea do milho foi cerca de 2,0 vezes superior quando cultivado em poda de grama que em bagaço de cana (Tabela 6). Segundo Malavolta et al. (1997), a faixa de P adequada para a cultura do milho é de 2,5 a

3,5 g.kg⁻¹ de MS, no entanto, essa faixa é indicada para produção de cereais. Para os capins coloniã, jaraguá e napier, esses valores são de 0,8 a 1,1; 0,6 a 1,1 e 1,2 g.kg⁻¹ respectivamente. Desta forma, percebe-se que ambos os tratamentos apresentaram teores muito superiores aos das forragens citadas. Paula et al. (2011) obtiveram 9,28 g.kg⁻¹ de P na parte aérea da forragem hidropônica de milho produzida em bagaço de cana em uma densidade de semeadura de 2,5 kg.m⁻², valor muito superior ao observado neste trabalho, o que pode ser justificado pela diferença entre a densidade de semeadura, tendo em vista que as sementes apresentam elevado teor de fósforo.

Assim como para o N, o tratamento com poda de grama também foi significativamente ($P < 0,05$) superior ao tratamento com bagaço de cana em relação ao teor de P na forragem completa, correspondendo a um aumento de 1,76 e 1,40 g.kg⁻¹, respectivamente (Tabela 6). No entanto, o bagaço proporcionou maior acúmulo de P ao final do ciclo, sendo observado um aumento cerca de 7,0 vezes, enquanto, que para a poda esse aumento correspondeu a 3,0 vezes (Tabelas 4 e 6). Locatelli (2016) também observou resposta similar no teor de P com uso de bagaço de cana e capim napier, os quais apresentaram um acréscimo de 12,0 e 3,5 vezes, respectivamente, em relação ao substrato.

Os teores de P em forragens hidropônicas observados na literatura apresentam uma ampla faixa. Zorzan (2006) avaliou centeio e cevada produzidos em lona plástica, sem uso de substrato, em uma densidade de semeadura de 1,5 kg.m⁻² e encontrou teores de P de 0,17 e 0,16 g.kg⁻¹, respectivamente. Locatelli (2016) obteve 25,0 e 35,0 g.kg⁻¹ de P com uso de substrato de bagaço de cana e capim napier, respectivamente, e densidade de semeadura de 2,0 kg.m⁻² de milho.

De acordo com a NRC (2001), as exigências de P por vacas de corte variam de: 0,22-0,50% para fase de crescimento, 0,17-0,22% para fase de gestação e 0,22-0,39% para fase de lactação. Para vacas de leite no período de transição estes valores variam de 0,44-0,48% e para fase de lactação encontram-se na faixa de 0,53-0,80%. Os teores de P encontrados neste trabalho foram de 0,28 e 0,16% para os tratamentos com poda de grama e bagaço de cana, respectivamente (Tabela 6), comprovando que o teor de P no tratamento com poda de grama está dentro da faixa indicada para vacas de corte na fase de

crescimento, gestação e lactação. Todavia, seria necessário corrigir a forragem caso fosse fornecida para animais que exigem teores superiores dos observados.

O tratamento com poda de grama também apresentou superioridade no teor de K na parte aérea (Tabela 7), sendo observada uma diferença de 16,04 g.kg⁻¹ entre os tratamentos. Tendo em vista que para plantas de milho a faixa de suficiência de K é de 17,0 – 35,0 g.kg⁻¹ (EMBRAPA, 1999), possivelmente, os dois tratamentos apresentaram níveis dentro da faixa de suficiência.

Na forragem, resposta similar à observada para os teores de N e P, também foi verificada para o K. O tratamento com poda de grama apresentou valor superior ao final do ciclo (Tabela 7), no entanto, o bagaço de cana proporcionou maior acúmulo de K, tendo em vista que o teor foi cerca de 3,5 vezes maior na forragem ao final do ciclo comparado com o teor do substrato (Tabela 4). Já o tratamento com poda de grama esse aumento não atingiu nem o dobro comparado ao valor inicial (Tabelas 4 e 7).

Essa diferença pode estar associada ao teor deste nutriente presente no substrato, tendo em vista que o substrato poda de grama apresenta cerca de 8,0 vezes mais K do que o bagaço de cana (Tabela 4). Desta forma, o K presente no substrato poda de grama pode ter contribuído para o aumento do teor deste nutriente na solução nutritiva, aumentando a absorção pelas plantas. O maior teor de K na parte aérea da forragem no tratamento com poda de grama reforça essa hipótese (Tabela 7).

Zorzan (2006) encontrou teores de K de 1,85 e 1,99 mg.kg⁻¹ em forragem hidropônica de centeio e cevada, respectivamente. Locatelli (2016) observou que a forragem hidropônica de milho produzida em capim napier apresentou teor de K cerca de 5,0 vezes superior ao bagaço de cana. A autora obteve 40 e 194 g.kg⁻¹ de K com o bagaço de cana e o capim napier, respectivamente.

De acordo com a NRC (2001), as exigências de K para bovinos de corte é igual a 0,6% para as fases de crescimento, gestação e lactação, e para bovinos de leite, esse valor varia de 0,51 a 0,62% para vacas no período de transição e de 1,00 a 1,24% em período de lactação. O tratamento com bagaço de cana apresentou teor muito abaixo das exigências, no entanto, a poda de grama apresentou valor satisfatório para bovinos de leite (Tabela 7).

4.1.2. Comprimento da parte aérea do milho na forragem hidropônica

O substrato de poda de grama apresentou, em média, plantas de milho com comprimento da parte aérea, aproximadamente, 10% superior ao das plantas cultivadas em bagaço de cana (Tabela 8). Essa diferença no comprimento da parte aérea pode ser atribuída às características físico-químicas dos substratos. Foi verificado visualmente que o bagaço de cana é mais compactado que a poda de grama. Desta forma, a poda de grama, pode ter proporcionado maior volume de macroporos entre as partículas que o bagaço de cana, o que, possivelmente, resultou em ambiente mais adequado, para as trocas gasosas do sistema radicular do milho, no substrato de poda de grama. Locatelli (2016) também verificou visualmente que o substrato bagaço de cana é mais compactado que o substrato capim napier, por ser o bagaço constituído de partículas menores.

Tabela 8. Comprimento da parte aérea (CPA) de plantas do milho cultivadas sem substrato (SS), em bagaço de cana (BC) e em poda de grama (PG) para produção de forragem hidropônica.

Característica	Substrato			CV(%)
	SS	BC	PG	
CPA (cm)	3,5 c	32,9 b	36,1 a	6,1

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Provavelmente o que ocorreu no substrato bagaço de cana não foi devido ao impedimento mecânico ao crescimento das raízes, mas, pela menor aeração no espaço rizosférico. Guimarães e Moreira (2001) corroboram o efeito negativo da compactação, pois, constataram que com o aumento da densidade do solo, ocorre decréscimo no crescimento da parte aérea e na quantidade de raízes do milho, que ficam mais espessas em função da compactação.

O maior parcelamento da irrigação poderia ajudar a superar os efeitos do excesso de água na rizosfera do milho cultivado em bagaço de cana ou, então, aplicação diária de menor volume de água.

Vale considerar que o substrato poda de grama apresentou maiores teores de nutrientes que o bagaço de cana (Tabela 4), o que resultou em melhor nutrição das plantas de milho, como observado para os teores de P e K na parte aérea das plantas (Tabelas 6 e 7, respectivamente). Isto, conseqüentemente pode ter contribuído para o maior comprimento da parte aérea das plantas.

O tratamento sem uso de substrato foi o que apresentou menor comprimento da parte aérea das plantas de milho (Tabela 8). Também foi verificado alto índice de sementes não germinadas no final do experimento e incidência de fungos o que, certamente, prejudicou o crescimento das plantas.

Piccolo (2012) avaliou a produção de forragem hidropônica de milho sem uso de substrato e com diferentes substratos orgânicos (bagaço de cana, capim napier e casca de café) e também observou superioridade na presença do substrato na germinação e crescimento das plantas de milho em relação ao tratamento sem substrato, o que destaca a importância do substrato na germinação e crescimento das plantas de milho para o manejo aplicado.

Pereira et al. (2003) utilizaram esterco e bagaço de cana como substrato e obtiveram plantas com 36,6 e 31,6 cm, respectivamente, aos 22 dias. Muller et al. (2005) encontraram altura igual a 19,5 cm em forragem de milho desenvolvida em substrato capim napier. Crevelari (2012) obteve 14,9 cm de parte aérea em forragem de milho produzida em bagaço de cana. Locatelli (2016) utilizou bagaço de cana e capim napier como substrato e obteve plantas com 26,4 e 37,4 cm, respectivamente. Assim como nos trabalhos citados, observa-se que o tipo de substrato utilizado influencia no desenvolvimento da parte aérea, pois neste experimento, também foi observado menor comprimento com uso de bagaço de cana em relação à poda de grama (Tabela 8).

4.1.3. Matéria mineral, proteína bruta, gordura e produção de matéria seca na forragem

Em relação ao teor de matéria mineral, o tratamento com bagaço de cana apresentou superioridade (Tabela 9), o que pode ser atribuído ao substrato, tendo em vista que o bagaço apresentou 1,5 vez mais teor que a poda de grama (Tabela 4), a diferença observada entre os tratamentos foi de 2,2 vezes (Tabela 9). Deve ser levado em consideração que a determinação de matéria mineral

fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais e pouca informação sobre a composição do material (Silva e Queiroz, 2009).

Tabela 9. Teores de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e gordura e produção de matéria seca (MS) na forragem hidropônica de milho cultivado sem substrato (SS), com bagaço de cana (BC) e com poda de grama (PG).

Característica	Substrato			CV(%)
	SS	BC	PG	
MM (%)	2,08 c	15,63 a	7,15 b	21,0
PB (%)	15,25 a	7,77 b	16,02 a	5,8
Gordura (%)	6,35 a	1,79 c	3,12 b	11,5
MS (kg.m ⁻²)	1,54 c	3,97 a	2,59 b	10,8

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Zorzan (2006) obteve 12,34 e 8,39% de matéria mineral em forragem hidropônica de centeio e cevada, respectivamente, semeadas em casca de arroz em uma densidade de 1,5 kg.m⁻². Fraga et al. (2009) encontraram 11,83 e 9,16% de matéria mineral em forragem hidropônica de milho cultivado em palha de arroz e bagaço de cana, respectivamente. Oliveira (2012) obteve 7,55% de matéria mineral em forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana em uma densidade de 1,0 kg.m⁻².

O teor de proteína bruta foi significativamente ($P < 0,05$) superior no tratamento com poda de grama comparado ao tratamento com bagaço de cana (Tabela 9), sendo observada uma diferença de 8,25%. A variação no teor de proteína bruta na forragem hidropônica é muito influenciada pela presença dos substratos, tendo em vista que a poda de grama apresentou quatro vezes mais proteína do que o bagaço de cana (Tabela 4). É importante ressaltar que apesar da poda de grama proporcionar maior teor de proteína bruta, o tratamento com bagaço proporcionou maior aumento, comparado ao substrato, correspondendo a 3,5 vezes mais para o bagaço e 1,8 para a poda (Tabelas 4 e 9).

Rocha (2004) obteve 5,14% de proteína bruta em milho utilizando casca de arroz como substrato. Muller et al. (2005) avaliaram forragem hidropônica de milho produzida em substrato capim-elefante e obtiveram valores iguais a 18,25 e

10,33% na forragem colhida aos 10 e 20 dias, respectivamente. Flores (2009) avaliou forragem hidropônica de milho produzida em substrato de feno de aveia e obteve valores de proteína bruta iguais a 10,25, 11,0 e 12,5% nas densidades de 1,0; 2,0 e 3,0 kg.m⁻² de semente.

Sales-Pérez et al. (2010) avaliaram a forragem hidropônica de milho híbrido e crioulo e observaram superioridade no teor de proteína no milho híbrido. Piccolo (2012) também encontrou diferença significativa ($P < 0,05$) no teor de proteína bruta na forragem hidropônica de milho em função do substrato utilizado, obtendo valores de 8,6%, 13,0% e 9,9% com uso dos substratos bagaço de cana, casca de café e capim napier, respectivamente. Da mesma forma, o autor também observou variação do teor de proteína bruta nos substratos, obtendo 2,2; 10,3 e 5,8% no bagaço de cana, casca de café e capim Napier, respectivamente. Oliveira (2014) obteve 5,15% de proteína em forragem hidropônica de milho produzida em bagaço de cana.

Também deve ser levado em consideração a influência do teor de N no teor proteico, tendo em vista que a adubação nitrogenada no milho tem grande influência no seu teor proteico, quanto maior o teor de N, maior será o teor de proteína na forragem (Butolo, 2002). Desta forma, vale ressaltar que o teor de N é 3,8 vezes superior na poda de grama que no bagaço de cana (Tabela 4).

O teor de proteína bruta na forragem hidropônica dos tratamentos atingiu os níveis mínimos de 6 a 7%, que determinam limitação do consumo e digestibilidade e queda do desempenho animal (Tabela 9). Zundt et al. (2002) realizaram um estudo sobre a viabilidade econômica de rações com diferentes níveis de proteína bruta e observaram que o retorno financeiro é maior quando o teor é igual ou superior a 12%. O que destaca a importância da escolha do substrato para produção de forragem hidropônica.

O teor de gordura foi significativamente ($P < 0,05$) superior no tratamento com poda de grama em relação ao tratamento com bagaço de cana (Tabela 9). Essa diferença pode ser atribuída ao substrato, tendo em vista que a poda de grama apresenta cerca de 3,0 vezes mais gordura que o bagaço de cana (Tabela 4). No entanto, o bagaço proporcionou aumento de 3,0 vezes em relação ao substrato, enquanto, que a poda proporcionou aumento de 1,7 (Tabela 4 e 9).

Os valores de gordura observados neste trabalho (Tabela 9) estão dentro da faixa citada na literatura. Paulino et al. (2004) obtiveram 2,16% para forragem

hidropônica de milho produzida em feno de tifton em uma densidade de $2,0 \text{ kg.m}^{-2}$. Zorzan (2006) obteve 1,79 e 2,11% em forragem hidropônica de centeio e cevada, respectivamente, semeadas em casca de arroz em uma densidade de $1,5 \text{ kg.m}^{-2}$. Fraga et al. (2009) encontraram 2,93 e 3,52% de gordura na parte aérea da forragem hidropônica de milho cultivada em palha de arroz e bagaço de cana, respectivamente. Sala-Pérez et al. (2010) avaliaram o teor de gordura em milho híbrido e crioulo e não encontraram diferença significativa ($P < 0,05$), obtendo 2,55% de média.

É importante ressaltar que o valor crítico de teor de gordura na dieta estabelecido é de, no máximo, 6% na matéria seca. Valores acima atrapalham a degradação ruminal. Os efeitos negativos na fermentação ruminal em dietas com gordura acima do limite crítico ocorrem devido ao efeito tóxico direto dos ácidos graxos aos microrganismos e ao efeito físico pelo recobrimento das partículas alimentares com gordura, com consequente redução do contato destas com agentes de digestão (Medeiros, 2008).

O tratamento com bagaço de cana apresentou matéria seca significativamente ($P < 0,05$) superior ao tratamento com poda de grama (Tabela 9). Mas, deve ser levado em consideração que a massa de substrato colocada em cada tratamento foi diferente, pois teve-se como base o volume, a massa utilizada foi correspondente a $3,40$ e $2,27 \text{ kg.m}^{-2}$ de bagaço de cana e poda de grama, respectivamente para cada tratamento. Desta forma, foi observado que a diferença entre as massas dos substratos foi muito similar à observada na produção de matéria seca (Tabela 9).

Os valores de matéria seca observados nesse trabalho estão dentro da faixa observada por outros autores. Rocha (2004) obteve $4,14 \text{ kg.m}^{-2}$ em forragem hidropônica de milho produzida em casca de arroz com densidade de $2,0 \text{ kg.m}^{-2}$. Müller et al. (2006) obtiveram 2,28 e $1,62 \text{ kg.m}^{-2}$ em forragem hidropônica de milho cultivada em capim-elefante aos 10 e 20 dias após semeadura, respectivamente. Flôres (2009) obteve $2,84 \text{ kg.m}^{-2}$ em forragem hidropônica de milho colhida aos 17 dias e semeada em uma densidade de $2,0 \text{ kg.m}^{-2}$ em feno de aveia.

Sala-Pérez et al. (2010) avaliaram matéria seca em forragem hidropônica de milho híbrido e crioulo produzida sem substrato em uma densidade de $3,4 \text{ kg.m}^{-2}$ e não observaram diferença significativa ($P < 0,05$),

obtiveram média igual a 4,64 kg.m⁻². Piccolo (2012) obteve 4,02; 4,86; 4,09 e 2,56 kg.m⁻² em forragem hidropônica de milho com uso dos substratos bagaço de cana, casca de café, capim napier e sem uso de substrato, respectivamente, com uma densidade de sementeira de 2,5 kg.m⁻². Crevelari (2013) obteve 2,87 kg.m⁻² em forragem de milho produzida em bagaço de cana e com densidade de 1,0 kg.m⁻².

Apesar do tratamento com bagaço de cana ter maior massa de substrato, não foi observada diferença significativa (P<0,05) entre os tratamentos com substrato em relação à matéria fresca. Os valores observados foram 2,19; 13,61 e 13,97 kg.m⁻² nos tratamentos sem substrato, com poda de grama e bagaço de cana, respectivamente. O tratamento sem substrato apresentou diferença significativa (P<0,05) em relação aos demais tratamentos devido ao baixo desenvolvimento das plantas.

Os valores de matéria fresca encontrados na literatura são muito variáveis. Rocha (2004) obteve 16,58 kg.m⁻² em forragem hidropônica de milho semeada em uma densidade de 2,0 kg.m⁻² em casca de arroz. Araujo et al. (2010) obtiveram 26,3 kg.m⁻² de forragem hidropônica de milho semeada em uma densidade de 2,0 kg.m⁻² em bagaço de cana.

Müller et al. (2005) observaram 13,6 kg.m⁻² de forragem hidropônica de milho cultivada em capim-elefante semeada em uma densidade de 2,0 kg.m⁻². Já Müller et al. (2006) obtiveram 13,4 e 9,9 kg.m⁻² de forragem hidropônica de milho cultivada em capim-elefante aos 10 e 20 dias após a sementeira, respectivamente. Flôres (2009) obteve 23,75 kg.m⁻² de matéria fresca em forragem hidropônica de milho produzida em feno de aveia semeada em uma densidade de 2,0 kg.m⁻². Crevelari (2013) obteve 8,5 kg.m⁻² de matéria fresca em forragem hidropônica de milho semeada em uma densidade de 1,0 kg.m⁻² em bagaço de cana.

4.1.4. Conclusões

O tratamento com poda de grama apresentou valores superiores em relação ao bagaço de cana para comprimento da parte aérea e teores de N, P, K, K (PA), PB e gordura, o que pode ser atribuído à composição inicial do substrato. No entanto, o tratamento com bagaço de cana apresentou maior acréscimo

destas características. O tratamento sem uso de substrato apresentou baixa germinação e crescimento das plantas de milho, sendo observados valores de N, P, K, PB, MM, MS e gordura muito similares aos obtidos para as sementes.

4.2. Doses de biofertilizante na produção de forragem hidropônica de milho – Experimento 2

4.2.1. Teor de N, P e K na parte aérea do milho e na forragem hidropônica

Em relação aos teores de N e P na parte aérea, não ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre a média dos volumes de biofertilizante (BF) e o tratamento com solução nutritiva (SN) (Figura 4). Para plantas de milho as faixas de suficiência de N e P são de 27,5 a 32,5 e 2,5 a 3,5 g.kg⁻¹, respectivamente (Malavolta et al., 1997). Desta forma, vale ressaltar que os teores de N estão dentro das exigências, no entanto os teores de P estão bem acima da faixa de suficiência.

É importante considerar que as faixas de suficiência, de nutrientes para o milho são obtidas a partir de plantas em estágio de frutificação. Assim, como para a produção de forragem hidropônica de milho a colheita é realizada com plantas jovens, os valores obtidos de teores de nutrientes de parte aérea destas plantas não têm como ser comparados com as faixas de suficiência da literatura, a fim de identificar a adequada nutrição mineral (Locatelli, 2016).

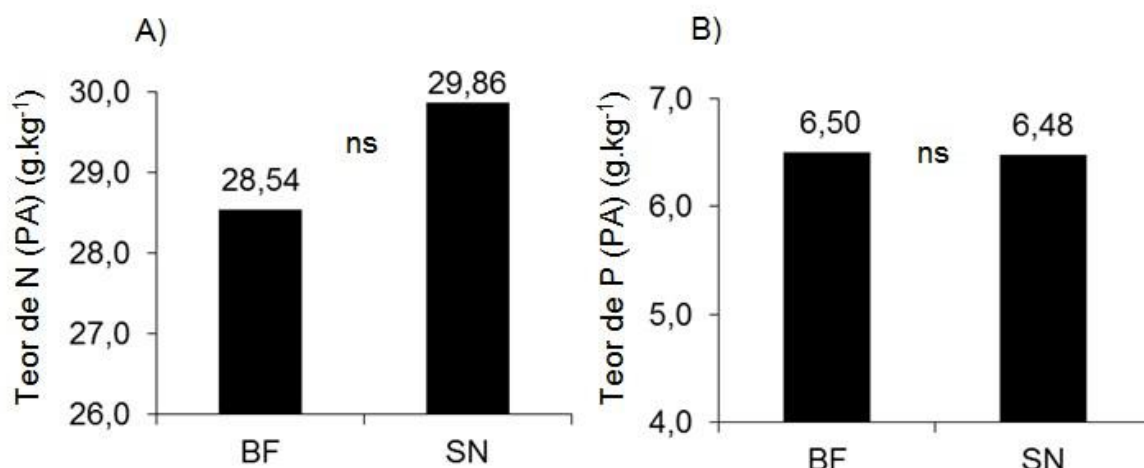


Figura 4. A) Teor de nitrogênio e de B) fósforo na parte aérea (PA) de plantas de milho considerando a média dos volumes do biofertilizante de Agrobio (BF) e a solução nutritiva (SN), aplicados diariamente, para produção de forragem hidropônica.

Ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) dos volumes de biofertilizante (BF) sobre os teores de N e P na parte aérea e na forragem completa (Tabela 10), no entanto, não se obteve bons ajustes de regressão.

Tabela 10. Teor de N e P na parte aérea do milho (PA) e na forragem hidropônica (FH) considerando volumes de Agrobio aplicado diariamente.

Característica	Volume de Agrobio aplicado diariamente (L.m ⁻²)				
	0,00	0,72	1,44	2,16	2,88
N (PA) (g.kg⁻¹)*	28,07	28,07	28,81	27,44	30,53
N (FH) (g.kg⁻¹)*	9,70	9,10	10,33	9,21	10,15
P (PA) (g.kg⁻¹)*	6,33	6,29	6,48	6,44	6,96
P (FH) (g.kg⁻¹)*	1,56	1,50	1,73	1,58	1,68

* significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Paula et al. (2011) avaliaram milho hidropônico em substrato bagaço de cana, fertirrigado com solução nutritiva (testemunha) e com diluições de soro de leite bovino em água. Os autores observaram acréscimo linear no teor de N da parte aérea com o aumento das concentrações de soro aplicado e obtiveram maiores valores nos tratamentos com soro de leite do que no tratamento com solução nutritiva. Em relação ao teor de P os autores observaram que o soro de

leite não proporcionou efeito significativo sobre os teores de P na parte aérea, no entanto, pode proporcionar teores de P equivalentes aos da solução nutritiva.

Locatelli (2016) avaliou concentrações de solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) na forragem hidropônica de milho em substrato capim napier e observou incremento no teor de N na parte aérea das plantas com o aumento do volume de solução nutritiva aplicada diariamente. A autora não encontrou diferença significativa no teor de P em função das concentrações de solução nutritiva, obteve como média $5,0 \text{ g.kg}^{-1}$ de P na parte aérea.

Quanto aos teores de N e P na forragem completa, de forma semelhante, não ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias dos volumes de BF e o tratamento com SN, (Figura 5).

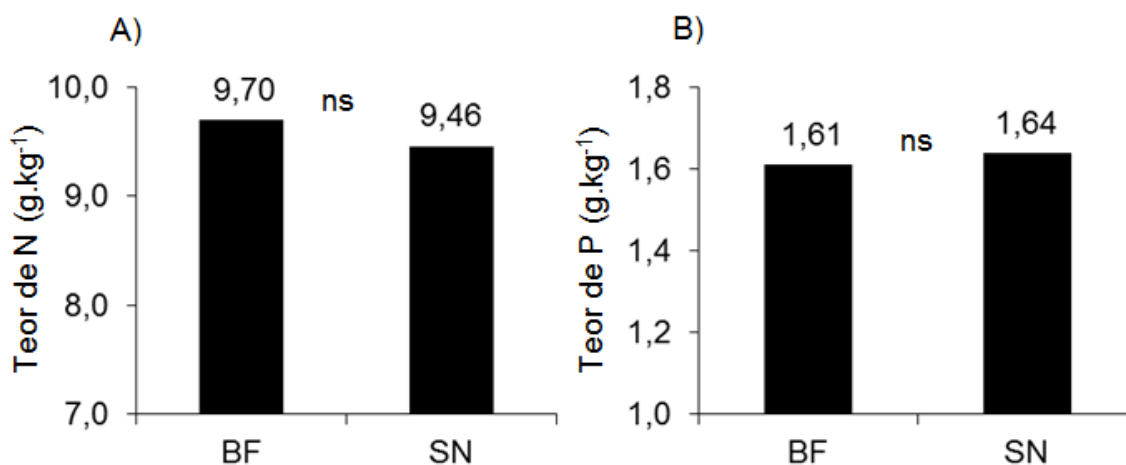


Figura 5. Teor de nitrogênio (A) e de fósforo (B) na forragem hidropônica de milho considerando a média dos volumes do biofertilizante Agrobio (BF) e a solução nutritiva (SN), aplicados diariamente.

Em relação aos teores de K na parte aérea, ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) entre a média dos volumes de biofertilizante e o tratamento com solução nutritiva (Figura 6). As diferenças entre as médias dos teores de K dos tratamentos com biofertilizante e do tratamento com solução nutritiva, possivelmente, ocorreram devido à maior disponibilidade deste nutriente no biofertilizante (Tabela 1) que, conseqüentemente, foi absorvido em maior quantidade, tendo seus teores aumentados na parte aérea das plantas de milho, em comparação ao tratamento que recebeu solução nutritiva.

Paula et al. (2011) avaliaram a produção de milho hidropônico em substrato bagaço de cana, com aplicação de diluições de soro de leite bovino e com solução nutritiva. Os autores observaram que as plantas nutridas com solução nutritiva convencional (testemunha) apresentaram $5,05 \text{ g.kg}^{-1}$ de K na parte aérea; em contrapartida, as plantas tratadas com soro apresentaram mais de oito vezes K na parte aérea do que as testemunhas.

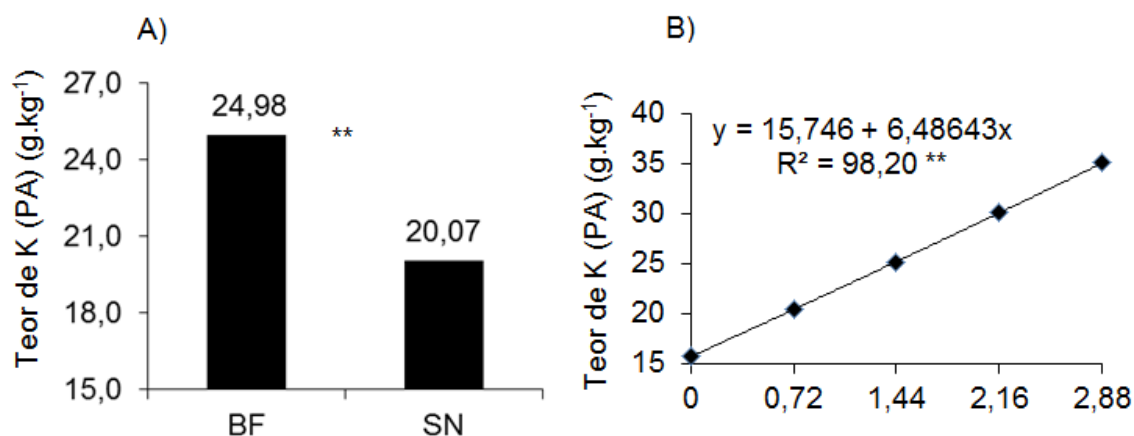


Figura 6. Teor de potássio na parte aérea (PA) do milho considerando a solução nutritiva (SN) e a média dos volumes do biofertilizante (BF) (A) e os volumes do BF aplicados diariamente (B), para produção de forragem hidropônica.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos volumes de BF sobre o teor de K na parte aérea do milho, sendo que o melhor ajuste de regressão foi o linear (Figura 6), de forma que a dose máxima foi a que promoveu maior teor de K na forragem. Assim, o valor máximo estimado obtido nos tratamentos com BF foi de $34,42 \text{ g.kg}^{-1}$, que é 1,7 vezes maior que o valor obtido nas plantas de milho fertirrigadas com SN. Locatelli (2016) não obteve diferença significativa no teor de K avaliando diferentes volumes de solução nutritiva, a média observada pela autora foi de $37,9 \text{ g.kg}^{-1}$.

Para plantas de milho as faixas de suficiência de K são de $17,0$ a $35,0 \text{ g.kg}^{-1}$, respectivamente (EMBRAPA, 1999), desta forma, apenas o menor valor ($16,23 \text{ g.kg}^{-1}$) obtido nos tratamentos com volumes de BF está abaixo desta média.

Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$), para o teor de K na forragem, entre a média das doses de BF e o tratamento com SN (Figura 7A). Em média o biofertilizante resultou em, aproximadamente, 1,4 vezes mais K na

forragem. Essa diferença pode ser justificada pela maior concentração deste nutriente no biofertilizante, que corresponde a 3,5 vezes mais do que na solução de Hoagland e Arnon (1950) (Tabela 1). Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos volumes de BF e o melhor ajuste de regressão foi o modelo linear (Figura 4B), de forma que a dose máxima foi a que promoveu maior teor de K na forragem. Assim, o valor máximo estimado obtido nos tratamentos com BF foi de $4,96 \text{ g.kg}^{-1}$, que é aproximadamente o dobro do valor obtido na forragem fertirrigada com SN (Figura 7A).

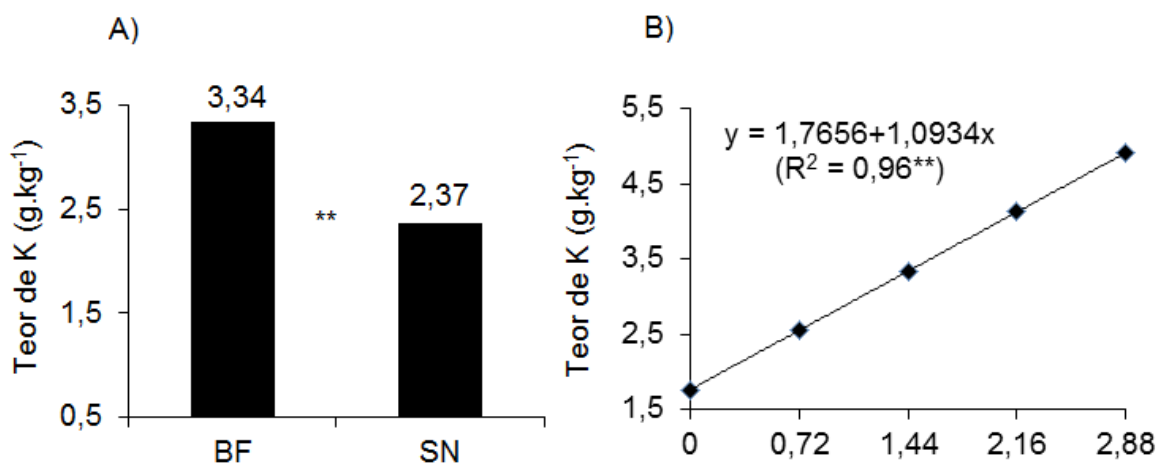


Figura 7. Teor de potássio na forragem hidropônica de milho considerando a solução nutritiva e a média dos volumes de Agrobio (A) e os volumes do biofertilizante Agrobio (B) aplicados diariamente.

4.2.2. Comprimento da parte aérea do milho na forragem hidropônica

Em relação ao comprimento da parte aérea, não ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) entre a média dos tratamentos com biofertilizante (BF) e o tratamento com a solução nutritiva (SN) (Figura 8A). Houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos volumes de BF sobre a altura das plantas de milho, sendo que melhor se ajustou o modelo de regressão quadrático (Figura 8B). A concentração de BF estimada que proporcionou maior comprimento da parte aérea (32,71 cm) foi de $2,02 \text{ L.m}^{-2}$.

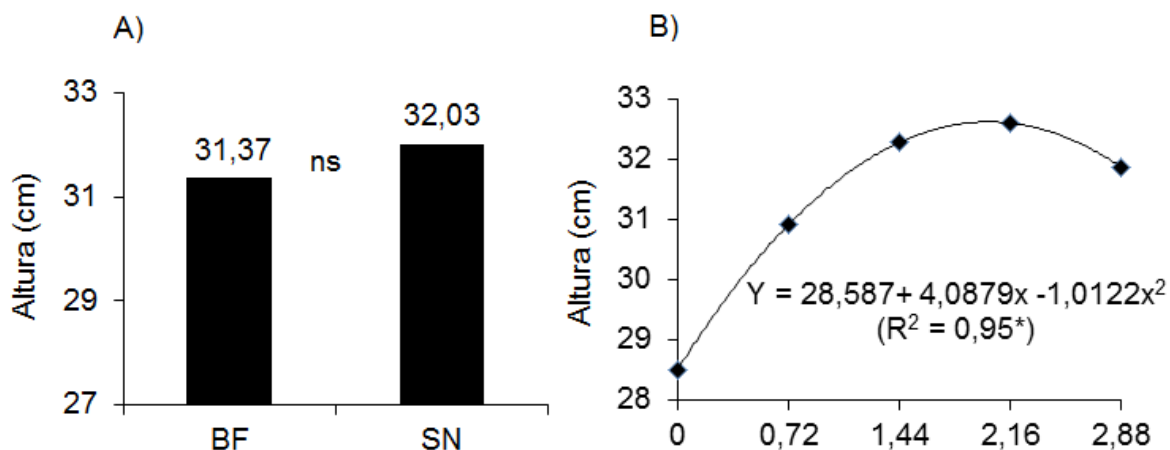


Figura 8. Comprimento da parte aérea de plantas de milho (altura) considerando a solução nutritiva (SN) e a média dos volumes de biofertilizante (BF) (A) e os volumes do BF (B) aplicados diariamente.

O maior comprimento da parte aérea obtido com maiores doses de Agrobio (Figura 8B), certamente, está relacionado ao maior teor de K na parte aérea (Figura 6B) e aos altos teores de N e P na parte aérea das plantas de milho que receberam o maior volume diário do BF Agrobio (Tabela 10).

Manhães et al. (2011) observaram resposta similar trabalhando com doses de vinhoto. Os autores verificaram que a concentração de vinhoto estimada que proporcionou maior comprimento da parte aérea (25,8 cm) foi de 12,9%. Locatelli (2016) não observou diferença significativa no comprimento da parte aérea da forragem hidropônica de milho produzida com diferentes volumes de solução nutritiva, a autora obteve como média 25 cm.

4.2.3. Matéria mineral, gordura, proteína bruta, e produção de matéria seca na forragem

Em relação aos teores de matéria mineral e gordura não ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre a média dos tratamentos com volumes de BF e do tratamento com SN (Figura 9). De forma semelhante, não ocorreram efeitos significativos ($P < 0,05$) dos volumes de BF sobre a matéria mineral e gordura na forragem (Figura 9).

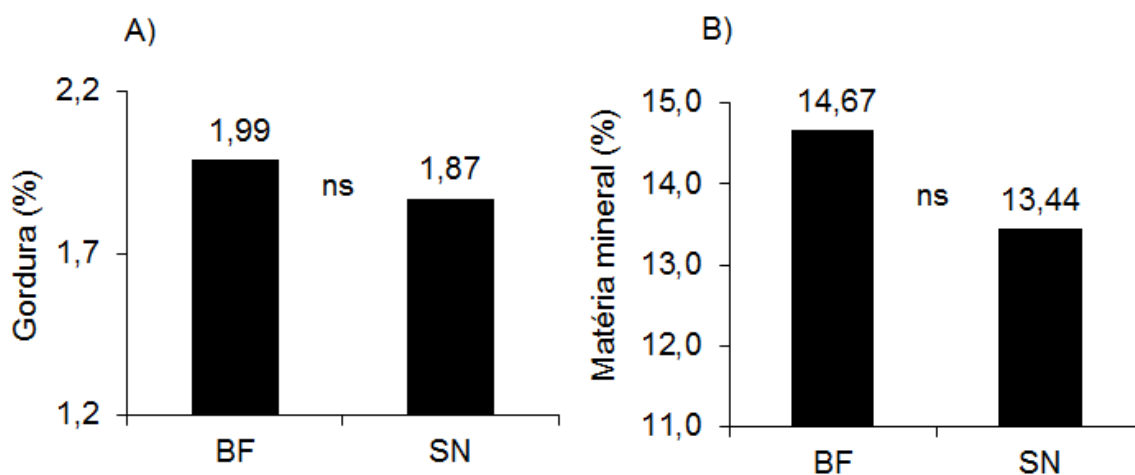


Figura 9. Teor de gordura (A) e matéria mineral (B) na forragem hidropônica de milho considerando a solução nutritiva (SN) e a média dos volumes de biofertilizante (BF).

Oliveira (2014) também não encontrou diferença significativa no teor de matéria mineral da forragem hidropônica de milho produzida com água, solução nutritiva e cloreto de cálcio, obteve como média dos três tratamentos 7,55% de matéria mineral. Por outro lado, Bezerra et al. (2008) avaliaram diferentes concentrações de biofertilizante na produção de forragem hidropônica de milho, verificaram que o melhor ajuste da matéria mineral foi quadrático. Esta aumentou com o incremento da concentração de biofertilizante até 7,6 ml.L⁻¹ havendo redução a partir deste limite. Os autores obtiveram valor máximo de 10,6% de matéria mineral na forragem.

Salas-Pérez et al. (2010) avaliaram o teor de gordura em forragem hidropônica de milho produzida com solução nutritiva e solução orgânica, em uma densidade de 3,4 kg.m⁻² sem uso de substrato. Os autores não observaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, obtiveram como média 2,79% de gordura.

O teor de proteína não foi afetado significativamente ($P < 0,05$) pelos volumes de Agrobio, bem como não houve diferença significativa entre a média dos volumes de BF e a SN (Figura 10).

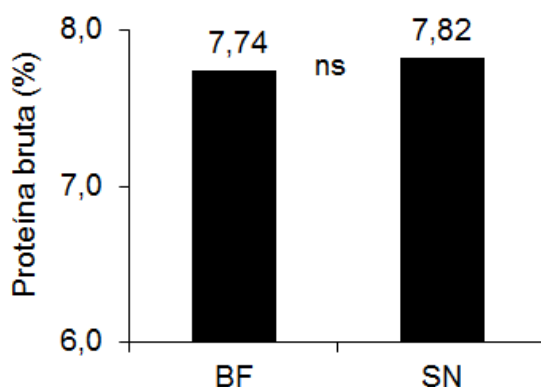


Figura 10. Teor de proteína na forragem hidropônica de milho considerando a solução nutritiva (SN) e a média dos volumes do biofertilizante (BF).

De uma maneira geral, observou-se que o teor de proteína bruta foi baixo. Em média este teor na forragem foi de 7,75%. Este fato pode ser atribuído ao substrato utilizado (bagaço de cana), o qual apresentou teor igual a 2,22% (Tabela 1). Valor próximo (1,92%) foi encontrado por Crevelari (2013). No entanto, vale ressaltar que o sistema de hidroponia com o milho proporcionou melhoria na qualidade da forragem, possibilitando a utilização do bagaço de cana-de-açúcar, pois, houve acréscimo de 5,53% no teor de proteína na forragem.

Entretanto, para bovinos, é necessário que a dieta contenha um mínimo de 8% de proteína bruta na matéria seca, para que haja uma adequada reprodução e atividade bacteriana no rúmen, sendo que abaixo deste nível a digestibilidade do alimento fica comprometida por baixa atividade bacteriana (Bona Filho, 2000).

Bezerra et al. (2008) avaliaram doses de biofertilizante na produção de forragem hidropônica de milho e também não observaram variação no teor de proteína. Sales-Pérez et al. (2010) avaliaram o teor de proteína em forragem hidropônica de milho produzida com solução nutritiva e solução orgânica, em uma densidade de 3,4 kg.m⁻² sem uso de substrato. Os autores não encontraram diferença significativa no teor de proteína entre os tratamentos, obtiveram como média 13,1% de proteína bruta. Crevelari (2013) avaliou a produção de forragem hidropônica de milho utilizando doses de substâncias húmicas e bagaço de cana como substrato e não encontrou diferença significativa no teor de proteína bruta entre os tratamentos, os valores encontrados pela autora foram similares aos observados neste trabalho.

A média da produção de matéria seca dos tratamentos com volumes de biofertilizante foi significativamente ($P < 0,05$) superior à média do tratamento com solução nutritiva (Figura 11) sendo, aproximadamente 7% maior.

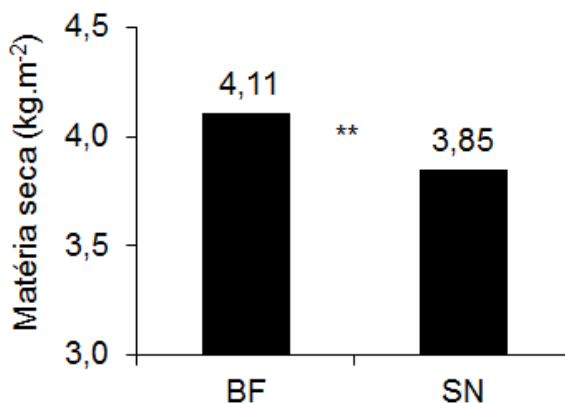


Figura 11. Teor de matéria seca na forragem hidropônica de milho considerando a solução nutritiva e a média dos volumes de Agrobio.

Foi observado efeito significativo dos volumes de biofertilizante sobre a produção de matéria seca da forragem, no entanto, não se obteve um bom ajuste de regressão. O maior valor de matéria seca observado nos volumes de biofertilizante foi de 4,29 kg.m⁻², com o volume de aplicação de 2,16 L.m⁻² de BF demonstrando acréscimo de produção de 0,44 kg.m⁻² em relação a SN (Tabela 11).

Tabela 11. Produção de matéria seca (MS) da forragem hidropônica (FH) de milho considerando volumes de Agrobio aplicado diariamente.

Característica	Volume de Agrobio aplicado diariamente (L.m ⁻²)				
	0,00	0,72	1,44	2,16	2,88
MS (kg.m ⁻²)*	4,06	4,05	3,87	4,29	4,26

* significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Rocha (2004) avaliou diferentes volumes de solução nutritiva na produção de forragem hidropônica de milho em substrato casca de arroz semeada em uma densidade de 2,8 kg.m⁻². Foi observado que a produtividade de MS foi influenciada pelos tratamentos. De acordo com o autor, a análise de regressão

indicou efeito quadrático dos diferentes volumes de solução nutritiva na produtividade de MS, apresentando como valor máximo 5,53 kg de MS.

Salas-Pérez et al. (2010) avaliaram a matéria seca de forragem hidropônica de milho produzida com solução nutritiva e solução orgânica, em uma densidade de 3,4 kg.m⁻² sem uso de substrato.e obtiveram como média 5,0 kg.m⁻². Piccolo et al. (2013) avaliaram diferentes concentrações de água residuária de bovino e solução nutritiva na produção de forragem hidropônica de milho, os autores não observaram diferença significativa na matéria seca entre os tratamentos e obtiveram como média 4,0 kg.m⁻².

4.2.4 Conclusões

O comprimento da parte aérea apresentou valor máximo estimado na concentração de 2,02 L.m⁻² do biofertilizante. Em média, os teores de K na parte aérea, na forragem completa e o teor de matéria seca foram superiores nos tratamentos com biofertilizante em comparação ao tratamento com solução nutritiva. O maior valor de matéria seca observado devido ao biofertilizante foi de 4,29 kg.m⁻² com o volume de aplicação de 2,16 L.m⁻², demonstrando acréscimo de produção de 0,44 kg.m⁻² em relação à solução nutritiva. Desta forma, é recomendado o uso de Agrobio na produção de forragem hidropônica de milho, podendo substituir a solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de forragem hidropônica de milho crioulo variedade Aliança com uso de substratos orgânicos e sem a presença de substrato e doses do biofertilizante Agrobio. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes, RJ. Foram realizados dois experimentos. Ambos tiveram delineamento em blocos casualizados. O primeiro experimento conteve sete repetições e três tratamentos correspondentes aos substratos bagaço de cana-de-açúcar (BC), poda de grama (PG) e sem a utilização de substrato (SS). O segundo experimento conteve quatro repetições e seis tratamentos correspondentes aos cinco volumes do biofertilizante Agrobio (0, 19, 38, 57 e 76 mL por bandeja, que correspondem a 0; 0,72; 1,44; 2,16; 2,88 L.m⁻²) e mais um tratamento com solução nutritiva de Hoagland e Arnon (que corresponde a 57 mL por bandeja ou 2,16 L.m⁻²). Foram realizadas as seguintes análises: comprimento da parte aérea, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura bruta, matéria mineral (MM), N, P e K na forragem completa e na parte aérea (PA). No primeiro experimento, o tratamento com poda de grama apresentou valores superiores em relação ao bagaço de cana para comprimento da parte aérea e teores de N, P, K, K (PA), PB e gordura, o que pode ser atribuído à composição inicial do substrato. No entanto, o tratamento com bagaço de cana apresentou maior acréscimo destas características. O tratamento sem uso de substrato apresentou baixa germinação e crescimento das plantas de milho, sendo observados valores de N, P, K, PB, MM, MS e gordura muito similares aos

obtidos para as sementes. No segundo experimento, a altura das plantas apresentou valor máximo estimado na concentração de 2,02 L.m⁻² do biofertilizante. Em média, os teores de K na parte aérea, na forragem completa e o teor de matéria seca foram superiores nos tratamentos com biofertilizante em comparação ao tratamento com solução nutritiva. O maior valor de matéria seca observado devido ao biofertilizante foi de 4,29 kg.m⁻² com o volume de aplicação de 2,16 L.m⁻², demonstrando acréscimo de produção de 0,44 kg.m⁻² em relação a SN. Desta forma, é recomendado o uso de Agrobio na produção de forragem hidropônica de milho, podendo substituir a solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O substrato que apresentou melhores características foi a poda de grama, no entanto o bagaço de cana também foi eficiente, sendo observada uma melhoria das características com a produção de forragem hidropônica;
- Provavelmente o tratamento sem uso de substrato alcançaria resultados satisfatórios se a irrigação fosse aplicada com menor volume e maior frequência, como observado nos seguintes trabalhos: FAO, 2001; Muller et al., 2006; Zorzan, 2006; López-Aguilat et al., 2009;
- O biofertilizante Agrobio é eficiente na produção de forragem hidropônica no volume de 2,16 L.m⁻²;
- O milho crioulo Aliança apresentou resultados satisfatórios para produção de forragem hidropônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrotec (2015) Vacas comem Erva Servida em Tabuleiros - Forragem Hidropônica. Revista Técnico-Científica Agrícola. Disponível em: <http://www.agrotec.pt/noticias/vacas-comem-erva-servida-em-tabuleiros/>

Abimilho (2017) Associação Brasileira das Indústrias de Milho. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>

Al-Karaki, G. N.; Al-Hashimi M. (2012) Green fodder production and water use efficiency of some forage crops under hydroponic conditions. International Scholarly Research Network. *ISRN Agronomy*. 5 p. ID 924672, doi:10.5402/2012/924672.

Alvarez, C. G. D., Pinho, R. G. V., Borges, I. D. (2006) Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, 30(3): 409-414.

Araujo, V. D. S., Coelho, F. C., Cunha, R., & Lombardi, C. T. (2010). Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e vinhoto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 7(3), 251-264.

Barros, F. C. J., Calado, J. G. A cultura do milho. Universidade de Évora. Portugal 52p.

Bezerra, L. L.; Melo, D. R. M.; Fernandes, D.; Andrade, R.; Dos Santos, J. G. R. (2008) Produção de forragem hidropônica de milho em função de concentrações de biofertilizante e densidade de sementes. *Revista Verde*, Mossoró, 3: 110-116.

Bezerra Neto, E. B., Barreto L. P. (2012) As técnicas de hidroponia. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, Recife, vols. 8 e 9, p.107-137.

Biachini, W.; Rodrigues, É.; Jorge, A. M.; Andrigheto, C. (2007) Importância da fibra na nutrição de bovinos. *Revista eletrônica de Veterinária*, 3(2):1695-7504.

Bisognin, D. A.; Ciprandi, O; Coimbra, J. L. M.; Guidolin, A. F. (1997) Potencial de variedades de polinização aberta de milho em condições adversas de ambiente. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 3(1): 29-34.

Brasil, (2009) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análises de sementes. *Secretaria de Defesa Agropecuária*. Brasília: 399p.

Butolo, J. E. (2002) Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas, 430p.

Campêlo J. E. G., De Oliveira, J. C. G., Rocha, A. S., Carvalho, J. F., Geyson Coutinho Moura, G. C., Oliveira, M. E., Da Silva, J. A. L., Moura, J. W. S., Costa, V. M., Uchoa, L. M. (2007) Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (2): 276-281.

Cometti, N. N., Furlani, P.R., Ruiz, H. A., Fernandes Filho, E. I. (2006) Soluções nutritivas: Formulação e Aplicações. *In: Fernandes, M. S. Nutrição Mineral de Plantas*. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 90-112.

Carpentieri-Pípolo, V., Souza A., Silva, D. A., Barreto, T. P., Garbuglio, D. D., Ferreira, J. M. (2010) Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, 32 (2): 229-233.

Carvalho, H. M. (2003) Sementes: Patrimônio do povo a serviço da humanidade. Editora Expressão Popular.

Carvalho, M., Ferreira, M., Cavalcanti, C., Lima, L., Silva, F., Miranda, K., Vieira, V. CF (2005) Associação do bagaço de cana-de-açúcar, palma forrageira e ureia com diferentes suplementos em dietas para novilhas da raça Holandesa. *Acta Scientiarum Animal Science*, 247-252.

Crevalari, J. A. (2013) *Forragens hidropônicas de milho e de soja cultivada em bagaço de cana-de-açúcar e doses de substâncias húmicas*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF.

Day, S. C., Thé, P. M. P., Lima, J. E. S., Carvalho, T. M. J. P. (2015) Teor de nitrato em vegetais de cultivo orgânico e convencional comercializados em fortaleza (CE).

Dias-Filho, M. M. (2014) Diagnóstico das Pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA.

Dias, N. D. S., De Brito, A. A. F., De Sousa, O. N. N., De Lira, R. B., De Brito, R. F. (2009) Produção de alface hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva. *Revista Caatinga*, Mossoró, 22(4): 158–162. Disponível em: <<http://200.137.6.4/revistas/index.php/sistema/article/view/1477>>. Acesso em: 12/04/2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1999) Manual de análises química de solo, plantas e fertilizantes. Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília, 370p.

Epstein, E., Bloom, A.J. (2006) Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 3ª.ed. Londrina: Planta, 403p.

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2006) Forraje verde hidropônico. vol.1, Santiago-Chile 73p (Manual técnico).

Fermino, M. H. (2003). Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Fernandes, M. C. A., Leite, E. C. B., Moreira, V. E. (2008). Defensivos alternativos. Niterói-RJ. 01:19p. Acesso em: 17/05/2016.

Flôres, M. T. D. (2009) *Efeito da densidade de semeadura e da idade de colheita na produtividade e na composição bromatológica de milho (Zea mays L.)*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Piracicaba – SP, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, 79p.

Fontanel, R. S., Fontanel, R. S. (2012) Qualidade e valor nutritivo de forragem. In: Embrapa Trigo, *FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SUL-BRASILEIRA*. 2. ed. Brasília: Embrapa Trigo, p. 27-49.

Fonseca, D. M., Martuscello J. A. (2011) Plantas Forrageiras. Viçosa, MG: UFV, 537p.

Fraga, T. M., Ferrari, L., Garcia, A., Leite, D. C., & Tannous, S. (2009). Influência de três variedades de milho (zea mays, l.) e dois substratos na produção de forragem hidropônica. *Nucleus Animalium*, 1(1), 1-12.

Freitas, F.C.L., Ferreira, L.R., Silva, A.A., Barbosa, J.G., & Miranda, G.V.. (2002). Efeitos do trinexapac-ethyl sobre o crescimento e florescimento da grama- batatais. *Planta Daninha*, 20(3), 477-486. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582002000300020>

Furlani, P. R., Silveira, L.C. P., Bolonhezi, D., Faquin, V. Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva. 2009. Artigo em Hypertexto. Acesso em: 17/5/2016.

Gerdes, L., Werner, J. C., Colozza, M. T., Possenti, R. A., Schammas, E. A. (2000) Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(4): 955–963.

Guimarães, C.M., Moreira, J.A.A. (2001) Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 36:703-707.

Gurgel, R. (2003). Principais espécies e variedades de grama. *Simpósio Sobre Gramados*, 1.

Hoagland, D.R., Arnon, D.I. (1950) The water culture method for growing plants without soils. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 347p.

Hortisul (2017) Disponível em: <http://www.hortisulrs.com/forragem-hidroponica>

IBGE Sistema de Recuperação Automática – SIDRA. Efetivo dos rebanhos (Cabeças). Brasil: Rio de Janeiro: Campos dos Goytacazes. (2014): <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=3939&z=t&o=24&i=P> em 03/11/2016.

Ítavo, L. C. V.; Filho, S. C. V.; Silva, F. F.; Valadares, R. F. D.; Cecon, P. R.; Ítavo, C. C. B. F.; Moraes, E. H. B. K.; Paulino, P. V. R. (2002) Níveis de Concentração e Proteína Bruta na Dieta de Bovinos Nelore nas fases de recria e Terminação: Consumo e Digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2):1033-1041.

Jackson, M. L. (1965) Soil chemical analysis. New Jersey: Prentice Hall, 498p.

Lima Júnior, D. M. de. Monteiro, P. de. B. S., Rangel, A. H. do. N., Maciel, M. do. V., Oliveira, S. E. O. (2010) Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. *Revista Verde*, Mossoró, 5(2): 13 – 20.

Locatelli, Tamara (2016) *Produção de forragem hidropônica de milho cultivado sobre bagaço de cana-de-açúcar e capim napier com diferentes soluções nutritivas*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF.

López-Aguilar, R., Murillo-Amador, B., Rodríguez-Quezada, G. (2009) El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Revista Interciencia*, 34(2): 121-126.

- Machado, A. T., Machado, C. T. T., Nass, L. L. (2011) Manejo da diversidade genética e melhoramento participativo de milho em sistemas agroecológicos. *Revista brasileira de agroecologia*, [S.l.], v. 6, n. 1, ISSN 1980- 9735.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas : princípios e aplicações. POTAFOS. 2ª.ed. Piracicaba, 319p.
- Manhães, N. E., Sant'Ana, J., Coelho, F. C., Costa, L., Lombardi, C., & Francelino, F. (2011). 11445-Forrageamento de milho hidropônico cultivado em bagaço de cana-de-açúcar, com diferentes densidades de semeadura e concentrações de vinhoto. *Cadernos de Agroecologia*, 6(2).
- Martinez, H.E.P., Silva, Filho, J.B. (2006) Introdução ao cultivo hidropônico de plantas. 3ª ed. Viçosa, Editora UFV. 111p.
- Medeiros, L. M. (2006) *Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de trigo*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Santa Maria - RS - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, 70p.
- Medeiros, S.R. (2008) *Uso de lipídeos em dietas de ruminantes*. Campo Grande: Maçã Nutrição Animal, 6p. (Pesquisa Embrapa)
- Medeiros, S. R. Gomes, R. C., Bungenstab D. J. (2015) *Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações* Brasília, DF: Embrapa.
- Mertens, D. R. (2002) Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study: *Journal of AOAC international*, 85(6): 1217-1240.
- Möller J. (2009) Gravimetric Determination of acid Detergent Fiber and Lignin in Feed: Interlaboratory Study. *AOAC International*, 92(1): 74-90.
- Müller, L., Santos, O. S. do, Manfron, P. A., Haut, V., Fagan, E. B., Medeiros, S. L. P., Neto, D. D. (2005) Produção e qualidade bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico. *Revista da FZVA, Uruguaiana*, 1(1): 88-97.

Muller, L., Dos Santos, O. S., Manfron, P. A., Medeiros, S. L. P., Haut, V., Dourado, D. N., Menezes, N. L., Garcia, D. C. (2006) Forragem hidropônica de milho: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. *Ciência Rural*, 36(4): 1094-1099.

NRC National Research Council (1978) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 1ª ed. rev. *National Academy of sciences*. Washington. p. 7. 157p.

NRC National Research Council (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. rev. *National Academy of Sciences*, Washington, 420 p.

Olivas, H, T. (2017) Empresa Forraje Hidropônico E.I.R.L. Disponível em: <http://www.forrajehidroponico.com/Principal.aspx>

Oliveira, V.P.S. (1996) *Avaliação do Sistema de Irrigação por sulco da Fazenda do Alto em Campos dos Goytacazes-RJ*. Dissertação – (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 1:26p.

Palieraqui, J. G. B., Fontes, C. A. A., Ribeiro, E. G., Cóser, C. A., Martins, C. E., Fernandes, A. M. (2006) Influência da irrigação sobre a disponibilidade, a composição química, a digestibilidade e o consumo dos capins mombaça e napier. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(6): 2381–2387.

Paula, L.; Rolim, M. M.; Neto, B. E.; Soares, T. M.; Pedrosa, E. M. R.; Silva, E. F. F. (2011) Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(9): 931–939.

Paulino, V. T., Possenti, R., Lucena, M. A. C., Vedove, D. J. F. D., Souza, C. R. T. J. (2004) Crescimento e avaliação químico-bromatológica de milho cultivado em condições hidropônicas. *Revista Científica eletrônica de Agronomia*, São Paulo, Ano III (5): 80-90.

Peixoto, A. M., Moura, J. C., Faria, V., P. (1994) *Pastagens: Fundamentos da exploração racional*. 2ª.ed. Piracicaba: FEALQ

Pelwing, A. B., Frank, Frank, L. B., Barros, Barros, I. I. B. (2008) Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 46(2), 391-420.

Pereira, R. C., Banys, V. L.; Costa, R. G.; Manoel, A. O. Produção de Milho fertirrigado em diferentes tipos de substratos. In: 40ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2003.

Peron, A. J., Evangelista, A. R. (2004). Degradação de pastagens em regiões de cerrado. *Ciência e Agrotecnologia*, 28(3), 655-661.
<https://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000300023>

Píccolo, M. A., Coelho, F. C., Gravina, G. A., Marciano, C. R., Rangel, O. J. P. (2013) Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos. *Revista Ceres*, 60(4): 544.

Pizarro, E. A. (2000). Potencial forrajero del género Paspalum. *Pasturas Tropicales*, 22(1): 38-46.

Pérez, L. S., Rivera, J. R. E., Rangel, P. P., Reyna, V. P. Á., Velázquez, J. A. M., Martínez, J. R. V., Ortiz, M. M. (2012) Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico Y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. *Revista Interciencia*, 37(3): 215-220.

Rivera, A., Moronta, M., González-Estopiñán, M., González, D., Perdomo, D., García, D. E., Hernández, G. (2010) Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*) en condiciones de iluminación deficiente. *Zootecnia Trop.*, 28 (1): 33-41.

Rocha, R. J. de. S. (2004) Produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho (*Zea mays L.*) em diferentes densidades de plantio, estádios de crescimento e volumes de solução nutritiva. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Teresina – Piauí, Universidade Federal do Piauí, 48p.

Rodrigues, L.F.R. (2002) Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: FUNEP, 762p.

Sá, F. V. S.; Mesquita, E. F.; Bertino, A. M. P.; Silva, G. A.; Costa, J. D. (2013) Biofertilizantes na produção hidropônica de mudas de mamoeiro. *Revista Verde Mossoró – Rio Grande do Norte*, 8(3): 109-116.

SAEG, S. (2007). Sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV.

Salas-Pérez, L.; Preciado-Rangel, P.; Esparza-Rivera, J. R.; Álvarez-Reyna, V. P.; Palomo-Gil, A.; Rodríguez-Dimas, N.; Márquez-Hernández, C. (2010) Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. *Terra Latinoamericana*, 28(4), 355-360.

Salman, A. K. D.; Ferreira, A. C. D.; Soares, J. P. G.; Souza, J. P. (2010) Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. Embrapa, Porto Velho-Ro, 136:26p.

Santin, M. M.; Santos, H. S.; Scapim, C. A.; Brandão Filho, Torres J. U.; Callegari, O.; Santos, A. A. J.; Santos, I. A. (2005) Relação entre substratos e métodos de aplicação de solução nutritiva na produção de mudas e posterior resposta produtiva da beterraba. *Acta Scientiarum*, (27): 423-432.

Santos, O. S. (2000) Cultivos sem solo: hidroponia. Santa Maria: 107p.

Santos, E. D. G., Paulino, M. F., Queiroz, D. F., Valadares Filho, S. C., Fonseca, D. M., Lana, R. P. (2004) Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33(1): 203-213.

SAEG, S. (2007). Sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV.

Secretaria Municipal. Levantamento dos prejuízos na agropecuária com a seca, em Campos. (2014):

http://www.campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id_noticia=28470 em 16/12/2015.

Silva, D. J., Queiroz, A. C. de. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 235p. 2002.

Souza, O.; Dos Santos, I.E. (2002) Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar pelos ruminantes. Comunicado Técnico 07. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju, SE. p.1-2.

Teixeira, F. F.; Souza, B. O.; Andrade, R. V.; Padilha, L. Boas práticas na manutenção de germoplasma de variedades crioulas de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 113). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2005/comunicado/Com_113.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2016.

Tesseroli Neto, E. A. (2006) *Biofertilizantes: Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alface*. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Curitiba - PR, Universidade Federal do Paraná - UFPR.

Thiex, N. J., Anderson, S., Gildemeister, B. (2003) Crude Fat, Hexanes Extraction, in Feed, Cereal Grain, and Forage (Randall/Soxtec/Submersion Method): Collaborative Study. *Journal of aoac international*, 86 (5).

Tokarnia, C.H., Döbereiner J. e Peixoto P.V. (2000) Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. *Pesq. Vet. Bras*, 20 (3): 127-138.

Trindade, C. C. (2006), Sementes crioulas e transgênicos. Uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais. Trabalho apresentado no XV Congresso Nacional do Conpedi, 15-18 Nov, Manaus, Amazonas.

Underwood, E.J.; Suttle, N.F. (1999) The mineral nutrition of livestock. Oxon: CAB International, 614p.

Van Soest, P. T. (1994) Nutritional Ecology of Ruminants. Cornell University. 2ª ed. 573 p.

Veiga, J. B.; Láu, H. D. (1998) Manual sobre deficiência e suplementação mineral do gado bovino na Amazônia Oriental. Belém: Embrapa-CPATU, 36p.

Zago, V.C.P.; Evangelista, M. R.; Almeida, D. L.; Guerra, J. G. M.; Neves, M. C. P.; Rumjanek, N. G. (1999) Aplicação de esterco bovino e uréia na couve e seus reflexos nos teores de nitrato e na qualidade. *Horticultura Brasileira*. 17(3): 207-210.

Zaia, C. Mapeamento da situação das pastagens no Brasil (Valor Econômico). SAE - Secretaria de Assuntos Estratégicos, Presidência da República. (2014): <http://www.sae.gov.br/imprensa/sae-na-midia/estudo-apeia-situacao-das-pastagens-no-brasil-valor-economico-12-12-2014-2/em-07/90/2016>.

Zambom, Maximiliane Alavarse et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, [S.l.], 23(1): 937-943, jan. 2001. ISSN 1807-8672..

Zorzan, M. H. S. (2006) *Avaliação da qualidade de forragem hidropônica de centeio, cevada e ervilhaca*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Santa Maria - RS - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, 53p.

Zundt, M.; Macedo, F.A.F.; Martins, E.N.; Mexia A.A.; Yamamoto, S.M. (2002) Desempenho de cordeiros alimentados com diferentes níveis protéicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 31(3): 1307-1314.

APÊNDICE



Figura 12. Fotos do experimento com: A) quatro, B) cinco, C) dez e D) doze dias após a sementeira.