

**FORRAGENS HIDROPÔNICAS DE MILHO E DE SOJA CULTIVADA
EM BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DOSES DE
SUBSTÂNCIAS HÚMICAS**

JOCARLA AMBROSIM CREVELARI

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL- 2013**

FORRAGENS HIDROPÔNICAS DE MILHO E DE SOJA CULTIVADA
EM BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DOSES DE
SUBSTÂNCIAS HÚMICAS

JOCARLA AMBROSIM CREVELARI

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

Orientador: Prof. Fábio Cunha Coelho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL – 2013

FORRAGENS HIDROPÔNICAS DE MILHO E DE SOJA CULTIVADA
EM BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DOSES DE
SUBSTÂNCIAS HÚMICAS

JOCARLA AMBROSIM CREVELARI

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

Aprovada em 02 de abril de 2013.

Comissão Examinadora:

Herval Martinho Ferreira Paes (D. Sc., Produção Vegetal) - UENF

Prof. Marco Antônio Píccolo (D. Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof.^a Marta Simone Mendonça Freitas (D. Sc., Produção Vegetal) - UENF

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

Aos meus pais Zelino e Izabel;
Ao meu irmão Cícero;
Ao meu namorado Anderson e à minha cunhada Roberta;
Aos meus avós Justina e Darci.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua presença constante em minha vida;

Aos meus pais, Isabel Ambrosim Crevelari e Zelino Crevelari, pelo amor, carinho, dedicação e exemplo de vida;

Ao meu irmão, Cícero Ambrosim Crevelari, amigo e conselheiro, sempre me apoiando e dando forças nos momentos mais difíceis;

Ao meu namorado, Anderson Vinco, que esteve ao meu lado, ajudando e incentivando;

Aos meus amigos, especialmente a Fernanda Cecília, Ivana, Cristina, Áurea, Vanessa, Jaqueline, Aurilena, Giseli, Renan e Delorme pelo companheirismo, troca de informações e alegria que me proporcionaram durante este curso;

Às minhas amigas de República Giseli, Juliana e Fernanda pelos bons momentos;

Ao Prof. Dr. Fábio Cunha Coelho pela orientação e aprendizado ao longo destes anos;

Ao Laboratório de Zootecnia da UENF pelas análises realizadas;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade para realizar o mestrado;

A todos que amo e que sempre estiveram ao meu lado. Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo Geral.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Características das Espécies Forrageiras.....	4
3.1.1. Milho.....	4
3.1.2. Soja.....	5
3.2. Forragem Hidropônica.....	8
3.3. Qualidade da Forragem.....	10
3.4. Bagaço de Cana-de-Açúcar.....	12
3.5. Substâncias Húmicas.....	14

4. TRABALHOS.....	18
4.1. Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana-de-açúcar e doses de substâncias húmicas.....	18
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	22
Resultados e Discussão.....	25
Conclusões.....	40
Referências bibliográficas.....	41
4.2. Forragem hidropônica de soja cultivada em bagaço de cana-de-açúcar e doses de substâncias húmicas.....	44
Resumo.....	44
Abstract.....	45
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	47
Resultados e Discussão.....	51
Conclusões.....	66
Referências bibliográficas.....	67
RESUMOS E CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
APÊNDICE.....	80

RESUMO

CREVELARI, Jocarla Ambrosim; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2013. Forragens hidropônicas de milho e de soja cultivada em bagaço de cana-de-açúcar e doses de substâncias húmicas. Orientador: Prof. Fábio Cunha Coelho.

A produção de forragem hidropônica é uma alternativa viável, econômica, segura e palatável que pode ser utilizada na alimentação de ruminantes, possibilita produzir forragem de alta qualidade, em pouco tempo, produzindo em qualquer época do ano independente das variações climáticas. Diante disso, buscou-se com o presente trabalho avaliar a produtividade, a qualidade e o valor nutricional da forragem hidropônica de milho e soja cultivados em bagaço de cana-de-açúcar utilizando doses de substâncias húmicas e solução nutritiva na fertirrigação. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Laboratório de Fitotecnia na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (LFIT-UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ. Foram realizados quatro experimentos, sendo dois com milho e dois com soja. Os experimentos seguiram a um arranjo fatorial ($2 \times 5 + 2$), cujos fatores e níveis foram: no primeiro experimento utilizou-se duas cultivares de milho BR 106 e UENF 506-11 e cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹ C. No segundo experimento utilizou-se duas cultivares de milho BR 106 e AG 1051, cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 150, 300, 450 e 600 mg L⁻¹ C na fertirrigação, os dois tratamentos adicionais foram as cultivares de milho

cultivadas em solução nutritiva padrão (SNP). No primeiro experimento com soja utilizou-se as seguintes cultivares A 7255 e BRS 257 e cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹ C na fertirrigação. No segundo experimento utilizou-se duas cultivares BRS 257 e TMG 801 e cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 150, 300, 450 e 600 mg L⁻¹ C na fertirrigação, os dois tratamentos adicionais foram as cultivares de soja cultivadas em solução nutritiva padrão (SNP). O delineamento foi o de blocos casualizados com quatro repetições. O volume diário de solução por unidade experimental tanto no experimento com milho como o de soja foi de 3 L m⁻² dia⁻¹ (1º experimento) e 4,5 L m⁻² dia⁻¹ (2º experimento). A densidade de semeadura foi de 1,0 kg m⁻². A colheita dos experimentos foi realizada 15 dias após a emergência. Foram avaliados os seguintes atributos: comprimento da parte aérea (PA), comprimento do sistema radicular (SR), peso da matéria fresca (MF) e seca (MS), e fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB). Ocorreu acréscimo de 0,095 kg m⁻² na produção de matéria seca na média das cultivares BR 106 e AG 1051, com a aplicação da (SHC) na proporção de 600 mg L⁻¹ de C, além de que esta dose proporciona forragem com menor teor de FDN. Em média, as concentrações de (SHC), no intervalo de 0 a 40 mg L⁻¹ de C proporcionaram 2% a menos de FDA, na forragem contendo a cultivar UENF 506-11 e de 2,6% FDN, na BR 106 do que a (SNP). Em média, as concentrações de (SHC), no intervalo de 0 a 600 mg L⁻¹ de C, proporcionaram FDA 1,7% menor na forragem com a cultivar AG 1051, do que a (SNP). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) não se apresentaram dentro dos valores considerados satisfatórios para uma forragem de boa qualidade. Enquanto os teores de fibra em detergente ácido (FDA) estão dentro dos níveis aceitáveis para uma forragem de boa qualidade. A hidroponia com milho no bagaço de cana-de-açúcar melhorou a qualidade da forragem, já que seus teores de fibra foram inferiores aos teores do FDA e FDN do bagaço e o teor de proteína bruta da forragem passou de 1,92% para 6,55%. Na forragem com BRS 257 a (SNP) proporcionou 1,1 e 0,2 kg m⁻² a mais nos pesos da matéria fresca e seca do que as médias das doses de (SHC). A cultivar A 7255 cultivada com doses mais elevadas de (SHC) proporcionou em média 0,42 kg m⁻² a mais de peso da matéria fresca, em relação ao peso obtido com a (SNP). Na TMG 801, em média, as doses elevadas de (SHC) resultaram em 0,61 e 0,13 kg m⁻² a mais

de matéria fresca e seca do que a obtida com (SNP). Na forragem com A 7255 a (SNP) proporcionou FDN 1,70% menor do que a média das doses mais baixas de (SHC). Em TMG 801, em média, as concentrações mais altas de (SHC) proporcionaram FDN 1,80% menor do que a (SNP). Na forragem com A 7255 os maiores teores de PB foram obtidos na dose de 600 mg L⁻¹ de C. Para a forragem com TMG 801 obteve-se os maior teor de PB com a dose estimada de 350 mg L⁻¹ de C. A combinação entre plantas de soja, sementes não germinadas e bagaço de cana-de-açúcar melhorou a qualidade da forragem, proporcionando teor de proteína bruta alto e teores da fibra em detergente ácido e neutro dentro dos limites aceitáveis para uma forragem.

ABSTRACT

CREVELARI, Jocarla Ambrosim; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April, 2013. Production of hydroponic forage corn and soybeans considering different doses of humic substances. Advisor: Fábio Cunha Coelho

The hydroponic forage production is a viable, economical, safe and palatable that can be fed to ruminants, enables producing high quality forage in a short time, producing at any time of year regardless of weather variations. Therefore, we sought to evaluate this work productivity, quality and nutritional value of hydroponic forage corn and soybeans using sugar cane bagasse (*Saccharum* sp.), substrate and doses of humic and nutrient solution in fertirrigation. The experiments were conducted in a greenhouse of the Laboratory Fitotecnia – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (LFIT-UENF) - Campos, RJ. Four experiments were conducted, two with corn and two with soybean. The experiments followed a factorial arrangement (2 x 5 + 2), whose witch factors and levels were: in the first experiment we used two cultivars of maize BR 106 and UENF 506-11 and five doses of humic substances 0, 10, 20, 30 and 40 mg L⁻¹ C. In the second experiment we used two cultivars of maize BR 106 and AG 1051, five doses of humic substances 0, 150, 300, 450 and 600 mg L⁻¹ C in fertirrigation, the two additional treatments the varieties of maize were grown in standard nutrient solution (SNP). In the first experiment with soybean we used the following cultivars A 7255 and BRS 257 and five doses of humic substances 0, 10,

20, 30 and 40 mg L⁻¹ C in fertirrigation. In the second experiment we used two soybean cultivars BRS 257 and TMG 801 and five doses of humic substances 0, 150, 300, 450 and 600 mg L⁻¹ C in fertirrigation, the two additional treatments soybean varieties were grown in standard nutrient solution (SNP). The volume of daily application for experimental unit in experiment with maize was 3 L m⁻² day⁻¹ (experiment 1) and 4,5 L m⁻² day⁻¹ in (2 ° experiment). Already in soybean trial was 3 L m⁻² day⁻¹ (1° experiment) and 4,5 L m⁻² day⁻¹ (2 ° experiment). The seeding density used was 1,0 kg m⁻². A harvest of experiments was performed 15 days after emergence. Subsequently we evaluated the following character: shoot length (PA) and root (SR), fresh weight (MF) and dry matter (MS), and crude protein (PB), neutral detergent fiber (FDN) and acid detergent fiber (FDA). There adding 0,095 kg m⁻² in the dry matter of the average cultivars BR 106 and AG 1051, with the application of (SHC) in the proportion of 600 mg L⁻¹ C, and that this material provides a lower dose of FDN. On average concentrations (SHC) in the range of 0 to 40 mg L⁻¹ C provided less than 2% FDA forage cultivar containing UENF 506-11 and 2,6% FDN, the BR 106 than that (SNP). On average concentrations (SHC) in the range of 0 to 600 mg L⁻¹ C yielded 1,7% FDA to lower the forage cultivar AG 1051 than (SNP). The contents of neutral detergent fiber (FDN) is are not presented within the values considered satisfactory for a good quality forage. While the levels of acid detergent fiber (FDA) are within acceptable levels for a good quality forage. Hydroponics with corn bagasse sugar cane improved forage quality, since their fiber contents were lower than the levels of FDA and FDN bagasse and crude protein content of forage increased from 1,92% to 6,55%. Forage with BRS 257 (SNP) provided 1,1 and 0,2 kg m⁻² over the weights of fresh and dry matter than the averages of doses (SHC). The cultivar grown in 7255 doses more high (SHC) provided an average 0,42 kg m⁻² over fresh weight, relative to the weight obtained by (SNP). In the TMG 801, on average, higher doses of (SHC) resulted in 0,61 and 0,13 kg m⁻² over fresh and dry weight than that obtained with (SNP). A forage with the 7255 (SNP) afforded 1,70 FDN% lower than the average of lower doses of (SHC). In TMG 801, on average, higher concentrations of (SHC) provided 1,80% FDN smaller than (SNP). The 7255 in the pasture with the highest crude protein were obtained at a dose of 600 mg L⁻¹ C. For forage with TMG 801 obtained the highest content of PB with the dose of 350 mg L⁻¹ C. The combination of soybean plants, non-germinated seeds and sugar

cane bagasse improved forage quality, providing crude protein and high levels of acid detergent fiber and neutral within acceptable limits for a forage.

1. INTRODUÇÃO

A distribuição estacional de chuvas gera um desequilíbrio na produção de forragens, reduzindo a quantidade e qualidade do seu valor nutricional. Para amenizar esse problema, diversas alternativas têm sido apontadas e utilizadas para suprir o déficit alimentar nos rebanhos e uma delas é a produção de forragem hidropônica (Deminicis *et al.*, 2009).

Este sistema de produção é considerado uma excelente opção, uma vez que, trata-se de alimento volumoso com bons níveis de proteína bruta e digestibilidade, permitindo o consumo por ruminantes e não ruminantes. A produção de volumosos de qualidade torna-se a cada dia mais importante na busca de melhores rendimentos na pecuária (Rocha, 2004).

De acordo com a FAO (2001), o cultivo de forragem hidropônica apresenta as seguintes vantagens: ciclo curto de produção; produção em qualquer época do ano com menor risco de adversidades meteorológicas; requer baixo consumo de água; não necessita de agrotóxicos para sua produção e nem de máquinas para execução dos processos de conservação da forragem; a produtividade é elevada e; é adaptável a várias espécies vegetais.

Apesar das inúmeras vantagens dessa técnica, ainda são poucas as pesquisas com resultados que orientem técnicos e produtores rurais quanto às diversas fases do processo produtivo. Os dados da literatura são escassos e muitas vezes incompletos. A época de colheita, a densidade de semeadura, a composição e o volume das soluções, o estudo das características dos substratos

são pouco avaliados, dessa forma, deixa-se de conhecer alguns efeitos positivos e/ou negativos que poderão afetar o desenvolvimento das plantas neste sistema de produção.

O milho é a espécie que tem sido mais utilizada no Brasil, para a produção de forragens hidropônicas. Em virtude de sua maior disponibilidade, baixos preços das sementes, adaptação ao clima tropical, alta produtividade e ciclo curto. Essas características fazem com que o produtor se interesse pelo cultivo hidropônico de milho, o que torna uma excelente alternativa para obtenção de volumosos de alta qualidade para a alimentação animal nos períodos de seca prolongada.

A soja também apresenta grande aceitação na alimentação animal, já que no Brasil é quase que exclusivamente consumida sob a forma de farelo. Ela é considerada uma das mais importantes fontes de proteína na alimentação animal (Siqueira, 2004). Entretanto, seu consumo *in natura* não é recomendado pelo fato de possuir efeitos antinutricionais, sendo necessário passar por tratamento térmico antes do consumo (Missão, 2006). Já o broto de soja pode ser consumido sem apresentar efeitos negativos à saúde, tanto humana quanto para animais.

Os condicionadores de solo se caracterizam por produtos que concentram grandes quantidades de matéria orgânica. Servem para a restauração da fertilidade dos solos desgastados proporcionando equilíbrio físico, químico e biológico (Agrolatino, 2012).

Estudos e pesquisas demonstram que o uso de condicionadores orgânicos de solo é capaz de aumentar a produtividade, embora sua utilização na agricultura ainda seja recente. Diante disso se faz necessário maior número de estudos e aprofundamento para uma melhor caracterização das causas e efeitos destes produtos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar diferentes cultivares de milho e de soja e doses de substâncias húmicas na produtividade e qualidade de forragem hidropônica utilizando o bagaço de cana-de-açúcar como substrato.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o crescimento de plantas de milho e de soja, produzidas em sistema hidropônico;
- Determinar a produção de fitomassa fresca e seca da forragem hidropônica de milho e de soja submetidas a doses de substâncias húmicas e solução nutritiva padrão;
- Determinar os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido da forragem hidropônica de milho e de soja submetidos a doses de substâncias húmicas e solução nutritiva padrão.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Caracterização das Espécies Forrageiras

3.1.1 Milho

Dentro da classificação botânica, o milho pertence à classe Liliopsida, à família Poaceae, à subfamília *panicoideae*, à tribo *Maydeae*, ao gênero *Zea*, à espécie *Zea mays*. O gênero *Zea* é considerado monotípico e constituído por uma única espécie, ou seja, *Zea mays* L. (Canechio Filho, 1985).

O milho é originário da América Central (México/Guatemala), sendo cultivado em todas as regiões do mundo, sejam temperadas ou tropicais. Seu cultivo é favorecido em épocas do ano em que a temperatura do ar é superior a 15°C. Seu desenvolvimento é muito afetado pela quantidade de radiação solar, por isso as maiores produtividades são obtidas em condições de alta radiação. Em relação ao fotoperíodo o milho é considerado como planta neutra ou de dias curtos (Reichardt, 1993).

A área plantada de milho total no Brasil na safra (2011/2012) foi de 15.178,1 milhões de hectares, com produtividade de 4.808 (kg ha⁻¹) e produção de 72.979,5 milhões de toneladas (CONAB, 2012).

No Brasil, as principais áreas produtoras estão nas regiões Centro-Sul, seguidas por Norte/Nordeste. Os Estados do Mato Grosso, Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul são os principais produtores de milho do Brasil (CONAB, 2012).

Diversos subprodutos agroindustriais podem ser empregados como fontes alternativas de energia em dietas para ruminantes. O milho consiste em um dos alimentos tradicionais mais empregados para suprir essas demandas energéticas dos animais (Kazama *et al.*, 2008).

Pelo fato do milho apresentar alto valor energético, boa composição de fibras e alto potencial de produção de matéria seca ele é muito utilizado na produção de forragem animal (Alvarez *et al.*, 2006).

O cultivo da forragem hidropônica de milho vem crescendo e representa uma alternativa prática e econômica ao pequeno produtor, possibilitando a obtenção de forragem de grande valor protéico e energético, o ano todo, e principalmente no período de estiagem (Paulino *et al.*, 2004).

3.1.2. Soja

Embora a cultura da soja esteja disseminada por países de todos os continentes, a maior parte da produção concentra-se nas Américas do Norte e do Sul, onde a produtividade alcança os melhores desempenhos mundiais. A soja chegou ao Brasil no final do século XIX, quando algumas cultivares foram trazidas dos Estados Unidos para a realização de pesquisas como planta forrageira. Os primeiros plantios foram realizados em São Paulo e no Rio Grande do Sul, posteriormente começou a ser cultivada na região Sul e Sudeste. A soja só passou a ganhar importância na agricultura nacional a partir da década de 70, quando se verificou a continuidade de sua expansão no Sul e no Sudeste dando início nas áreas de cerrados da região Centro-Oeste. Desde então, a expansão da soja vem provocando um grande processo de transformação nas economias de várias regiões do país e impactando positivamente as exportações (Siqueira, 2004).

O mercado internacional de exportação da soja concentra-se no Brasil, Argentina e EUA. O Brasil destaca-se nas exportações tanto de grãos como de derivados (farelo e óleo de soja). Os EUA são os maiores exportadores de grãos, com pequena participação no comércio de derivados, e a Argentina especializou-se nas exportações de farelo e óleo de soja (Sampaio *et al.*, 2006).

De acordo com a CONAB (2012), a área plantada de soja na safra (2011/2012) foi de 25.042,2 milhões de hectares, com produtividade de 2.651 (kg ha⁻¹), com produção de 66.383,0 milhões de hectares.

No Brasil, as principais áreas produtoras estão nas regiões Centro-Sul, Norte/Nordeste do País. Os Estados do Mato Grosso, Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul são os principais produtores de soja do Brasil (CONAB, 2012).

O aumento na área plantada no âmbito nacional poderá atingir um incremento de 8,8%, saindo do patamar de 25.042,2 milhões de hectares para 27.241,1 milhões de hectares, constituindo-se no maior recorde de área plantada com a oleaginosa. No final do mês de novembro de 2012, o percentual da área semeada com soja no País atingia 88,1%. Na região Centro-Sul 93% e na região Norte-Nordeste 50% (CONAB, 2012).

No Brasil, a soja é quase que exclusivamente consumida sob a forma de óleo (cerca de 90% do consumo nacional) e de farelo, embora seja utilizada também nas indústrias de produtos alimentícios, cosméticos e farmacêuticos e na pecuária (bovinocultura, suinocultura e avicultura), como importante fonte de nutriente na composição da ração (Siqueira, 2004).

A soja é um dos principais fornecedores de proteína na formulação de rações. Esta leguminosa possui proteína de boa qualidade e pode ser utilizada na alimentação animal como grão integral, ou na forma de farelo. O grão integral contém em média 38% de proteína bruta (PB), 17,7% de óleo e energia digestível (ED) equivalente a 3.962 kcal kg⁻¹, já o farelo de soja contém 45% PB, 1,4 de óleo e 3.448 kcal ED kg⁻¹. Estas características nutricionais do grão integral de soja permitem que o mesmo seja utilizado com o objetivo de reduzir os custos com alimentação, uma vez que a soja integral pode ser produzida e processada na propriedade, a custos inferiores ao do preço pago pelo farelo de soja (Fialho *et al.*, 1991). Mas antes de ser utilizado na alimentação dos animais, o grão de soja precisa passar por um tratamento que utiliza o calor para destruir os fatores antinutricionais (inibidores da tripsina), responsáveis pela inadequada utilização das proteínas durante os processos metabólicos da digestão (Fialho *et al.*, 1991).

A soja, pelas suas qualidades nutricionais, facilidade de adaptação, alta produção e facilidade de cultivo, pode ser considerada como um dos alimentos para a população do futuro (Bellaver, 1999).

O melhoramento genético permite adequar à soja dependendo do tipo de utilização que ela se destina. Além de modificações nos teores e na qualidade de óleo e proteína, também deve considerar outras características tais como: grãos de tamanho grande, para uso como hortaliça; sabor suave (altos teores de sacarose e frutose, ácido glutâmico e alanina); hilo de cor amarelada; grãos pequenos para uso em “natto” (alimento fermentado japonês) ou para brotos de soja; ausência ou redução de inibidor de tripsina para melhor qualidade de rações animais; e ausência das isoenzimas lipoxygenases, para melhorar o sabor da soja (Carrão - Panizzi, 2007).

O aumento do consumo de soja no Ocidente vem exigindo das instituições de pesquisa o desenvolvimento de cultivares de soja com sabor mais suave e que se contrapõe ao gosto exótico da soja. Por isso, nos últimos 10 anos, a Embrapa Soja desenvolveu várias cultivares convencionais específicas para alimentação.

Para atender mercados específicos, a Embrapa Soja lançou para cultivo comercial as cultivares especiais BRS 213, BRS 257, BRS 258, BRS 216, e BRS 267 (Carrão-Panizzi e Pipolo, 2007). A cultivar BRS 216 apresenta grãos pequenos, característica que a torna adequada para “natto” (alimento fermentado japonês) e para a produção de brotos de soja. A cultivar BRS 267 apresenta semente grande, sabor superior e é ideal para produção de “tofu”, farinhas e extrato de soja. Além disso, esta cultivar pode ser consumida como soja verde ou hortaliça, como hortaliça, a soja normalmente, é vendida com vagens presas nos galhos, com vagens soltas ou com os grãos debulhados, e pode ser usada diretamente em saladas ou em pratos que utilizam ervilhas ou outros vegetais.

A utilização da soja é muito conhecida pela extração do óleo vegetal e de seu subproduto o farelo. Os grãos inteiros da soja podem ser assados ou tostados ou ingeridos como o broto de soja, servem também para a produção de leite de soja, sobremesas de soja, iogurte de soja, sorvete de soja, e molho de soja (Missão, 2006).

Recentemente, o interesse pela adoção de silagem de soja em sistemas de alimentação animal tem merecido destaque em vários países, inclusive no Brasil.

A utilização da soja na forma de forragem pode ser uma alternativa viável para elevar o teor de proteína do volumoso para uso na alimentação de animais, em períodos críticos de disponibilidade de forragem (Evangelista *et al.*, 2003).

A soja apresenta potencial forrageiro por suas características nutricionais e produção de matéria seca, além da facilidade de colheita mecânica, constituindo uma fonte de alimento de custo reduzido e elevada qualidade (Rezende *et al.*, 2012).

A utilização de silagem de leguminosa apresenta-se como opção, por aumentar o teor protéico da dieta, além de supri-la com maior quantidade de cálcio e fósforo, reduzindo assim, o custo de produção, através da menor necessidade de suplementação com concentrado protéico (Baxter *et al.*, 1984).

Em relação ao valor nutritivo, a silagem de soja supera a silagem de milho e comparando com produtos tais, como a silagem de capim, a silagem de soja é superior em teor de matéria seca, proteína bruta, menor teor de fibra em detergente neutro, maior consumo de proteína, maior digestibilidade da matéria seca e melhor balanço de nitrogênio (Evangelista *et al.*, 2003).

A falta de informações para o uso da silagem de soja como alimentação em períodos críticos decorre do hábito do produtor especializado em produção de soja direcionar essa cultura para a produção de grãos e os pecuaristas não visualizarem na soja uma opção forrageira viável economicamente. O uso da soja como silagem para alimentação animal diminui os custos com o confinamento, sendo uma fonte alternativa de proteína, livrando os produtores da dependência dos valores alternados do mercado de grãos (Gobetti *et al.*, 2011).

3.2. Forragem Hidropônica

O desenvolvimento de tecnologias capazes de amenizar os efeitos da redução da quantidade e da qualidade das forragens durante a estação seca é de grande importância para a produção animal (Campêlo *et al.*, 2007). A adoção de alternativas que visem minimizar prejuízos de possíveis fatores climáticos adversos torna-se essencial quando se tem como objetivo uma produção estável e rentável (Flôres, 2009).

A pecuária tem sido desafiada a estabelecer técnicas de produção que sejam capazes de produzir, de forma eficiente, carne e leite de boa qualidade a baixo preço, em sistemas competitivos e sustentáveis (Müller *et al.*, 2006).

Diante disso, muitos alimentos alternativos vêm sendo avaliados para diferentes espécies animais, tanto pelo seu aspecto nutricional quanto econômico, visando baratear os custos de produção, sem prejuízos ou até mesmo acarretando melhorias na produtividade animal (Vieira *et al.*, 2008).

Segundo Flôres (2009), a utilização da forragem hidropônica surge como uma opção para atender as necessidades do produtor, que geralmente, não dispõe de quantidade suficiente de alimentos para suprir as necessidades dos animais, nem mesmo de área física para o plantio de pastagens, afetando assim a produção e sua renda.

O cultivo de forrageiras pelo método hidropônico é uma alternativa que possibilita ao produtor de forma prática e econômica, o cultivo de gramíneas e/ou leguminosas para obtenção de alimento, o ano todo. Entretanto, a alta qualidade das forragens, permite ao produtor, manter e aumentar a produtividade de seus rebanhos independente das variações climáticas, resultando em maior estabilidade de produção (Zorzan, 2006).

A forragem hidropônica é composta por um conjunto de plantas jovens, com crescimento acelerado, ciclo curto de produção, e elevado rendimento de fitomassa fresca (cada m² rende 10-20 kg), possuindo alto teor protéico e boa digestibilidade. Pelo fato das plantas se encontrarem em fase inicial de desenvolvimento, contêm grande quantidade de aminoácidos livres que serão facilmente aproveitados pelos ruminantes (Flôres, 2009).

A forragem hidropônica é o resultado de um processo de germinação de sementes de cereais (cevada, milho, trigo, aveia e outras espécies), que se desenvolvem em um período de 10 a 15 dias, captando energia do sol e assimilando os minerais contidos em uma solução nutritiva. Possui excelente qualidade e, quando administrada para os rebanhos em sua totalidade (sementes, folhas, caules, raiz), constitui dieta completa de carboidratos, açúcares, proteínas, minerais e vitaminas (FAO, 2001).

De acordo com a FAO (2001), estas forragens podem ser destinadas a alimentação de vacas leiteiras, cavalos, ovinos, caprinos, coelhos, aves entre outras espécies.

O uso da forragem hidropônica como fonte suplementar pode aumentar a produção animal, pois suas exigências nutricionais estarão sendo atendidas, além da melhor utilização da pastagem, permitindo taxas mais altas de lotação animal, elevando a produção por área (Müller *et al.*, 2005).

Segundo Barros *et al.* (2009), a produção de forragem hidropônica de milho cultivado em capim elefante triturado teve uma boa aceitação por parte dos caprinos. Observou-se que todo o material produzido foi consumido pelos animais.

De acordo com Vieira *et al.* (2008), para que uma fonte alternativa de alimento seja de interesse do produtor, deverá existir em quantidades suficientes, constantes e a preços que compensem sua introdução nas formulações das dietas. Portanto, para a introdução de uma nova fonte alimentar em um sistema de produção, deve-se levar em consideração tanto a sua qualidade nutricional quanto a viabilidade econômica de sua utilização.

3.3. Qualidade da Forragem

A definição mais adequada da qualidade da forragem é a que relaciona o desempenho do animal com o consumo de energia digestível (ED), levando-se em consideração a composição química da forragem, a sua digestibilidade e a natureza dos produtos da digestão (Reis *et al.*, 1993).

O valor nutritivo da forrageira é um fator que vai depender da espécie; do estágio de crescimento; das condições do meio incluindo o clima e o solo e da parte analisada. As plantas jovens têm maior quantidade de nutrientes e água nos seus tecidos, com menor produção se for comparar com as plantas mais velhas. Com o crescimento e desenvolvimento do vegetal há o aumento do teor de fibra, diminuição do teor de proteína, de minerais e da digestibilidade. As folhas são a parte mais nobre das forrageiras pelo seu maior valor nutritivo e este último depende do clima e dos nutrientes fornecidos que respondem pela composição das forrageiras (Andrigueto, 2005).

A fibra representa a fração dos carboidratos dos alimentos de digestão lenta ou indigestível e, dependendo de sua concentração e digestibilidade, impõe limitações sobre o consumo de matéria seca e energia. De acordo com Mertens (1992), a fibra afeta características dos alimentos que são importantes na nutrição

animal, como a relação da digestibilidade com seus valores energéticos, a fermentação ruminal; podendo também estar envolvida no controle da ingestão de alimentos.

A fibra em detergente neutro (FDN) é considerada a melhor representação da fração do alimento de lenta digestão ou indigestível e que ocupa espaço no trato digestivo (Mertens, 1994). A parte solúvel da FDN é constituída de pectina, açúcares simples, amido, lipídios e parte de compostos nitrogenados e minerais, enquanto que a insolúvel engloba a celulose, a hemicelulose, a lignina e parte dos compostos nitrogenados e minerais associados a estes polímeros (Van Soest, 1994). A fibra em detergente ácido é a porção menos digerível da parede celular das forrageiras pelos microrganismos do rúmen. É constituída na sua quase totalidade de lignocelulose, ou seja, lignina e celulose. (Silva & Queiroz 2002).

De acordo com Van Soest (1994), a lignina é considerada indigerível e inibidora da digestibilidade das plantas forrageiras e seu teor aumenta com a maturidade fisiológica das plantas, a estimação da concentração de lignina na parede celular de plantas forrageiras torna-se essencial no estabelecimento do valor nutritivo destas.

Na composição química a fibra é um carboidrato essencial, mas devido à sua insolubilidade ele é utilizado apenas parcialmente como um nutriente alimentar pelos animais. O primeiro passo importante na digestão da fibra (no mínimo a porção não lignificada) é o amolecimento dos tecidos fibrosos que ocorre quando é absorvido grande quantidade de água (Maynard e Loosli, 1984).

O teor de fibra tem sido utilizado como um índice negativo de qualidade, uma vez que representa a fração menos digerível dos alimentos. A fração fibrosa dilui a energia do alimento e reduz o consumo voluntário, pelo efeito do enchimento do rúmen e pela saturação da capacidade de ruminação do animal. Por outro lado, a fibra é requerida para funcionamento e metabolismo normal do rúmen e por isso a qualidade da fibra torna-se um fator muito importante na dieta de ruminantes (Donald e Werner, 1975).

O consumo voluntário de matéria seca está intimamente relacionado com a concentração de fibra em detergente neutro (FDN) na forragem, uma vez que este constituinte reflete diretamente a capacidade volumosa de ocupação de espaço no rúmen e, indiretamente, a densidade em energia disponível da

forragem. Desta forma, quanto maior a concentração de FDN na forragem, menor o consumo de matéria seca da mesma em razão do maior espaço ocupado no rúmen. Por outro lado, a digestibilidade da matéria seca depende do teor de fibra em detergente ácido (FDA), a qual espelha a concentração de lignina na fração parede celular, sendo que a mesma, quando ligada à celulose e hemicelulose formando o complexo lignocelulose, é o principal fator limitante à degradação dos carboidratos estruturais no rúmen (Bona Filho *et al.*, 2000).

Segundo Van Soest (1994), a fibra é uma fonte de carboidratos usados como fonte de energia pelos microrganismos do rúmen. O teor de fibras tem sido utilizado para caracterizar alimentos e para estabelecer limites máximos de ingredientes nas rações. No entanto, os nutricionistas de animais não chegaram ainda ao consenso sobre a concentração de fibra ideal para a otimização do consumo de energia por bovinos (Mertens *et al.*, 1994).

3.4. Bagaço de Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar é uma poácea perene, originária da Ásia e pertence ao gênero *Saccharum*. Pode ser cultivada em regiões que apresentam climas tropicais e subtropicais (Souza *et al.*, 2002).

A área plantada de cana-de-açúcar na safra 2011/2012 foi de 8.356,100 milhões de hectares. Com produtividade média de 67.060 kg ha⁻¹ e produção de 35,97 milhões de toneladas. O total de cana-de-açúcar moída na safra 2011/12 foi de 560,36 milhões de toneladas (CONAB, 2012).

O bagaço da cana-de-açúcar, resultado da extração do caldo após esmagamento nas moendas, é o resíduo produzido em maior quantidade na agroindústria brasileira. Segundo Burgi (1995) citado por Teixeira *et al.* (2007), de cada tonelada de cana moída na indústria obtêm-se 700 litros de caldo de cana e 300 kg de bagaço, portanto, das 560 milhões de toneladas de cana moída em 2012 (CONAB, 2012), nas usinas e destilarias do Brasil, 168 milhões de toneladas de bagaço de cana são obtidos.

A região de Campos dos Goytacazes há algumas décadas foi movida comercialmente pela cana-de-açúcar. Mas esta atividade deixou de ser o referencial da região. A cana-de-açúcar disponibiliza subprodutos altamente poluentes ao meio ambiente dentre os quais podemos destacar o bagaço, diante

disso é necessário que se desenvolva técnica para reduzir esses danos e uma das alternativas é a produção de forragem hidropônica utilizando o bagaço como substrato.

A cana-de-açúcar além de servir como planta forrageira pode disponibilizar subprodutos e resíduos, como o melaço, a levedura, a torta de filtro e o bagaço, sendo este último um resíduo de grande relevância para uso na alimentação animal.

Os resíduos originados da cana, após seu esmagamento nas moendas, geralmente coincide com o período de escassez de forragem em determinadas regiões podendo então ser utilizados na alimentação animal. De acordo com Teixeira *et al.* (2007), o bagaço de cana auto hidrolizado (BAH) pode promover ganhos de peso, de quase 1 kg animal⁻¹ dia⁻¹, em bovinos de corte quando for suplementado com concentrado. Para vacas leiteiras, pode apresentar uma produção de até 4.500 kg de leite por lactação.

A cana-de-açúcar integral é rica em energia, mas sua principal limitação nutricional é o baixo teor de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS), valores médios entre 2% a 3% nas diversas variedades. Outras limitações são os baixos conteúdos de enxofre, fósforo, zinco e manganês e os baixos teores de extrato etéreo (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.

Pelo fato, da cana-de-açúcar apresentar baixos teores de proteínas, níveis elevados de fibras em detergente neutro (FDN) e ser desequilibrada em minerais, antes de ser utilizada na alimentação animal deve ser “corrigida” (Lima Júnior *et al.*, 2010). Esta correção deve ser realizada utilizando uréia ou fontes de proteína como farelos de soja e algodão, caroço de algodão, grãos de soja e glúten de milho (Nussio *et al.*, 2009).

Pelo fato do bagaço de cana-de-açúcar ser uma alternativa na produção de forragem durante o período de seca, diversas pesquisas estão sendo

realizadas nesta área a fim de buscar maiores informações sobre a utilização deste resíduo na produção de forragem hidropônica: Crevelari (2011) avaliou a produção de forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana-de-açúcar, com diferentes densidades de semeadura e diluições de vinhoto; Araújo *et al.* (2008) avaliaram a produtividade e a qualidade da forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana-de-açúcar; Piccolo (2012) analisou a forragem verde hidropônica de milho produzida para ruminantes em substratos orgânicos, utilizando água residuária de bovino e bagaço de cana-de-açúcar, casca de café conilon e capim elefante como substrato e Manhães(2012) avaliou a produção de forragem hidropônica de milho em bagaço de cana-de-açúcar, com diferentes concentrações de vinhaça e densidades de semeadura.

3.5. Substâncias Húmicas

Pesquisas voltadas para a área dos ácidos húmicos e fúlvicos reúnem atualmente cientistas, pesquisadores e profissionais de diversas áreas e interesses que buscam estudar, além dos efeitos destes materiais, sua estrutura e propriedades físico-químicas, visando sua melhor utilização e buscando explicações sobre as causas de seus efeitos sobre plantas, fertilidade do solo e meio ambiente (Silva, 2001).

O emprego agrícola de produtos a base de ácidos húmicos como fertilizantes orgânicos, condicionadores de solo e estimuladores fisiológicos, tem crescido bastante nas últimas décadas em todo o mundo e mais recentemente no Brasil. Existe hoje no mercado nacional uma série de produtos que contêm ácidos húmicos, extraídos de depósitos minerais (leonardita, lignita), solos orgânicos (turfeiras), ou obtidos por humificação de resíduos vegetais (Benites *et al.*, 2006).

De acordo com Silva *et al.* (2000), a presença destes ácidos permite melhor crescimento do sistema radicular, quando comparado com o cultivo na sua ausência. O efeito das substâncias húmicas sobre o crescimento das plantas já é conhecido pela sociedade científica há muito tempo. Bottomley (1920) citado por Benite *et al.* (2006), já havia demonstrado desde o início do século passado, o efeito positivo de ácidos húmicos sobre o crescimento de raízes em plantio hidropônico.

Ácidos húmicos e fúlvicos em soluções nutritivas são utilizados na Europa, tanto em hidroponia como em gotejamento (Brun, 1993 citado por Silva *et al.*, 2000). Estas práticas permitem menor uso de insumos e produção mais equilibrada ecologicamente.

As substâncias húmicas estão presentes nos solos, nas águas e nos sedimentos. Além de influenciar as características físicas, químicas e microbiológicas desses compartimentos, podem afetar diretamente o metabolismo e o crescimento das plantas. Elas atuam sobre a morfologia radicular, aumentando o número de raízes mais finas e de pelos radiculares. Tais mudanças morfológicas induzem, também, mudanças fisiológicas (Canellas *et al.*, 2005).

Estas substâncias originam-se da degradação química e biológica de resíduos orgânicos e da atividade sintética da biota do solo. Elas são formadas por estruturas complexas, de coloração escura e elevado peso molecular, são separadas com base em características de solubilidade. São classificadas em humina, ácidos húmicos, fúlvicos e hmatomelâmicos (Foloni *et al.*, 2010).

As substâncias húmicas alteram diretamente o metabolismo bioquímico das plantas e, por consequência, podem influir no seu crescimento e desenvolvimento (Rosa *et al.*, 2009) .

As substâncias húmicas estimulam o crescimento e a produtividade das plantas, por influenciar positivamente o transporte de íons facilitando a absorção de nutrientes; aumentam a respiração e a velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs resultando em maior produção de ATP; aumentam o conteúdo de clorofila; aumentam a velocidade e síntese de ácidos nucléicos (Nannipieri *et al.*, 1993).

A resposta das plantas aos ácidos húmicos e fúlvicos depende da matéria-prima original, da espécie vegetal avaliada, das substâncias húmicas utilizadas, da concentração, do grau de purificação do material e das condições em que foram realizados os experimentos (Brun, 1993 citado por Silva *et al.*, 2000).

As substâncias húmicas são usualmente aplicadas ao solo e afetam favoravelmente a estrutura e a população microbiana do solo. Além disso, promovem um maior crescimento da planta, causado pela presença de

substâncias com funções semelhantes aos reguladores de crescimento vegetal (Sediyama *et al.*, 2000).

A substância húmica comercial são condicionadores de solo desenvolvidos para fornecer altos níveis de matéria orgânica líquida na forma de ácidos húmicos e fúlvicos, ideal para promover o equilíbrio físico-químico-biológico dos solos (Agrolatino, 2012).

A substância húmica comercial é obtida através do processamento de turfas estabilizadas, ricas em carbono orgânico, rigorosamente selecionadas de forma a assegurar a isenção de metais pesados, sódio ou outros contaminantes (Agrolatino, 2012).

A substância húmica comercial é constituída por 10% de carbono orgânico total, 10% de extrato húmico total, 1,5% de nitrogênio total e 1,5% de K₂O total, a densidade é de 1,07 e o pH está em torno de 7 a 8,5.

Efeitos benéficos das substâncias húmicas sobre o crescimento de plantas e do sistema radicular têm sido reconhecidos em muitos trabalhos, mas efeitos específicos destas substâncias sobre as várias partes das plantas e estádios de crescimento ainda não foram adequadamente investigados.

Silva *et al.* (1999) avaliaram o crescimento da parte aérea e do sistema radicular do milho cultivado em solução nutritiva adicionada de substâncias húmicas sendo que as doses foram de (0, 10, 20 e 30 mg L⁻¹ de C) e concluíram que a dose de 30 mg L⁻¹ de C proporcionou os melhores resultados. Silva *et al.* (2000) avaliaram o desenvolvimento das raízes do milheto (*Pennisetum glaucum* L.) cultivado com adição de substâncias húmicas, também utilizando doses de (0, 10, 20 e 30 mg L⁻¹ de C) e verificaram que as substâncias húmicas influenciaram no crescimento das raízes do milheto. Silva *et al.* (2000) avaliaram o desenvolvimento das raízes do azevém cultivado em solução nutritiva completa, adicionada de substâncias húmicas (0, 10, 20 e 30 mg L⁻¹ de C) e os resultados demonstraram que as substâncias húmicas promoveram o crescimento das raízes.

No cultivo de cana planta e cana soca Gullo (2007) constatou que o uso do produto comercial agrolmin, promoveu aumento significativo na produtividade da cana, quando comparada à testemunha. Na cana planta esse aumento ocorreu quando se utilizou 350 L ha⁻¹ do produto. Já na cana soca esse aumento ocorreu quando utilizou 300 e 600 L ha⁻¹ do produto. Santos (2012) utilizou o agrolmin na

dose correspondente a 200 L ha⁻¹ (diluído em 400 mL de água) diretamente ao substrato e verificou que os ácidos húmicos não proporcionaram incrementos na área foliar, no diâmetro, no número de folhas, no volume radicular, na matéria seca da parte aérea e raiz das mudas de abacaxizeiro.

4. TRABALHOS

4.1 FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO CULTIVADO EM BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DOSES DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS

RESUMO

Avaliou-se a produção de forragem hidropônica de milho cultivada em bagaço de cana-de-açúcar, utilizando-se doses de substância húmica comercial (SHC) e solução nutritiva (SNP). Para ambos os experimentos utilizou-se o esquema fatorial (2 x 5) + 2. Avaliou-se as cultivares de milho UENF 506-11 e BR 106 e doses de SHC 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹ de C. No segundo experimento as cultivares foram a BR 106 e AG 1051 e as doses de SHC foram de 0, 150, 300, 450 e 600 mg L⁻¹ de C. Os dois tratamentos adicionais foram a SNP. O delineamento foi o de blocos casualizados com quatro repetições. O volume de aplicação foi de 3 e 4,5 L m⁻² dia⁻¹ no 1^o e 2^o experimento, respectivamente. A densidade de semeadura foi de 1,0 kg m⁻². A colheita foi realizada 15 dias após a emergência. Avaliou-se o comprimento da parte aérea e do sistema radicular, o peso da matéria seca e fresca, os teores de proteína bruta, a fibra em detergente neutro e ácido. Apenas os teores de fibra em detergente ácido estão dentro dos

níveis aceitáveis para uma forragem de boa qualidade. A hidroponia com milho no bagaço de cana-de-açúcar melhorou a qualidade da forragem, já que seus teores de fibra foram inferiores aos teores do FDA e FDN do bagaço e o teor de proteína bruta da forragem passou de 1,92% para 6,55%.

Palavras-chave: *Zea mays*, hidroponia, substrato, solução nutritiva.

ABSTRACT

HYDROPONIC FORAGE CORN GROWN FROM SUGAR CANE BAGASSE DOSES OF HUMIC SUBSTANCES

The objective of this study was to evaluate the productivity and quality of forage maize produced in hydroponic sugar cane bagasse using doses of agrolmin and nutrient solution. The statistical design was a randomized block design with four replications in a factorial (2 x 5) + 2. Cultivars and the doses used were: First experiment UENF 506-11 and BR 106 and doses of 0, 10, 20, 30 and 40 mg L⁻¹ C. Second experiment BR 106 and AG 1051 and doses of 0, 150, 300, 450 and 600 mg L⁻¹ C. The two additional treatments to the nutritive solution were established by standard (FAO). The volume of daily application for experimental unit was 3 L m⁻² day⁻¹ in and 4,5 L m⁻² day⁻¹ in (1 e 2 experiment). The seeding density was 1,0 kg m⁻². Plants were harvested 15 days after seedling emergence. We evaluated the shoot length and root, the weight of dry matter and fresh, the crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. The contents of neutral detergent fiber is are not presented within the values considered satisfactory for a good quality forage. While the levels of acid detergent fiber are within acceptable levels for a good quality forage. Hydroponics with corn sugar cane bagasse improved forage quality, since their fiber contents were lower than the levels of FDA and FDN bagasse and crude protein content of forage increased from 1,92% to 6,55%.

Key words: *Zea mays*, hydroponics, substrate, nutrient solution

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos para ruminantes continua sendo um grande desafio. Buscar o maior número de atributos desejáveis a uma forragem, atendendo as necessidades de diversas espécies animais, sob diferentes sistemas de produção, que não apresente efeitos de sazonalidade, que possa ser produzida em qualquer região e com baixo custo de produção, que seja acessível aos pequenos, médios e grandes produtores e que ainda contribua para a redução do impacto ambiental, é um desafio ainda maior (Píccolo, 2012).

A pecuária brasileira é baseada na alimentação a pasto. Assim, em decorrência da falta de chuvas, registram-se grandes prejuízos, provocando, em alguns estados, a morte de centenas de animais por falta de alimentação. Portanto, faz-se necessária a adoção de alternativas que visem minimizar o impacto de fatores climáticos adversos. Desta forma, o estudo de novas tecnologias de suplementação alimentar se torna importante para que a produção animal não sofra redução nos seus índices de produtividade (Araujo, 2008).

O desenvolvimento de tecnologias capazes de amenizar os efeitos da redução da quantidade e da qualidade das forragens durante a estação da seca é necessário na produção animal. A produção de forragem hidropônica é uma técnica que surge como uma alternativa. Este método possibilita obter alimento com alto valor nutricional, de forma regular, em qualquer época do ano, nos países tropicais.

A hidroponia dá possibilidade ao produtor de obter forragem verde na quantidade desejada, com alta qualidade e com valor mais econômico que a forragem convencional. Substituem-se, desta forma, grandes áreas, que são imprescindíveis para obter forragem, criando áreas competitivas com reduzidas dimensões e altas produções nas zonas onde o solo e as condições climáticas, tais como falta ou excesso de chuva, são fatores limitantes na produção.

A forragem hidropônica é constituída por plantas de crescimento acelerado, com ciclo curto de produção e elevado rendimento de fitomassa fresca, possuindo pouco conteúdo de fibras, alto teor protéico, boa digestibilidade, e contém grande quantidade de aminoácidos livres que são facilmente aproveitados pelos animais (FAO, 2001). Em vários países, inclusive no Brasil, principalmente

nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, as produções de forragem hidropônica vêm sendo utilizadas para suplementação animal já há bastante tempo (FAO, 2001).

A forragem hidropônica é destinada para a alimentação de vacas leiteiras, cavalos, ovinos, caprinos, coelhos, aves e outras espécies (FAO, 2001). De acordo com Henriques (2000), a forragem hidropônica apresenta excelentes características de composição bromatológica, assim o seu uso na alimentação animal pode proporcionar bons resultados para a produção de leite e carne.

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta muito utilizada como forragem destinada à alimentação animal. Isso se deve a seu alto valor energético, sua boa composição de fibras, além de seu alto potencial de produção de matéria seca aliado à produção de grãos que enriquece a forragem produzida. Contudo, a qualidade da forragem pode variar bastante em função do nível de tecnologia e do sistema de manejo utilizado no processo produtivo. Esta qualidade irá influenciar diretamente os ganhos de produção animal, daí a necessidade de se conhecer a composição da forragem utilizada (Araujo, 2008).

Em determinadas épocas do ano, a dificuldade em adquirir alimentos volumosos, torna-se uma árdua e difícil tarefa para muitos produtores rurais. Neste contexto, podem ser uma alternativa na produção de forragens os resíduos agroindustriais como o bagaço de cana-de-açúcar. Mas pelo fato do bagaço de cana-de-açúcar apresentar baixo teor de proteína e alto teor de fibra e ser desequilibrado em minerais ele precisa ser corrigido antes de sua utilização na alimentação animal. Uma possibilidade para melhoria da qualidade do bagaço de cana-de-açúcar pode ser sua utilização como substrato na produção de forragem hidropônica com utilização do milho como cultura. No entanto, muitas são as indagações a respeito de quais soluções nutritivas utilizar para possibilitar um maior crescimento do milho além de melhor qualidade da forragem.

Este estudo teve como objetivo avaliar diferentes cultivares de milho e doses de substância húmica comercial na produtividade e qualidade de forragem hidropônica utilizando o bagaço de cana-de-açúcar como substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação do Laboratório de Fitotecnia na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (LFIT-UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ, a 21°45'44" de latitude, 41° 17' 15" de longitude e altitude de 10 m.

Os experimentos seguiram um arranjo fatorial (2 x 5) + 2. No primeiro experimento utilizou-se duas cultivares de milho 'BR 106' e 'UENF 506-11' e cinco doses de substância húmica comercial (SHC) 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹ de C na fertirrigação. No segundo experimento utilizou-se duas cultivares de milho 'BR 106' e 'AG 1051' e cinco doses de substância húmica comercial 0, 150, 300, 450 e 600 mg L⁻¹ de C na fertirrigação. Os dois tratamentos adicionais em cada experimento foram as respectivas cultivares de milho cultivadas em solução nutritiva padrão (SNP). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. As unidades experimentais foram bandejas de polietileno com dimensão interna de lados com 20,9 cm e altura de 4,0 cm.

Como a utilização de substâncias húmicas é recente e o uso das substâncias húmicas comercial ainda é uma novidade, faltam pesquisas voltadas a esta área. Diante disso, com base em informações de outros autores (Silva *et al.*, 1999 e Silva *et al.*, 2000) foram definidas as doses utilizadas no primeiro experimento. As doses do segundo experimento foram baseadas nas recomendações da empresa que disponibilizou o produto e a partir de resultados de Gullo (2007) e Santos (2012).

A composição dos ingredientes da (SNP) descrita em Oficina Regional de La FAO para América Latina y el Caribe, Manual técnico (FAO, 2001), constituiu-se em duas soluções concentradas em g L⁻¹: Solução concentrada A: Fosfato mono Amônio 34; Nitrato de Cálcio 208; Nitrato de Potássio 110 e; Solução concentrada B: Sulfato de Magnésio 61,5; Sulfato de Cobre 0,06; Sulfato de Manganês 0,31; Sulfato de Zinco 0,15; Ácido Bórico 0,775; Molibdato de Amônio 0,0025; Quelato de Ferro 6,25.

O substrato foi o bagaço de cana-de-açúcar, obtido na Usina Cana Brava, localizada em Travessão, Campos dos Goytacazes- RJ. Antes da instalação do experimento, o substrato foi seco em estufa com ventilação forçada a 65°C,

retirou-se amostras para análise química, cujo resultado foi de 1,92% PB, 80% FDN e 56% FDA. A análise químico-bromatológica do substrato seguiu os protocolos analíticos contidos em Silva e Queiroz (2002).

As sementes de milho foram submetidas a condicionamento osmótico induzindo a pré-germinação sendo para isto submersa em água por 24 horas.

Os substratos foram dispostos nas bandejas (unidades experimentais) em camada de 2 cm recebendo semeadura manual do milho pré-germinado, com densidade de 1,0 kg de sementes m⁻², sendo imediatamente cobertas por outra camada de 2 cm de substrato. As bandejas se encontravam em nível, sobre bancadas de madeiras.

Nos três primeiros dias após a semeadura, as unidades experimentais foram irrigadas com água na proporção de 3,0 e 4,5 L m⁻² dia⁻¹ no 1^o e no 2^o experimento, respectivamente. A partir do quarto dia até o 14^o foram utilizadas as quantidades mencionadas com as doses de (SHC) e (SNP), conforme os tratamentos. As irrigações ou fertirrigações foram parceladas utilizando-se a metade do fornecimento diário na parte da manhã e a outra metade à tarde. Durante as aplicações utilizou-se borrifadores manuais, dirigindo-se o jato de aplicação para os substratos, umedecimento uniforme.

Durante o período experimental, fez-se o monitoramento do pH. O pH da solução foi corrigido para 5,5-6,5 (Neves, 2009). A colheita foi realizada no 15^o dia após a semeadura. Fez-se o monitoramento das temperaturas máximas e mínimas diárias no interior da casa de vegetação, durante os períodos experimentais (Figura 1).

Foram avaliados o comprimento da parte aérea e das raízes do milho, os pesos da matéria fresca e seca, os teores de proteína bruta, a fibra em detergente neutro e a fibra em detergente ácido da forragem.

Na colheita, as bandejas foram acondicionadas na posição vertical a fim de se escorrer as soluções hidropônicas. Foram coletadas dez plantas ao acaso de cada unidade experimental realizando-se medições individuais do comprimento da parte aérea das plantas e comprimento das raízes. Após este procedimento os conteúdos das bandejas (bagaço de cana-de-açúcar, plantas de milho e sementes não germinadas) foram pesados para obtenção do peso da matéria fresca. Posteriormente, foram homogeneizados e acondicionados em sacos de papel, os quais foram devidamente identificados. As amostras ficaram

em estufa com ventilação forçada à temperatura de 70°C, por 72 horas. Após atingirem temperatura ambiente, foi efetuada a pesagem.

Após a pesagem, as amostras foram moídas em moinho com rotor de facas tipo Willey, utilizando-se peneira com abertura de 1mm. Após a moagem, as amostras foram acondicionadas em tubos plásticos para evitar umidade e contaminação. A partir destas amostras obtiveram-se os valores de proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN).

A proteína bruta foi determinada segundo os métodos oficiais reconhecidos pelo Ministério da Agricultura e seguindo a metodologia da "Association of Official Analytical Chemists". O método utilizado foi o proposto por Kjeldahl, na Dinamarca, em 1883, no qual se determina o N orgânico total, ou seja, N protéico e não protéico orgânico. Para converter o nitrogênio medido para proteína, multiplicou-se o teor de nitrogênio por 6,25 (Silva e Queiroz, 2002). Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos utilizando-se o método desenvolvido por Van Soest adaptado (Silva e Queiroz, 2002).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, Teste de F em nível de 5% de probabilidade, e análise de regressão, para as doses de substância húmica comercial. Utilizou-se o programa SAEG 8.0 - Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG, 2009).

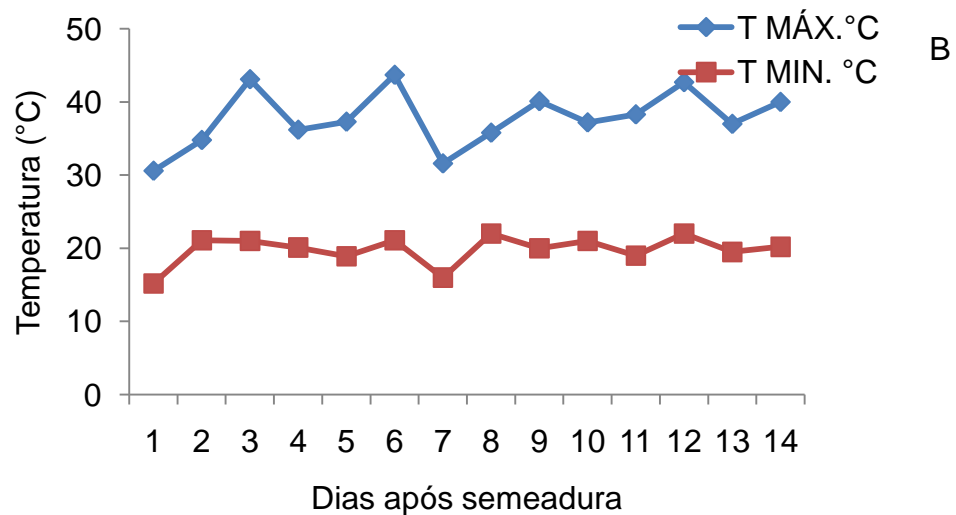
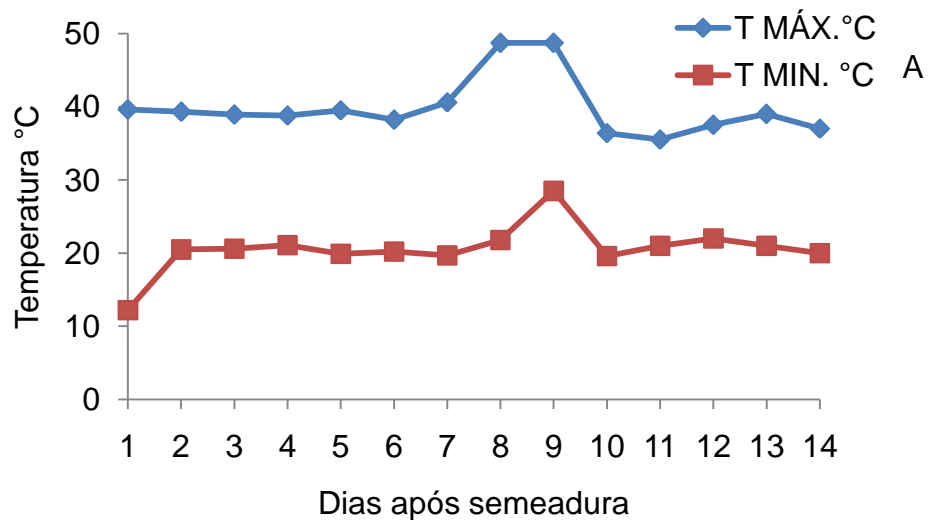


Figura 1- Variação diária da temperatura máxima e mínima do ar, na casa de vegetação, durante o cultivo de forragem hidropônica, em Campos dos Goytacazes – RJ experimento 1 (A) e experimento 2 (B).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois experimentos as plantas de milho, apresentaram comprimento da parte aérea (Tabela 1) e do sistema radicular (Tabela 2) aquém do esperado. Possivelmente, a temperatura do ar muito alta durante a condução dos experimentos (Figura 1) pode ter influenciado negativamente no crescimento do

milho, uma vez que esta planta tem sua temperatura ótima para crescimento e fotossíntese próxima a 30°C (Durães, 2007).

Roversi (2004) trabalhando com forragem hidropônica de milho obteve altura média de 27, 32 e 34 cm aos 9, 12 e 14 dias após semeadura. Enquanto Müller *et al.* (2005) e Flôres (2009) obtiveram valor médio de 33 cm aos 17 e 20 dias, respectivamente.

Müller *et al.* (2005) avaliaram a produtividade de gramíneas anuais produzidas em sistema de cultivo hidropônico, e observaram que o milho destacou-se por apresentar altura em torno de 19,5 cm. Por outro lado, Müller *et al.* (2006) encontraram altura de 21 e 27 cm, aos 10 e 20 dias após semeadura do milho enquanto, Müller *et al.* (2006), observaram comprimentos de parte aérea de 21 e 13 cm nos tratamentos com solução inorgânica e orgânica, respectivamente, aos 16 dias.

Ao trabalhar em condições semelhantes às dos experimentos 1 e 2, porém sem a utilização de bandejas, Araujo *et al.* (2008) utilizando densidade de semeadura de 1,0 kg m⁻² de sementes de milho obtiveram o comprimento da parte aérea e do sistema radicular em torno de 24,7 e 20,9 cm, respectivamente, utilizando solução nutritiva ou doses de vinhoto em substrato de bagaço de cana-de-açúcar.

Nos experimentos 1 e 2, ocorreu efeito significativo das cultivares de milho sobre o comprimento da parte aérea (Tabela 1) e do sistema radicular (Tabela 2).

No experimento 1, a cultivar UENF 506-11 apresentou 2,4 e 9,5 cm a mais de comprimento da parte aérea e do sistema radicular, respectivamente do que a cultivar BR 106 (Tabelas 1 e 2). Isso possivelmente ocorreu pelo fato da cultivar UENF 506-11 ser um híbrido e a BR 106 uma variedade. Os híbridos de milho geralmente apresentam maior vigor das plantas em comparação às variedades de milho.

No experimento 2, o comprimento da parte aérea para cultivar BR 106 foi em média 3,6 cm superior ao da cultivar AG 1051 (Tabela 1). Enquanto o comprimento do sistema radicular foi 1,5 cm a mais na cultivar AG 1051 quando comparado com a BR 106 (Tabela 2). Possivelmente, as características de cada cultivar levaram a maior crescimento do sistema radicular na cultivar AG 1051 e maior crescimento da parte aérea do BR 106.

Tabela 1 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão sobre o comprimento da parte aérea (cm), nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de milho	Experimento 1						Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)							
	0	10	20	30	40			
BR 106	12,6	12,9	12,4	12,6	12,7	12,6Ba	13,4a	
UENF 506-11	14,8	14,7	15,4	15,0	15,1	15,0Aa	16,5a	
Média	13,7	13,8	13,9	13,8	13,9	13,8	14,9	
CV 7,92								
Cultivar de milho	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva	
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)							
	0	150	300	450	600			
BR 106	16,8	18,1	18,9	17,7	17,8	17,9Aa	16,9a	
AG 1051	13,9	12,7	14,7	15,2	15,0	14,3Ba	15,5a	
Média	15,3	15,4	16,8	16,4	16,4	16,1	16,2	
CV 11,78								

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Nos experimentos 1 e 2, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre o efeito da substância húmica comercial (SHC) e da solução nutritiva padrão (SNP) sobre o comprimento da parte aérea (Tabela 1). Por outro lado, no experimento 1 e no 2 a (SNP) proporcionou maior desenvolvimento do sistema radicular resultando em raízes em torno de 5 e 2,2 cm maiores do que a média das concentrações de (SHC).

Araujo *et al.* (2008) verificaram que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para altura de plantas quando compararam a solução nutritiva com doses de vinhoto diluída na proporção de 1: 10, em água. Silva *et al.* (2000) verificaram o crescimento das raízes de milho cultivado com uma solução nutritiva completa com quatro doses (0, 10, 20 e 30 mg L⁻¹) de substâncias húmicas. Os resultados indicam o uso da dose 30 mg L⁻¹ e a realização de novos experimentos com doses mais elevadas. Estas dosagens aumentaram o comprimento das raízes em 162,28% quando a dose utilizada passou de 0 para

Tabela 2 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão sobre o comprimento do sistema radicular (cm), nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de milho	Experimento 1						Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)					Média	
	0	10	20	30	40		
BR 106	15,9	16,2	16,6	17,2	17,1	16,6Bb	21,5a
UENF 506-11	26,1	25,8	28,2	25,1	25,6	26,1Aa	29,2a
Média	21,0	21,0	22,4	21,1	21,3	21,3	25,3
CV 10,06							
Cultivar de milho	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	150	300	450	600		
BR 106	17,4	18,6	19,3	18,5	21,6	19,1Ba	19,2a
AG 1051	19,7	18,9	21,0	22,3	20,9	20,6Ab	22,8a
Média	18,5	18,7	20,1	20,4	21,2	19,8	21,0
CV 7,31							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

30 mg L⁻¹. Estas dosagens aumentaram também a superfície ocupada pelas raízes em 119,76%.

Rosa *et al.* (2009), verificaram que não houve efeito significativo de substâncias húmicas no comprimento, na área e no raio das raízes de feijão ao utilizar solução nutritiva completa acrescida de cinco doses (0; 2,5; 5; 10; e 20 mg L⁻¹ de C) de substâncias húmicas.

As concentrações de (SHC) não apresentaram efeito significativo (P>0,05) sobre o comprimento da parte aérea (Tabela 1) e do sistema radicular (Tabela 2), no experimento 1. Crevelari (2011) obteve resultado semelhante avaliando o efeito de concentrações de vinhoto (água, 1:5, 1:10 e 1:20) obtendo-se em média 27,4 e 21,6 cm de parte aérea e raiz. Em seu trabalho avaliou-se a produção de forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana-de-açúcar e densidade de semeadura de 1,5 e 2,0 kg m⁻².

Gullo (2007) avaliou o agrolmin na cultura da cana-de-açúcar e observou que as parcelas tratadas com agrolmin apresentaram maior número de perfilhos,

maior diâmetro dos colmos de cana e menor sintoma dos efeitos da estiagem em relação às parcelas sem este insumo. Além disto, verificou aumento significativo na produtividade da cana, quando comparada à testemunha. Na cana planta esse aumento ocorreu quando se utilizou 350 L ha⁻¹ do produto. Já na cana soca esse aumento ocorreu quando utilizou 300 e 600 L ha⁻¹ do produto.

No experimento 2, as doses de (SHC) não afetaram significativamente ($P < 0,05$) o comprimento da parte aérea, entretanto, verificou-se aumento linear para o comprimento do sistema radicular com o aumento das doses de (SHC) quando utilizou-se a cultivar AG 1051 (Figura 2). Assim, no intervalo avaliado, a cada aumento de 208,3 mg L⁻¹ de C na solução nutritiva padrão aumentou-se 1 cm no comprimento do sistema radicular.

Esse efeito possivelmente está relacionado a uma melhor nutrição vegetal, devido à maior absorção de nutrientes pelas plantas que receberam a (SHC), indicando que esse produto pode contribuir para maior disponibilidade de nutrientes e desenvolvimento da planta.

De acordo com Silva *et al.* (2000), o crescimento das raízes da planta forrageira de azevém foi estimulado pelas substâncias húmicas. As doses de substâncias húmicas (0, 10, 20 e 30 mg L⁻¹) promoveram crescimento das raízes aumentando-as em 100,87% o comprimento e em 68% a superfície ocupada quando a dose de substâncias húmicas passou de 0 para 20 mg L⁻¹.

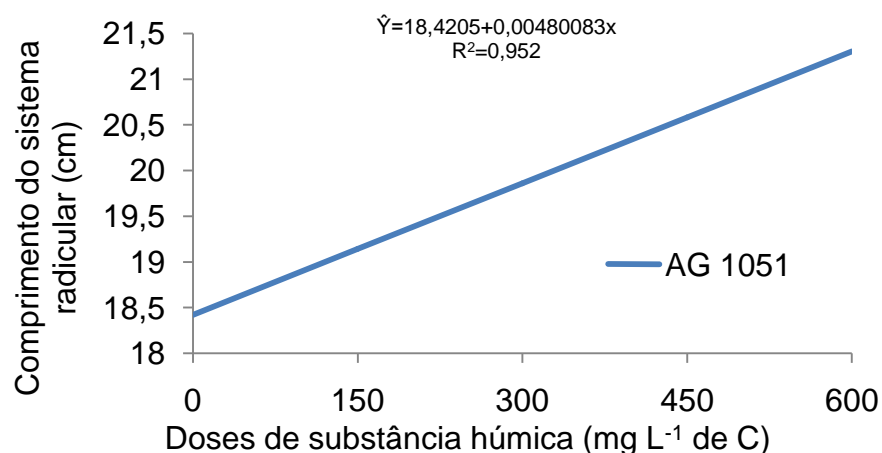


Figura 2- Efeitos das doses de substância húmica comercial sobre o comprimento do sistema radicular da cultivar AG 1051 no experimento 2.

Os valores de matéria fresca encontrados nos experimentos 1 e 2 (Tabela 3) foram inferiores ao verificado por Rocha (2004). Este autor, quando utilizou densidade de semeadura de 1,6 e 2,0 kg m⁻² de milho e casca de arroz como substrato obteve 17,2 e 16,5 kg m⁻² de forragem, respectivamente 15 dias após o plantio.

Araújo *et al.* (2008) constataram que os pesos da matéria fresca e seca da forragem de milho, colhida aos 10 dias e fertirrigada com solução nutritiva, não sofreram efeito significativo das densidades de semeadura (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg m⁻²). Crevelari (2011) verificou que o peso da matéria seca da forragem hidropônica de milho também não sofreu efeito significativo ($P>0,05$) da densidade de semeadura de 1,5 kg m⁻², em média o peso foi de 3,35 kg m⁻². Mas, ao utilizar dose de vinhoto na proporção de 1:5 obteve em média peso de matéria fresca de 10,5 kg m⁻².

Tabela 3 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão, sobre o peso da matéria fresca (MF) (kg m⁻²), experimento 1 e 2.

Cultivar de milho	Experimento 1						Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)							
	0	10	20	30	40			
BR 106	8,0	8,21	8,35	8,44	8,31	8,26Ba	8,25a	
UENF 506-11	8,44	8,66	9,12	9,22	8,75	8,83Aa	8,75a	
Média	8,22	8,43	8,73	8,83	8,53	8,54	8,50	
CV 4,80								
Cultivar de milho	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva	
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)							
	0	150	300	450	600			
BR 106	8,28	7,62	7,58	7,95	7,55	7,80Ba	7,37a	
AG 1051	10,1	8,90	9,82	10,5	9,64	9,81Aa	9,63a	
Média	9,20	8,26	8,70	9,22	8,60	8,80	8,50	
CV 8,81								

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Müller *et al.* (2005) observaram 13,6 kg m⁻² de fitomassa fresca de milho cultivado em sistema hidropônico. Já Müller *et al.* (2006) obtiveram fitomassa fresca de 13,4 e 9,9 kg m⁻² e seca de 2,28 e 1,62 kg m⁻² aos 10 e 20 dias após semeadura, respectivamente.

Esse resultado corrobora os da FAO (2001), segundo o qual a colheita após 10 dias da emergência é inconveniente em sistema de produção de forragem hidropônica de aveia. Rocha (2004) ao utilizar densidade de semeadura de 1,6 e 2,0 kg m⁻² obteve 3,69 e 4,14 kg m⁻² de matéria seca, respectivamente.

No experimento 1, verificou-se que a cultivar UENF 506-11 apresentou maiores peso da matéria fresca (Tabela 3) e seca (Tabela 4) quando comparado com a cultivar BR 106. Entretanto, apesar de o peso da matéria fresca da UENF 506-11 ter sido 0,57 kg m⁻² maior que o da BR 106 o peso da matéria seca foi superior apenas em 0,12 kg m⁻². Estes resultados, certamente, estão relacionados

Tabela 4 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão (SNP), sobre o peso da matéria seca (MS) (kg m⁻²), experimento 1 e 2.

Cultivar de milho	Experimento 1						Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)					Média	
	0	10	20	30	40		
BR 106	2,93	2,68	2,88	2,87	2,70	2,81Ba	2,88a
UENF 506-11	2,90	2,95	2,95	2,94	2,94	2,93Aa	2,87a
Média	2,91	2,81	2,91	2,90	2,82	2,87	2,87
CV 4,02							
Cultivar de milho	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	150	300	450	600		
BR 106	2,71	2,71	2,81	2,80	2,80	2,76Ba	2,71a
AG 1051	2,77	2,80	2,77	2,84	2,85	2,80Aa	2,78a
Média	2,74	2,75	2,80	2,82	2,82	2,78	2,74
CV 2,19							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

aos maiores comprimentos de parte aérea e raiz observados na cultivar UENF 506-11 (Tabelas 1 e 2). Já no experimento 2, a cultivar AG 1051 apresentou maiores peso da matéria fresca e seca quando comparado com a cultivar BR 106 (Tabelas 3 e 4). Entretanto, apesar de o peso da matéria fresca da AG 1051 ter sido $2,01 \text{ kg m}^{-2}$ maior que o da BR 106 o peso da matéria seca foi superior apenas em $0,04 \text{ kg m}^{-2}$. Estes resultados, possivelmente, estão relacionados aos maiores comprimentos de raiz observados na cultivar AG 1051 (Tabela 2).

Nos experimentos 1 e 2, não ocorreu efeito significativo ($P > 0,05$) das doses de (SHC) sobre o peso da matéria fresca e no experimento 1 sobre o peso da matéria seca da forragem, entretanto, no experimento 2, verificou-se aumento linear do peso da matéria seca na média das cultivares BR 106 e AG 1051, com o aumento das doses de (SHC) (Figura 3). O acréscimo na produção de matéria seca com a aplicação de (SNP) com 600 mg L^{-1} de C em comparação à dose sem adição de (SHC) (0 mg L^{-1} de C) foi de $0,095 \text{ kg m}^{-2}$. Este aumento no peso da matéria seca pode estar relacionado com o aumento do comprimento no sistema radicular, que foi significativo ($P > 0,05$) para a cultivar AG 1051, quando se aumentou as doses de (SHC) (Figura 2). O acréscimo em matéria seca promovido pela (SHC) é relevante quando se considera que facilmente é produzido 100 m^2 de forragem hidropônica, o que daria um ganho de $9,5 \text{ kg}$ de matéria seca.

Silva (2001) verificou que a adição de substâncias húmicas na solução nutritiva completa de (SN + 30 mg L^{-1}) durante o cultivo hidropônico de alface elevou a produção de matéria fresca e seca da parte aérea e a produção de matéria seca das raízes. Enquanto Rosa *et al.* (2009) evidenciaram que a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de feijão mostrou resposta quadrática à adição de substâncias húmicas, atingindo valor máximo na dose equivalente a 11 mg L^{-1} de C.

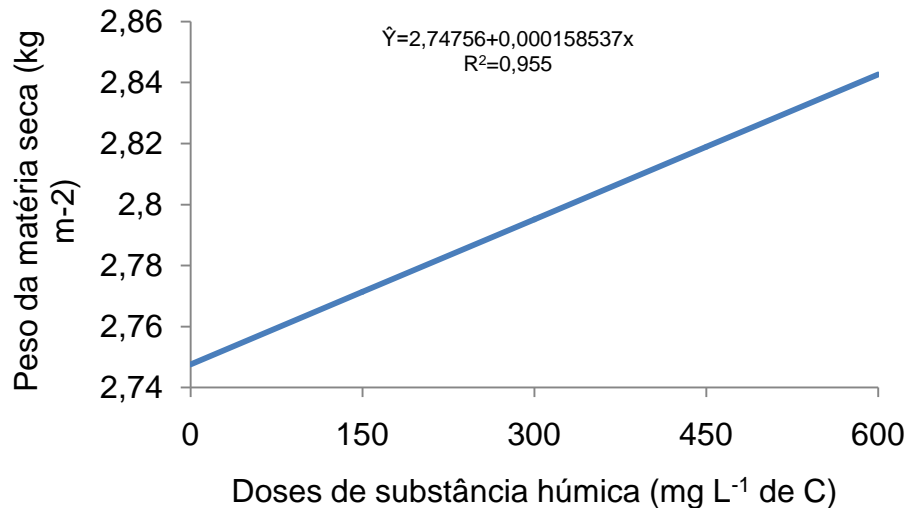


Figura 3- Efeitos das doses de substância húmica comercial sobre o peso da matéria seca da média das cultivares BR 106 e AG 1051, no experimento 2.

De uma maneira geral, os teores de fibra em detergente neutro (FDN) não se apresentaram dentro dos valores considerados satisfatórios para uma forragem de boa qualidade (Tabela 5). Enquanto os teores de fibra em detergente ácido (FDA) estão dentro dos níveis aceitáveis para uma forragem de boa qualidade (Tabela 6).

Segundo Van Soest (1994), o teor de FDN é considerado o fator limitante do consumo de volumosos, teores dos constituintes da parede celular superiores a 55 a 60% na matéria seca correlacionam de forma negativa com o consumo de forragem, visto que a taxa de passagem da fração fibrosa do rumén-retículo e a fermentação são mais lentos que outros constituintes dietéticos. Já Segundo Mertens (2001), valores de FDA superiores a 30% são caracterizados como uma boa forragem.

Com base nos resultados do experimento 1 e 2, observou-se que a combinação entre plantas de milho, sementes não germinadas e bagaço melhorou a qualidade da forragem, já que seus teores de fibra foram inferiores aos teores do FDA e FDN do bagaço.

Nos experimentos 1 e 2, ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) das cultivares sobre a porcentagem de fibra em detergente ácido (Tabela 5) e neutro (Tabela 6). No experimento 1, a cultivar UENF 506-11 obteve teores de 4 e 2,4% menores de FDA e FDN, respectivamente, quando comparado com a cultivar BR

106, enquanto, no experimento 2, a AG 1051 proporcionou teores em torno de 1 % a mais de FDA e FDN que o BR 106 (Tabelas 5 e 6).

No experimento 1, em média, as concentrações de (SHC) proporcionaram menores porcentagens de FDA, na forragem contendo a cultivar UENF 506-11 (Tabela 5) e de FDN, na BR 106 (Tabela 6) do que a (SNP). Este decréscimo foi em torno de 2 e 2,6% para as duas variáveis, respectivamente. Por outro lado, no experimento 2, em média, as concentrações de (SHC) proporcionaram menores porcentagens de FDA, na forragem com a cultivar AG 1051 (Tabela 5), do que a (SNP). Este decréscimo foi de 1,7 %.

Tabela 5 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão, sobre o teor de fibra em detergente ácido (FDA %) nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de milho	Experimento 1					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	10	20	30	40		
BR 106	41,0	39,3	40,4	38,0	37,3	39,2Aa	39,0a
UENF 506-11	36,3	36,1	34,5	34,9	34,6	35,3Bb	37,2a
Média	6,46	6,35	6,24	6,18	6,28	6,30	6,47
CV 5,55							
Cultivar de milho	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	150	300	450	600		
BR 106	42,6	42,3	43,0	41,2	42,1	42,3Ba	43,0a
AG 1051	43,4	43,2	42,9	43,8	42,1	43,1Ab	44,8a
Média	6,70	6,50	6,70	6,56	6,66	6,65	6,77
CV 3,32							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Píccolo (2012) trabalhando com os substratos de bagaço de cana-de-açúcar, capim napier e casca de café com solução nutritiva padrão encontrou valores de FDN em torno de 54,0, 47,5, e 56,9%, respectivamente. Enquanto os teores de FDA foram de 33,7; 32,5 e 46,2%, respectivamente. Valores

semelhantes ao presente trabalho foram encontrados por Amorim *et al.* (2005) que trabalhando com forragem hidropônica de milho produzida sobre substrato de bagaço de cana-de-açúcar hidrolizado, grama e cama de frango encontraram respectivamente 35,4; 39,6 e 34,6% de FDA. Já Paulino *et al.* (2004) obtiveram 57,0 % de FDN e 26,0% de FDA ao cultivar milho hidropônico da variedade AL Bandeirante cultivada em solução nutritiva padrão e feno de tifton como substrato. Flôres (2009) trabalhando com diferentes densidades de semeadura de milho sobre feno de aveia e colheita aos 10 e 17 dias, obteve valores de FDN de 41,0 e 45,3%, respectivamente, para densidade de semeio de 2 kg m⁻².

Tabela 6 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão, sobre o teor de fibra em detergente neutro (FDN %) nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de milho	Experimento 1						Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)					Média	
	0	10	20	30	40		
BR 106	63,8	64,2	62,1	65,1	63,9	63,8Ab	66,4a
UENF 506-11	59,8	57,9	62,1	65,6	62,0	61,4Ba	61,9a
Média	38,6	37,7	37,4	36,4	35,9	37,2	38,1
CV 6,82							
Cultivar de milho	Experimento 2						Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)					Média	
	0	150	300	450	600		
BR 106	72,9	72,5	70,6	70,7	69,9	71,3Ba	72,3a
AG 1051	74,1	71,6	72,7	72,5	71,0	72,4Aa	73,0a
Média	43,0	42,7	42,9	42,5	42,1	42,7	43,9
CV 2,28							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Garcia *et al.* (2008) avaliaram a produção de forragem hidropônica de milheto, milho e sorgo e obtiveram 40,5; 37,2 e 35,7% de fibra bruta, respectivamente aos 16 dias após a emergência. Enquanto Müller *et al.* (2006)

trabalhando com forragem hidropônica de milho, encontraram teores de FDA de 47,6 e 51,4% nas plantas colhidas aos 10 e 20 dias após a semeadura.

Rocha (2004) ao utilizar densidade de semeadura de $2,8 \text{ kg m}^{-2}$ e casca de arroz como substrato obteve teor máximo de FDN 75,7% ao utilizar 7 L de solução nutritiva m^{-2} , enquanto o teor de FDA 53,5% mostrou-se crescente até os 10 L de solução nutritiva m^{-2} . Ao avaliar diferentes densidades de semeadura na composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho Rocha (2004) obteve 81,8 e 65,0% de FDN e FDA, respectivamente ao utilizar densidade de semeadura de $0,8 \text{ kg m}^{-2}$.

No experimento 1, ocorreram efeitos significativos das diferentes doses de (SHC) sobre a porcentagem de fibra em detergente ácido nas cultivares UENF 506-11 e BR 106 (Figura 4A). Na forragem produzida com a cultivar UENF 506-11 houve redução do teor de FDA ao aumentar as doses de (SHC), sendo que no intervalo compreendido entre 0 e 10 mg L^{-1} de C obteve-se maior porcentagem de FDA (Figura 4A). Neste intervalo os níveis de FDA estão dentro dos limites aceitáveis para alimentação animal. Por outro lado, na forragem produzida contendo a cultivar BR106, com o aumento das doses de (SHC) a porcentagem de FDA teve aumento, mas muito pequeno, ou seja, praticamente se manteve constante (Figura 4A). Neste caso, os níveis de FDA estão dentro dos limites aceitáveis para alimentação animal para todas as doses utilizadas.

No experimento 1, em relação à porcentagem de FDN, verificou-se que inicialmente houve uma redução da porcentagem de FDN, mas em seguida com o aumento da dose de (SHC) a porcentagem de FDN também aumentou, atingindo máximo na dose de 30 mg L^{-1} de C. Ao utilizar a dose de 30 mg L^{-1} de C foi possível obter 8% a mais de FDN quando comparado com a dose de 10 mg L^{-1} de C (Figura 4B).

No experimento 2, não ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) das doses de (SHC) sobre o teor de FDA (Tabela 5), entretanto, para FDN verificou-se interação significativa ($P > 0,05$) entre doses de (SHC) e cultivares de milho (Figura 4C). Observou-se que tanto para as forragens com a cultivar BR 106 quanto com a AG 1051, houve redução do teor de FDN ao aumentar as doses de (SHC). Neste caso os menores teores de FDN foram obtidos com a dose de 600 mg L^{-1} de C (Figura 4C).

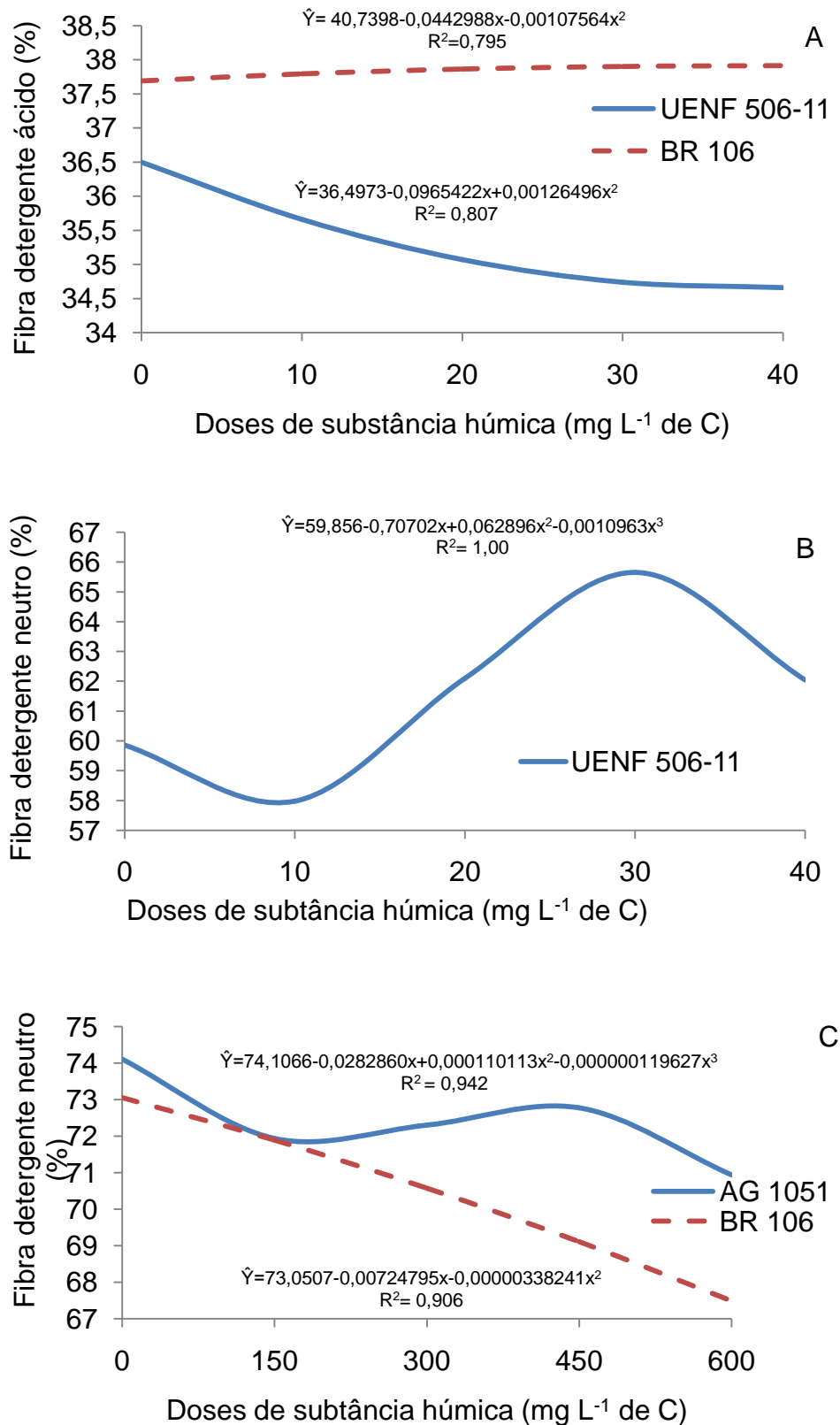


Figura 4- Efeitos das doses de substância húmica comercial, no experimento 1, sobre a porcentagem e fibra em detergente ácido nas forragens com as cultivares UENF 506-11 e BR 106 (A), de fibra em detergente neutro na forragem com a cultivar UENF 506-11 (B) e efeito das doses de substância húmica comercial sobre o teor da fibra em detergente neutro da forragem com as cultivares AG 1051 e BR 106, no experimento 2 (C).

Manhães (2012) verificou que o teor de FDN não sofreu efeito significativo ($P>0,05$) das concentrações de vinhoto e densidades de semeadura utilizadas. Neste trabalho utilizou-se concentrações de vinhoto de (0; 6,7; 10 e 20%) e densidade de semeadura de 1,5 e 2,0 kg m⁻² obtendo-se em média 66,3% de FDN. Em relação ao teor de FDA houve efeito significativo entre as densidades de semeadura obtendo em média 49,5% ao utilizar densidade de semeadura de 1,5 kg m⁻².

De uma maneira geral, nos dois experimentos, observou-se que o teor de proteína bruta foi baixo (Tabela 7). Este fato pode ser atribuído ao tipo de substrato utilizado (bagaço de cana), já que este é também analisado conjuntamente com a planta cultivada em hidroponia e apresenta teores de proteína bruta na matéria seca em torno de 1,92%. Entretanto, 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, na média dos experimentos 1 e 2 o teor de proteína bruta da forragem foi de 6,55%.

Para que haja uma adequada reprodução e atividade bacteriana no rúmen é necessário que a dieta contenha um mínimo de 8% de proteína bruta, sendo que abaixo deste nível a digestibilidade do alimento fica comprometida por baixa atividade bacteriana. Assim, para um desempenho animal mínimo, a forragem deve possuir em sua matéria seca um mínimo de 8% de PB para atender as necessidades nitrogenadas das bactérias do rúmen (Bona Filho, 2000).

No experimento 1, o teor de proteína bruta não foi afetado significativamente ($P<0,05$) por nenhum dos fatores estudados (Tabela 7) enquanto, no experimento 2 ocorreu efeito significativo das cultivares de milho sobre o teor de proteína bruta (Tabela 7). A cultivar BR 106 apresentou 0,7% a mais de teor de proteína bruta do que a cultivar AG 1051. Este último resultado, certamente, está relacionado ao maior comprimento da parte aérea observado na cultivar BR 106, no experimento 2 (Tabela 1). De acordo com Van Soest (1994), as folhas apresentam maior teor de proteína bruta e menores teores de FDN, FDA e lignina que os caules ou colmos apresentando, portanto, maior digestibilidade.

Tabela 7 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão, sobre o teor de proteína bruta (%) nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de milho	Experimento 1						Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)					Média	
	0	10	20	30	40		
BR 106	6,12	6,28	6,35	6,34	6,62	6,34Aa	6,54a
UENF 506-11	6,80	6,43	6,14	6,02	5,95	6,26Aa	6,41a
Média	61,8	61,0	62,1	65,3	62,9	62,6	64,1
CV 7,99							
Cultivar de milho	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	150	300	450	600		
BR 106	6,90	7,26	6,88	7,01	6,81	7,00Aa	7,20a
AG 1051	6,48	5,75	6,51	6,12	6,52	6,30Ba	6,35a
Média	73,5	72,0	71,6	71,6	70,4	71,8	72,6
CV 8,89							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Araujo *et al.* (2008) verificaram que em média as densidades de semeadura de 1,0 a 2,5 kg m⁻² de milho resultaram em 11,9% de PB. Enquanto, Crevelari (2011) obteve teor de proteína bruta em torno de 5,9 e 6,7 ao utilizar densidade de semeadura de 1,5 e 2,0 kg m⁻² de milho, respectivamente tendo o bagaço de cana-de-açúcar como substrato. Piccolo (2012) trabalhando com forragem hidropônica de milho obteve teores médios de proteína bruta na matéria seca de 2,2; 10,3 e 5,8% ao utilizar bagaço de cana-de-açúcar, casca de café e capim napier como substratos, respectivamente.

Müller *et al.* (2005) avaliaram a composição bromatológica de gramíneas anuais produzidas em sistema de cultivo hidropônico, e observaram que o milho destacou-se por apresentar maiores teores de proteína bruta 18,26%. Já Garcia *et al.* (2008) avaliaram a produção de forragem hidropônica de milho, milho e sorgo aos 16 dias e obtiveram 5,3; 3,7 e 5,7 % de proteína bruta, respectivamente.

Possenti *et al.* (2005), avaliaram os parâmetros bromatológicos das silagens de milho e girassol e obtiveram respectivamente 9,4 e 11,6 % de

proteína bruta. Zorzan (2006) ao utilizar densidade de semeadura $1,5 \text{ kg m}^{-2}$ obteve 26,1 e 18,7% de proteína bruta ao cultivar centeio e cevada, respectivamente. Enquanto, Flôres (2009) ao utilizar densidade de semeadura de $1,0 \text{ kg m}^{-2}$ de milho e feno de aveia como substrato obteve 10,2 e 15% de proteína bruta aos 10 e 17 dias, respectivamente.

CONCLUSÕES

- As concentrações de (SHC) não apresentaram efeito significativo sobre o peso da matéria fresca da forragem;
- Ocorreu acréscimo de $0,095 \text{ kg m}^{-2}$ na produção de matéria seca na média das cultivares BR 106 e AG 1051, com a aplicação da (SHC) na proporção de 600 mg L^{-1} de C, além de que esta dose proporciona forragem com menor teor de FDN;
- Em média, as concentrações de (SHC), no intervalo de 0 a 40 mg L^{-1} de C proporcionaram 2% a menos de FDA, na forragem contendo a cultivar UENF 506-11 e de 2,6% FDN, na BR 106 do que a (SNP);
- Em média, as concentrações de (SHC), no intervalo de 0 a 600 mg L^{-1} de C, proporcionaram FDA 1,7% menor na forragem com a cultivar AG 1051, do que a (SNP);
- Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) não se apresentaram dentro dos valores considerados satisfatórios para uma forragem de boa qualidade. Enquanto os teores de fibra em detergente ácido (FDA) estão dentro dos níveis aceitáveis para uma forragem de boa qualidade;
- A hidroponia com milho no bagaço de cana-de-açúcar melhorou a qualidade da forragem, já que seus teores de fibra foram inferiores aos teores do FDA e FDN do bagaço e o teor de proteína bruta da forragem passou de 1,92% para 6,55%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, A. C., Resende, K. T., Medeiros, A. N., Ribeiro, S. D., Araújo, J. A. C. (2005) Composição bromatológica e degradabilidade in situ da planta de milho. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Zootecnia Tropical, 23 (2): 105-119.
- Araujo, V. da. S., Coelho, F. C., Cunha, R. C. V., Lombardi, C. T. (2008) Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e vinhoto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 7 (3): 251-264.
- Bona Filho, A., Canto, M. W. do. (2000) Qualidade nutricional das plantas forrageiras. 25p.
- Crevelari, J. A. (2011) Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana de açúcar, com diferentes densidades de semeadura e diluições de vinhoto. (Trabalho Monográfico) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 34p.
- Durães, F. O. M. (2007) Limitações fisiológicas do milho nas condições de plantio nas regiões tropicais baixas. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/limitemilho/index.htm>. Acesso em: 06/03/2013.
- FAO. Forraje verde hidropônico, Santiago, (2001). (Oficina Regional de La FAO para América Latina y el Caribe, Manual técnico).
- Flôres, M. T. D. (2009) Efeito da densidade de semeadura e da idade de colheita na produtividade e na composição bromatológica de milho (*Zeamays* L.). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, 79p.
- Garcia, R. J., Ferreira, I., Alves, M. J. F., Alves, S. J. F. (2008) Produção de forragem hidropônica em diferentes espécies de gramíneas e épocas de colheita. *Revista Intercursos*, FEIT/UEMG — campus de Ituiutaba, 7 (1): 49-55.
- Gullo, M. J. M (2007) Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 59p.

- Henriques, E. R. (2000) Manual de produção-forragem hidropônica de milho. Uberaba: FAZU, 15 p.
- Manhães, N. E. (2012) Produção de forragem hidropônica de milho em bagaço de cana-de-açúcar, com diferentes concentrações de vinhaça e densidades de semeadura. (Trabalho Monográfico) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 59p.
- Mertens, D. R. (2001) Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. *in: Simpósio Internacional em Bovinos de Leite*, 2, Lavras: UFLA-FAEPE, p.25-36.
- 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.
- Müller, L., Santos, O. S. dos, Manfron, P. A., Medeiros, S. L. P., Haut, V., Neto, D. D., Menezes, N. L. de. Garcia, D. C. (2006) Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36 (4): 1094-1099.
- Neves, A. L. A.(2009) Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal. Viçosa, CPT. 242p.
- 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.
- Piccolo, M. A. (2012) Forragem verde hidropônica de milho produzida em substratos orgânicos, utilizando água residuária de bovino. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 87p.
- Possenti, R. A., Junior, E. F., Bueno, M. S., Bianchini, D., Leinz, F. F. (2005) Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. *Ciência Rural*, Santa Maria, 35 (5): 1185-1189.
- 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.

- Rosa, C. M. da. Castilhos, R. M. V., Vahl, L. C., Castilhos, D. D., Pinto, L. F. S., Oliveira, E. S., Leal, O. dos. A. (2009) Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *phaseolus vulgaris*. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:959-967.
- Roversi, T. (2004) Efeito do condicionamento fisiológico sobre o desempenho de sementes para produção de forragem hidropônica. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 113.
- SAEG. Sistemas para análises estatísticas, 7.0. (2009) Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV/DBG, Homepage: <http://www.ufv.br/saeg/>. Acesso em: 08/01/2013.
- Santos. P. C. dos. (2012) Ácidos húmicos, brassinosteróide e fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de abacaxizeiro. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 61p.
- Silva, R. M. da. Jablonski, A., Siewerdt., L. Silveira Júnior., P. (1999) Crescimento da parte aérea e do sistema radicular do milho cultivado em solução nutritiva adicionada de substâncias húmicas. *Rev. Bras. de Agrociências*, 5 (2):101-110.
- Silva, R. M. da. Jablonski, A., Siewerdt, L., Silveira Júnior, P (2000) Desenvolvimento das raízes do azevém cultivado em solução nutritiva completa, adicionada de substâncias húmicas, sob condições de casa de vegetação. *Rev. bras. zootec.*, 29 (6):1623-1631.
- Silva, R. M. da. Jablonski, A., Siewerdt., L. Silveira Júnior., P. (2000) Desenvolvimento das raízes do milheto (*pennisetum glaucum* L.) cultivado com adição de substâncias húmicas. *Rev. Bras. de Agrociência*, 6 (2): 152-156.
- Silva, R. M. da. (2001) Produção e qualidade da alface hidropônica cultivada com adição de substância húmica. Tese (Metalurgia Extrativa) - Porto Alegre – RGS, Universidade Federal Rio Grande do Sul – UFRGS, 166p.
- Silva, D. J., Queiroz, A. C. de. (2002) *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 235p.
- Van Soest, P.J. (1994) Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University Press, 476p.
- Zorzan, M. H. S. (2006) Avaliação da qualidade de forragem hidropônica de centeio, cevada e ervilhaca. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 53p.

4.2 FORRAGEM HIDROPÔNICA DE SOJA CULTIVADA EM BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DOSES DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS

RESUMO

Avaliou-se a produção de forragem hidropônica de soja cultivada em bagaço de cana-de-açúcar, utilizando-se doses de substância húmica comercial (SHC) e solução nutritiva padrão (SNP), em dois experimentos. Para ambos, utilizou-se o esquema fatorial (2 x 5) + 2. O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados com quatro repetições. No primeiro experimento avaliou-se as cultivares de soja 'A 7255' e 'BRS 257' e as doses de (SHC) foram de 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹ de C. No segundo experimento as cultivares foram 'A 7255' e 'TMG 801' e as doses de (SHC) foram de 0, 150, 300, 450 e 600 mg L⁻¹ de C. Os dois tratamentos adicionais foram a (SNP). O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados com quatro repetições. O volume de aplicação diária por unidade experimental foi de 3 L m⁻² dia⁻¹ e 4,5 L m⁻² dia⁻¹ (1° e 2° experimento). A densidade de semeadura foi de 1,0 kg m⁻². A colheita foi realizada 15 após a emergência das plântulas. Avaliou-se o comprimento da parte aérea e do sistema radicular, o peso da matéria seca e fresca, os teores de proteína bruta, a fibra em detergente neutro e ácido. A combinação entre plantas de soja, sementes não germinadas e bagaço de cana-de-açúcar melhorou a qualidade da forragem,

proporcionando teor de proteína bruta alto e teores da fibra em detergente ácido e neutro dentro dos limites aceitáveis para uma forragem.

Palavras-chave: *Glycine max*, hidroponia, solução nutritiva, substrato

ABSTRACT

HYDROPONIC FORAGE SOYBEANS GROWN FROM SUGAR CANE BAGASSE DOSES OF HUMIC SUBSTANCES

The objective of this study was to evaluate the production of hydroponic forage soybeans produced in sugar cane bagasse, using doses of agrolmin and nutrient solution. Two experiments conducted in the greenhouse. For both, we used the factorial design (2 x 5) + 2. The statistical design was a randomized block design with four replications. The first experiment evaluated the soybean cultivars A 7255 and BRS 257 and doses of 0, 10, 20, 30 and 40 mg L⁻¹ C. In the second experiment cultivars were A 7255 and TMG 801 and (SHC) doses were 0, 150, 300, 450 and 600 mg L⁻¹ C. The two additional treatments were the standard established by the nutrient solution (FAO) used for the growth of each cultivar. The statistical design was a randomized block design with four replications. The volume of daily application for experimental unit was 3 L m⁻² day⁻¹ and 4,5 L m⁻² day⁻¹ (1° e 2 ° experiment). The seedling rate was 1,0 kg m⁻². Plants were harvested 15 days after seedling emergence. We evaluated the shoot length and root, the weight of dry matter and fresh, the crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. The combination of soybean plants, non-germinated seeds and sugar cane bagasse improved forage quality, providing crude protein and high levels of acid detergent fiber and neutral within acceptable limits for a forage.

Key words: *Glycine max*, hydroponics, nutrient solution, substrate

INTRODUÇÃO

A produção nacional de carne, em sistema de criação a pasto é diretamente influenciada pela sazonalidade de produção de forragem. Isto tem como conseqüência grande variação em termos de qualidade e quantidade de forragem oferecida aos animais com comprometimento da rentabilidade na atividade pecuária (Rigueira, 2007).

Algumas alternativas são utilizadas para tentar reduzir as perdas na produção devido à sazonalidade, neste contexto, a forragem hidropônica tem sido uma alternativa para complementar a alimentação dos animais. O cultivo hidropônico de gramíneas ou leguminosas proporciona forragem com alta qualidade protéica e alta digestibilidade, fazendo com que o produtor aumente a produção independente do tamanho da área ou clima da região, mantendo a produtividade constante (Zorzan, 2006).

A forragem hidropônica resulta de um processo de germinação de sementes de cereais (cevada, milho, trigo, aveia e outras espécies), desenvolvido em um período de 10 a 15 dias. Possui excelente qualidade e, quando administrada para os rebanhos em sua totalidade (sementes, folhas, caules, raiz), constitui dieta completa de carboidratos, açúcares, proteínas, minerais e vitaminas (FAO, 2001).

A crescente procura do milho para a alimentação animal e humana tem levado os produtores a procurarem formas alternativas para a alimentação de ruminantes. Além disto, de maneira geral, os substratos para crescimento de forragem em hidroponia, são muito pobres em proteína e o milho ou outras gramíneas não suprem este déficit protéico.

A utilização da soja pode ser uma alternativa viável na produção hidropônica de forragens. Esta leguminosa pelas suas qualidades nutricionais, facilidade de adaptação em quase todas as regiões, alta produção e facilidade de cultivo, pode ser considerada como um dos alimentos do futuro (Bellaver, 1999). Em sua constituição, possui proteína de alta qualidade e elevada quantidade de energia.

A soja apresenta algumas características favoráveis para a produção de volumosos destacando-se a grande disponibilidade de sementes no mercado, o

rápido crescimento, a alta concentração de minerais, a boa produtividade, o elevado teor protéico, além do adequado balanço de aminoácidos (Rigueira, 2007).

Os grãos inteiros da soja devem ser assados ou tostados antes de fornecidos aos animais devido à presença de substâncias antinutricionais no grão, entretanto, o broto de soja pode ser utilizado sem nenhum tratamento adicional (Missão, 2006).

A disponibilidade de forragem no Brasil é variável durante o ano, gerando a necessidade de armazenar forragem conservada para suplementação dos animais nos períodos de baixa produção das pastagens. Essa suplementação pode ser feita através da silagem de soja. Desta forma, os custos de produção são mais baixos do que a suplementação a base de concentrados (Evangelista *et al.*, 2003).

Para que a soja possa ser amplamente utilizada para produção de forragem, faz-se necessário que novas cultivares sejam melhoradas para esse fim específico, procurando obter características desejáveis como elevada produtividade de matéria seca, alto teor protéico, carboidratos solúveis, baixo teor de fibras e acúmulos de minerais (Rezende *et al.*, 2012).

Objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes cultivares de soja e doses de substâncias húmicas na produtividade e qualidade de forragem hidropônica utilizando o bagaço de cana-de-açúcar como substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação do Laboratório de Fitotecnia na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (LFIT-UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ, a 21°45'44" de latitude, 41°17' 15" de longitude e altitude de 10 m.

Os experimentos seguiram a um arranjo fatorial (2 x 5) + 2. No primeiro experimento utilizou-se duas cultivares de soja 'A 7255' e 'BRS 257' e cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹ de C na

fertirrigação. Já no segundo experimento utilizou-se duas cultivares de soja 'A 7255' e 'TMG 801' e cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 150, 300, 450 e 600 mg L⁻¹ de C na fertirrigação. Os dois tratamentos adicionais em cada experimento foram as respectivas cultivares de soja cultivadas em solução nutritiva padrão (SNP). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas por bandejas de polietileno com dimensão interna de lados com 20,9 cm e altura de 4,0 cm.

As doses de (SHC) utilizadas no primeiro experimento foram definidas com base em informações de Silva et al. (1999) e Silva et al. (2000), enquanto, as doses do segundo experimento foram baseadas nas recomendações da empresa que disponibilizou o produto e a partir de resultados de Gullo (2007) e Santos (2012).

A composição dos ingredientes da (SNP) descrita em Oficina Regional de La FAO para América Latina y el Caribe, Manual técnico (FAO, 2001), constituiu-se em duas soluções concentradas em g L⁻¹: Solução concentrada A: Fosfato mono Amônio 34; Nitrato de Cálcio 208; Nitrato de Potássio 110 e; Solução concentrada B: Sulfato de Magnésio 61,5; Sulfato de Cobre 0,06; Sulfato de Manganês 0,31; Sulfato de Zinco 0,15; Ácido Bórico 0,775; Molibdato de Amônio 0,0025; Quelato de Ferro 6,25.

O substrato para o crescimento das plantas de soja foi o bagaço de cana-de-açúcar que foi obtido na Usina Cana Brava, localizada em Travessão, em Campos dos Goytacazes- RJ. Antes da instalação do experimento, o substrato foi seco em estufa com ventilação forçada a 65°C, com retirada de amostra para análise química, cujo resultado foi de 1,92% de proteína bruta (PB), 80% de fibra em detergente neutro (FDN) e 56% de fibra em detergente ácido (FDA). A análise químico-bromatológica do substrato seguiu os protocolos analíticos contidos em Silva e Queiroz (2002).

As sementes de soja foram submetidas a condicionamento osmótico induzindo a pré-germinação sendo para isto submersas em água por 24 horas.

Os substratos foram dispostos nas bandejas (unidades experimentais) em camada de 2 cm recebendo semeadura manual das sementes de soja pré-germinadas, com densidade de semeadura de 1,0 kg de sementes m⁻², sendo

imediatamente cobertas por outra camada de 2 cm de substrato. As bandejas se encontravam em nível, sobre bancadas de madeiras.

Nos três primeiros dias após a semeadura, as unidades experimentais foram irrigadas com água na proporção de 3,0 e 4,5 L m⁻² dia⁻¹ no 1^o e no 2^o experimento, respectivamente. A partir do quarto dia até o 14^o foram utilizadas as quantidades mencionadas com as doses de substâncias húmicas comercial e solução nutritiva padrão, conforme os tratamentos. As irrigações ou fertirrigações foram parceladas utilizando-se a metade do fornecimento diário na parte da manhã e a outra metade à tarde. Durante as aplicações utilizou-se borrifadores manuais, dirigindo-se o jato de aplicação para os substratos, de forma que fossem umedecidos de forma homogênea.

Durante o período experimental, fez-se o monitoramento do pH. O pH da solução foi corrigido para 5,5-6,5 (Neves, 2009). A colheita foi realizada no 15^o dia após a semeadura. Fez-se o monitoramento das temperaturas máximas e mínimas diárias no interior da casa de vegetação, durante os períodos experimentais (Figura 1).

Foram avaliados o comprimento da parte aérea e das raízes de soja, os pesos da matéria fresca e seca, os teores de proteína bruta, a fibra em detergente neutro e a fibra em detergente ácido da forragem.

Na colheita, as bandejas foram acondicionadas na posição vertical a fim de se escorrer as soluções nutritivas padrão. Foram coletadas dez plantas ao acaso de cada unidade experimental realizando-se medições individuais do comprimento da parte aérea das plantas e comprimento das raízes. Após este procedimento os conteúdos das bandejas (bagaço de cana-de-açúcar, plantas de soja e sementes não germinadas) foram pesados para obtenção do peso da matéria fresca. Posteriormente, foram homogeneizados e acondicionados em sacos de papel, os quais foram devidamente identificados. As amostras ficaram em estufa com ventilação forçada à temperatura de 70°C, por 72 horas. Em seguida as mesmas foram retiradas para pesagem, depois que estas atingiram a temperatura ambiente.

Após a pesagem, as amostras de matéria seca foram moídas em moinho com rotor de facas tipo Willey, utilizando-se peneira com abertura de 1mm. Após a moagem, as amostras foram acondicionadas em tubos plásticos para evitar umidade e contaminação. A partir destas amostras obtiveram-se os valores de

proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN).

A proteína bruta foi determinada segundo os métodos oficiais reconhecidos pelo Ministério da Agricultura e seguindo a metodologia da “Association of Official Analytical Chemists”. O método utilizado foi o proposto por Kjeldahl, na Dinamarca, em 1883, no qual se determina o N orgânico total, ou seja, N protéico e não protéico orgânico. Para converter o nitrogênio medido para proteína, multiplicou-se o teor de nitrogênio por 6,25 (Silva e Queiroz, 2002). Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos utilizando-se o método desenvolvido por van Van Soest adaptado (Silva e Queiroz, 2002).

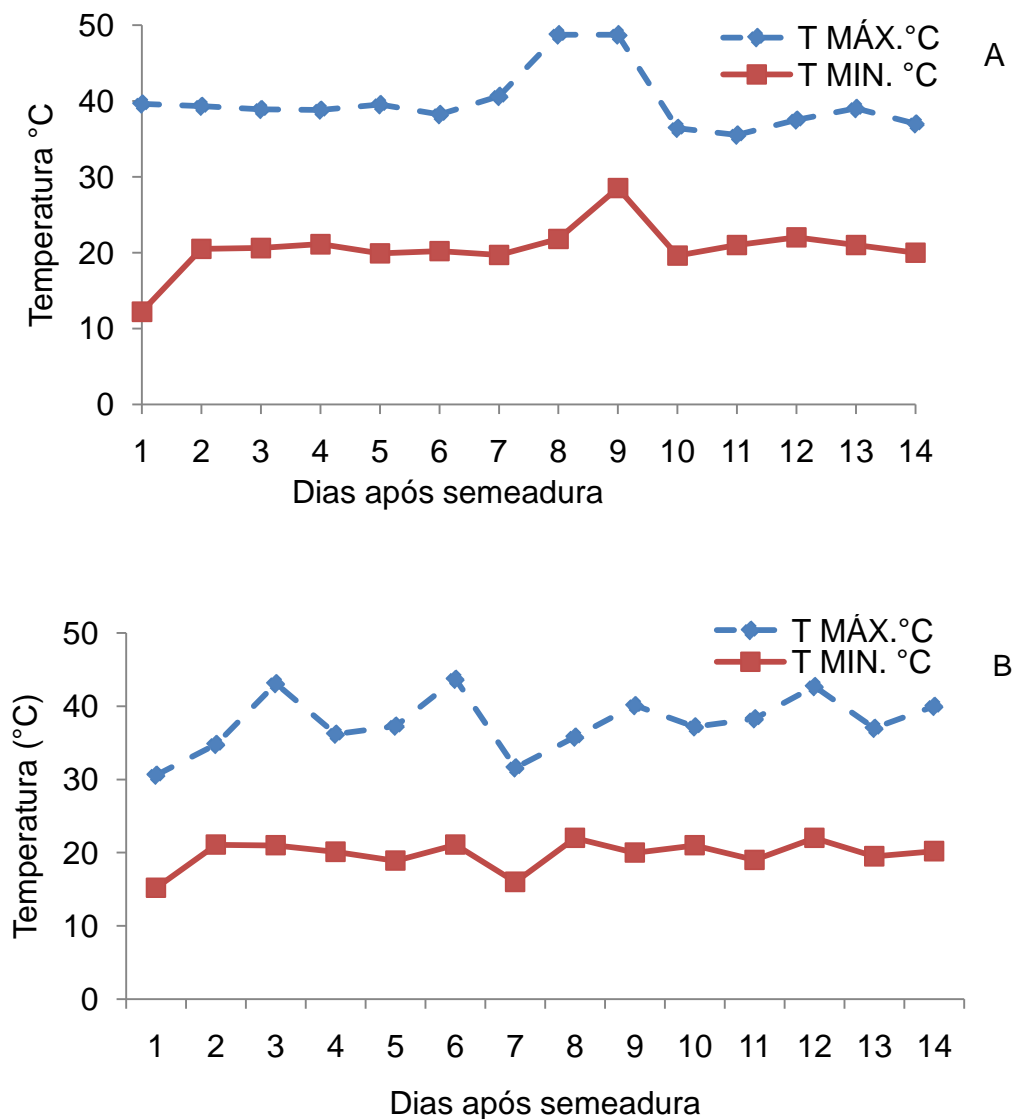


Figura 1- Variação diária da temperatura máxima e mínima do ar, na casa de vegetação, durante o cultivo de forragem hidropônica, em Campos dos Goytacazes – RJ experimento 1 (A) e experimento 2 (B).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, Teste de F em nível de 5% de probabilidade, e análise de regressão, para as doses de substância húmica comercial. Utilizou-se o programa SAEG 8.0 - Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois experimentos as plantas de soja, em geral, apresentaram comprimento da parte aérea (Tabela 1) e do sistema radicular (Tabela 2) aquém do verificado para outras culturas cultivadas em hidroponia (Müller *et al.*, 2005 e Manhães, 2012). Possivelmente, a temperatura do ar muito alta durante a condução dos experimentos (Figura 1) pode ter influenciado negativamente no crescimento da soja. A soja se desenvolve melhor a temperaturas do ar entre 20°C e 30°C e a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 25°C (Mota, 1983).

Roversi (2004) trabalhando com forragem hidropônica de milho obteve altura média de 27, 32 e 34 cm aos 9, 12 e 14 dias após semeadura. Müller *et al.* (2005) avaliaram a produtividade de gramíneas anuais produzidas em sistema de cultivo hidropônico, e observaram que o milho destacou-se por apresentar altura em torno de 19,5 cm. Enquanto Müller *et al.* (2006), observaram comprimentos de parte aérea de 21 e 13 cm nos tratamentos com solução inorgânica e orgânica, respectivamente, aos 16 dias. Já, Flôres (2009) obteve valor médio de 33 cm em plantas de milho, aos 17 dias.

Ao trabalhar em condições semelhantes às dos experimentos 1 e 2, porém sem a utilização de bandejas, Araujo *et al.* (2008) utilizaram densidade de semeadura de 1,0 kg m⁻² de sementes de milho e obtiveram o comprimento da parte aérea e do sistema radicular em torno de 24,7 e 20,9 cm, respectivamente, utilizando solução nutritiva ou doses de vinhoto em substrato de bagaço de cana-de-açúcar.

Nos experimentos 1 e 2, ocorreu efeito significativo ($P>0,05$) das cultivares de soja sobre o comprimento da parte aérea (Tabela 1) e do sistema radicular (Tabela 2).

No experimento 1, a cultivar A 7255 apresentou 7,1 e 7,6 cm a mais de comprimento da parte aérea e do sistema radicular, respectivamente do que a cultivar BRS 257 (Tabelas 1 e 2). Isso, possivelmente, ocorreu pelo fato da cultivar A 7255 ter apresentado maior porcentagem de germinação (92%) do que a cultivar BRS 257 (71%). Certamente, com a menor porcentagem de germinação das sementes na cultivar BRS 257, ocorreu o encharcamento excessivo do substrato, pois, certamente, devido ao menor número de plantas, a absorção da solução foi diminuída, e, conseqüentemente, foi menor a contribuição do processo de transpiração no total de água que saiu do sistema. Desta forma, o acúmulo excessivo das soluções hidropônicas (doses de SHC ou SNP) possivelmente diminuiu o crescimento da soja. Este fato foi verificado visualmente, entretanto, não foi quantificado. Entretanto, por outro lado, as diferenças entre as cultivares também podem ter ocorrido devido às diferenças genéticas entre elas.

Tabela 1 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão sobre o comprimento da parte aérea (PA) (cm), nos experimentos 1 e 2.

Experimento 1								
Cultivar soja	de	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)					Média	Solução Nutritiva
		0	10	20	30	40		
A 7255		12,9	13,3	12,7	12,3	12,1	12,6Aa	13,3a
BRS 257		7,10	4,31	5,76	5,47	4,61	5,45Ba	7,04a
Média		10,0	8,80	9,23	8,88	8,35	9,02	10,1
CV 19,08								
Experimento 2								
Cultivar soja	de	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)					Média	Solução Nutritiva
		0	150	300	450	600		
A 7255		9,12	9,60	9,40	9,16	9,90	9,42Bb	10,9a
TMG 801		10,2	9,61	9,71	10,4	10,5	12,6Aa	10,7a
Média		9,66	9,60	9,55	9,78	10,2	11,0	10,8
CV 9,76								

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão sobre o comprimento do sistema radicular (SR) (cm), nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de soja	Experimento 1					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	10	20	30	40		
A 7255	11,9	14,4	11,9	12,7	12,5	12,6Aa	12,7a
BRS 257	6,52	4,85	4,29	5,51	4,00	5,03Ba	5,18a
Média	9,21	9,62	8,09	9,10	8,25	8,81	8,94
CV 27,01							
Cultivar de soja	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	150	300	450	600		
A 7255	13,1	10,6	10,3	10,3	8,82	10,6Ab	14,0a
TMG 801	9,20	10,3	9,20	9,12	9,50	9,45Bb	10,6a
Média	11,1	10,4	9,75	9,71	9,16	10,0	12,3
CV9,11							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

No experimento 2, o comprimento da parte aérea na cultivar TMG 801 foi superior ao da cultivar A 7255 em 3,2 cm (Tabela 1). Enquanto o comprimento do sistema radicular foi 1,1 cm a mais na cultivar A 7255 quando comparado com a TMG 801 (Tabela 2). É interessante notar que a cultivar A 7255 apresentou maior comprimento do sistema radicular e menor comprimento da parte aérea, enquanto na cultivar TMG 801 ocorreu o inverso.

Ao avaliar os efeitos da (SHC) e da (SNP) sobre o comprimento da parte aérea e do sistema radicular verificou-se que ocorreu diferença significativa ($P>0,05$) somente no experimento 2. A (SNP) proporcionou maior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular resultando em médias de 1,5 cm e 3,4 cm, respectivamente, maiores do que as médias das concentrações de (SHC), na cultivar A 7255 (Tabelas 1 e 2). Enquanto na cultivar TMG 801 as concentrações de SHC e a SNP apresentaram diferença significativa somente sobre o comprimento do sistema radicular apresentado raízes em torno de 1,1 cm superior ao utilizar solução nutritiva padrão (Tabela 2). Entretanto, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre o efeito da SHC e da SNP sobre o

comprimento da parte aérea (Tabela 1) e do sistema radicular (Tabela 2), para as cultivares A 7255 e BRS 257 no experimento 1.

Araujo *et al.* (2008) verificaram que não houve diferença significativa ($P>0,05$) para altura de plantas quando compararam a solução nutritiva com doses de vinhoto diluída na proporção de 1: 10, em água. Silva *et al.* (2000) verificaram o crescimento das raízes de milho cultivado com uma solução nutritiva completa com quatro doses (0, 10, 20 e 30 mg L⁻¹) de substâncias húmicas. Os resultados indicaram o uso da dose 30 mg L⁻¹ e a sugestão dos autores da necessidade de realização de novos experimentos com doses mais elevadas. Esta dose aumentou o comprimento das raízes em 162,28% quando a dose utilizada passou de 0 para 30 mg L⁻¹. Esta dose aumentou também a superfície ocupada pelas raízes em 119,76 vezes. Rosa *et al.* (2009), verificaram que não houve efeito significativo das substâncias húmicas no comprimento da parte aérea e raio das raízes de feijão ao utilizar solução nutritiva completa acrescida de cinco doses (0; 2,5; 5; 10; e 20 mg L⁻¹ de C) de substâncias húmicas. Crevelari (2011) obteve resultado semelhante avaliando o efeito de concentrações de vinhoto (água, 1:5, 1:10 e 1:20) obtendo-se em média 27,4 e 21,6 cm de parte aérea e raiz. Em seu trabalho ela avaliou a produção de forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana-de-açúcar e densidade de semeadura de 1,5 e 2,0 kg m⁻².

No experimento 1, não houve efeito significativo ($P<0,05$) das doses de SHC sobre os comprimentos da parte aérea e raiz (Tabelas 1 e 2). No experimento 2, as doses de SHC não afetaram significativamente ($P>0,05$) o comprimento da parte aérea, entretanto, verificou-se que ocorreu decréscimo do comprimento das raízes ao aumentar as doses de SHC, na média das duas cultivares (Figura 2). O maior comprimento foi obtido na dose 0 mg L⁻¹ de C, ou seja, somente água. O valor obtido pela dose 150 mg L⁻¹ de C foi semelhante a 0 mg L⁻¹ de C, entretanto, acima desse valor de 150 mg L⁻¹ de C ocorreu decréscimo no comprimento do sistema radicular. Possivelmente as doses de SHC acima de 150 mg L⁻¹ de C excederam a necessidade de nutrientes para o crescimento do sistema radicular das plantas.

De acordo com Silva *et al.* (2000), o desenvolvimento das raízes da planta forrageira de azevém foi estimulado pelas substâncias húmicas. As doses de substâncias húmicas promoveram o desenvolvimento das raízes aumentando-as

em 100,87% o comprimento e em 68% a superfície ocupada quando a dose de substâncias húmicas passou de 0 para 20 mg L⁻¹. Manhães (2012) verificou que a concentração de vinhaça de 12,9% proporcionou maior comprimento da parte aérea de plantas de milho cultivadas em bagaço de cana-de-açúcar.

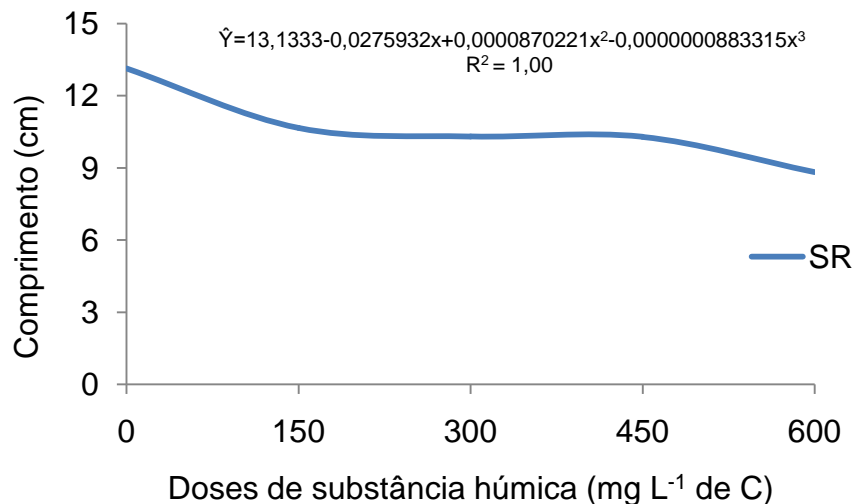


Figura 2- Efeitos das doses de substância húmica comercial sobre as médias do comprimento do sistema radicular, no experimento 2.

Nos experimentos 1 e 2, houve efeito significativo das cultivares de soja sobre o peso da matéria fresca (Tabela 3) e seca (Tabela 4).

No experimento 1, a cultivar BRS 257 apresentou peso da matéria fresca (MF) 1,29 kg m⁻² maior que o da cultivar A 7255. Enquanto a cultivar A 7255 apresentou maior peso da (MS), mas foi superior em 0,19 kg m⁻² do que a cultivar BRS 257 (Tabela 3 e 4). O maior peso de MS certamente está relacionado aos maiores comprimentos de parte aérea e raiz observados na cultivar A 7255 (Tabela 1 e 2). Enquanto o maior peso da MF obtido na cultivar BRS 257 possivelmente ocorreu por apresentar maior número de sementes não germinadas (embebidas) e encharcamento excessivo do substrato. No experimento 2, a cultivar TMG 801 apresentou maiores peso da matéria fresca e seca quando comparado com a cultivar A 7255 (Tabelas 3 e 4). Entretanto, apesar de o peso da matéria fresca e seca da TMG 801 ter sido maior que o da A

7255 foi superior apenas em 0,86 e 0,10 kg m⁻², respectivamente. Estes resultados possivelmente estão relacionados ao maior comprimento da parte aérea observada na cultivar TMG 801 (Tabela 1).

Não se encontrou na literatura artigos com trabalhos realizados com a soja em hidroponia a fim de se comparar resultados de produção de MF e MS. Assim, os resultados obtidos foram confrontados com os de outras espécies. Müller *et al.* (2005) obtiveram 13,6 kg m⁻² de fitomassa fresca de milho cultivado em sistema hidropônico. Já Müller *et al.* (2006) obtiveram fitomassa fresca de 13,4 e 9,9 kg m⁻² e seca de 2,28 e 1,62 kg m⁻² e aos 10 e 20 dias após semeadura, respectivamente. Esse resultado corrobora os da FAO (2001), segundo os quais a colheita após 10 dias da emergência seria inconveniente em sistema de produção de forragem hidropônica de aveia, verificaram-se valores decrescentes de 3,26; 2,95 e 2,27 kg m⁻² aos 7, 11 e 15 dias, respectivamente. Rocha (2004) ao utilizar densidade de semeadura de 1,6 e 2,0 kg m⁻² obteve 3,69 e 4,14 kg m⁻² de matéria seca, respectivamente.

Tabela 3 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão sobre o peso da matéria fresca (MF) (Kg m⁻²) nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de soja	Experimento 1					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	10	20	30	40		
A 7255	4,00	4,36	4,23	4,35	4,17	4,22Ba	3,54a
BRS 257	5,80	5,36	5,12	5,34	5,96	5,51Ab	6,60a
Média	4,90	4,86	4,67	4,84	5,06	4,86	5,07
CV 19,48							
Cultivar de soja	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	150	300	450	600		
A 7255	6,50	6,25	6,30	6,67	6,81	6,50Ba	6,08b
TMG 801	7,51	7,34	6,90	7,56	7,52	7,36Aa	6,75b
Média	7,00	6,80	6,60	7,11	7,16	6,93	6,41
CV 4,78							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão sobre o peso da matéria seca (MS) (Kg m^{-2}), nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de soja	Experimento 1					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L^{-1} de C)						
	0	10	20	30	40		
A 7255	2,15	2,12	2,19	2,10	2,15	2,14Aa	2,07a
BRS 257	2,07	1,93	1,90	1,92	1,95	1,95Bb	2,15a
Média	2,11	2,02	2,04	2,01	2,05	2,04	2,11
CV 6,23							
Cultivar de soja	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L^{-1} de C)						
	0	150	300	450	600		
A 7255	2,65	2,71	2,70	2,70	2,70	2,70Ba	2,70a
TMG 801	2,70	2,80	2,76	2,85	2,85	2,80Aa	2,67b
Média	2,67	2,75	2,73	2,77	2,77	2,75	2,68
CV 3,13							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Os valores de matéria fresca encontrados por Rocha (2004) foram superiores ao encontrado neste trabalho (Tabela 3). Este autor, quando utilizou densidade de semeadura de 1,6 e 2,0 kg m^{-2} de milho e casca de arroz como substrato obteve 17,2 e 16,5 kg m^{-2} de forragem, respectivamente 15 dias após o plantio. Araújo *et al.* (2008) constataram que os pesos da matéria fresca e seca da forragem de milho, colhida aos 10 dias e fertirrigada com solução nutritiva, não sofreram efeito significativo das densidades de semeadura (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg m^{-2}). Manhães (2012) obteve em média 4,4 e 4,5 kg m^{-2} de matéria seca e 19,1 e 20,6 kg m^{-2} de matéria fresca ao utilizar densidade de semeadura de 1,5 e 2,0 kg m^{-2} , respectivamente.

No experimento 1 não ocorreu diferença significativa ($P>0,05$) entre os efeitos da SHC e da SNP sobre o peso da MF e MS na cultivar A 7255 (Tabela 3 e 4). Já na cultivar BRS 257 verificaram diferenças entre os efeitos da SHC e da SNP sobre o peso da MF e MS. Neste caso, a SNP proporcionou maior peso da MF e MS resultando em 1,1 e 0,2 kg m^{-2} a mais do que a média das doses de SHC (Tabela 3 e 4).

No experimento 2, ocorreu diferença significativa ($P > 0,05$) entre os efeitos da SHC e da SNP sobre o peso da matéria fresca e seca (Tabela 3 e 4). Verificou-se que a SHC apresentou maior peso da matéria fresca e seca na cultivar TMG 801 do que a SNP. Mas esta diferença foi de 0,61 e 0,13 kg m⁻², respectivamente. Já na cultivar A 7255 a SHC proporcionou em média maior peso da matéria fresca, sendo este aumento de 0,42 kg m⁻².

Manhães (2012) verificou que o peso da matéria seca não foi afetado significativamente por concentrações de vinhoto, obtendo em média 4,75 kg m⁻² de matéria seca ao utilizar concentração de 20%. Crevelari (2011) verificou que o peso da matéria seca da forragem hidropônica de milho, com densidade de semeadura de 1,5 kg m⁻², foi em média de 3,35 kg m⁻² e ao utilizar dose de vinhoto na proporção de 1:5 obteve em média peso de matéria fresca de 10,5 kg m⁻².

Nos experimentos 1 e 2, não ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) das doses de SHC sobre os pesos da MF e MS (Tabelas 3 e 4).

De maneira geral, os teores de fibra em detergente ácido e neutro se apresentaram dentro dos valores considerados satisfatórios para uma forragem de boa qualidade (Tabela 5 e 6).

A fibra em detergente ácido é a porção menos digerível da parede celular das forrageiras pelos microrganismos do rúmen. É constituída na sua quase totalidade de lignocelulose, ou seja, lignina e celulose. Enquanto a fibra em detergente neutro é constituída basicamente por celulose, hemicelulose e lignina (Silva & Queiroz 2002).

Segundo Van Soest (1994), o teor de FDN é considerado o fator limitante do consumo de volumosos, teores dos constituintes da parede celular superiores a 55 a 60% na matéria seca correlacionam de forma negativa com o consumo de forragem, visto que a taxa de passagem da fração fibrosa do rumén-retículo e a fermentação são mais lentos que outros constituintes dietéticos. Já Segundo Mertens (2001) valores de FDA superiores a 30% são caracterizados como uma boa forragem.

Possenti *et al.* (2005) verificaram que a silagem de milho e girassol apresentou 62,6 e 44,3 % de FDN e 31,9 e 42,7% de FDA, respectivamente. Riqueira (2007) verificou que o teor de FDN da silagem de soja e milho foi de 52,5 e 54,4%, respectivamente. Pinto (2009) avaliou a qualidade da silagem de grãos

úmidos de diferentes espécies e observou que a porcentagem de FDN do girassol, milho, milho e sorgo foi de 42,0; 28,3; 9,0 e 9,2%, respectivamente.

No experimento 1 houve efeito significativo das cultivares de soja sobre o teor da fibra em detergente neutro e ácido (Tabela 5 e 6). Enquanto no experimento 2, houve efeito significativo das cultivares somente sobre o teor da fibra em detergente neutro (Tabela 5 e 6). Assim, no experimento 1, a cultivar BRS 257 obteve 3,9 e 2,7% a mais de FDA e FDN, respectivamente, do que a cultivar A 7255 (Tabela 5 e 6). Já no experimento 2 o teor de FDN na cultivar TMG 801 foi 1,40% superior ao da cultivar A 7255 (Tabela 6).

Tabela 5 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão sobre o teor de fibra em detergente ácido (FDA %) nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de soja	Experimento 1					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	10	20	30	40		
A 7255	39,9	36,6	37,6	33,7	40,0	37,6Ba	37,6a
BRS 257	43,5	41,2	40,8	41,7	40,6	41,5Aa	41,9a
Média	41,7	38,9	39,2	37,7	40,3	39,5	39,7
CV 5,41							
Cultivar de soja	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	150	300	450	600		
A 7255	40,5	37,3	39,8	39,8	37,0	38,9Aa	39,6a
TMG 801	39,3	38,4	39,3	40,8	38,6	39,3Aa	39,3a
Média	39,9	37,8	39,5	40,3	37,8	39,1	39,4
CV 3,56							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão sobre o teor de fibra em detergente neutro (FDN %) nos experimentos 1 e 2.

Cultivar de soja	Experimento 1					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	10	20	30	40		
A 7255	54,7	55,0	53,5	52,9	52,7	53,7Ba	52,0b
BRS 257	58,1	54,3	55,5	58,3	56,1	56,4Aa	56,9a
Média	56,4	54,6	54,5	55,6	54,4	55,0	54,4
CV 4,33							
Cultivar de soja	Experimento 2					Média	Solução Nutritiva
	Doses de Substâncias Húmicas (mg L ⁻¹ de C)						
	0	150	300	450	600		
A 7255	57,9	56,2	58,6	55,8	54,2	56,5Ba	56,9a
TMG 801	59,6	57,1	57,2	58,5	57,1	57,9Ab	59,7a
Média	58,7	56,6	57,9	57,1	55,6	57,2	58,3
CV 3,06							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade.

Müller *et al.* (2006) trabalhando com forragem hidropônica de milho, encontraram teores de FDA de 47,6 e 51,4% nas plantas colhidas aos 10 e 20 dias após a semeadura. Enquanto Zorzán (2006) ao utilizar densidade de semeadura 1,5 kg m⁻² obteve 46,2 e 61,0 % de FDN ao cultivar centeio e cevada, respectivamente. Já Garcia *et al.* (2008) avaliaram a produção de forragem hidropônica de milho, milho e sorgo e obtiveram 40,5; 37,2 e 35,7% de fibra bruta, respectivamente aos 16 dias após a emergência. Flôres (2009) ao utilizar densidade de semeadura de 1,0 kg m⁻² de milho e feno de aveia como substrato obteve 44,8 e 54,5% de FDN e 25,0 e 32,2% de FDA aos 10 e 17 dias, respectivamente. Mas ao utilizar densidade de semeio de 2 kg m⁻² obteve valores de FDN de 41,0 e 45,3% aos 10 e 17 dias, respectivamente.

Não houve diferença significativa (P>0,05) entre o efeito da SHC e da SNP sobre o teor de FDA nos experimentos 1 e 2 (Tabela 5). Entretanto, ocorreu diferença significativa (P>0,05) entre os efeitos da SHC e da SNP sobre o teor de fibra em detergente neutro nas cultivares A 7255 e TMG 801 no experimento 1 e 2, respectivamente (Tabela 6).

No experimento 1, a SNP proporcionou menor porcentagem de FDN na cultivar A 7255 do que a média das doses de SHC. Este decréscimo foi de 1,70% (Tabela 6). Em média, as concentrações de SHC proporcionaram menores porcentagens de FDN, na cultivar TMG 801 do que a SNP que foi de 1,80%.

Rocha (2004) ao utilizar 7 L m⁻² de solução nutritiva e densidade de semeadura de 2,8 kg m⁻² de milho e casca de arroz como substrato obteve 75,7% de FDN. Verificou que o teor de FDA mostrou-se crescente até os 10 L de solução nutritiva m⁻² chegando a 53,5%.

Píccolo (2012) em cultivo hidropônico de milho em substratos de bagaço de cana-de-açúcar, capim napier, e casca de café e solução nutritiva padrão encontrou valores de FDN em torno de 54,0, 47,5, e 56,9%, respectivamente. Já Paulino *et al.* (2004) obtiveram 57,0 % FDN ao cultivar milho hidropônico da variedade AL Bandeirante cultivada em solução nutritiva padrão e feno de tifton como substrato.

No experimento 1, não ocorreu efeito significativo ($P>0,05$) das doses de SHC sobre o teor de FDA (Tabela 5) Entretanto, neste experimento ocorreram efeitos significativos das diferentes doses de SHC sobre o teor da fibra em detergente neutro nas cultivares A 7255 e BRS 257 (Figura 3A).

Na forragem produzida com a cultivar A 7255 houve redução do teor de FDN ao aumentar as doses de SHC a partir da dose de 10 mg L⁻¹ de C (Figura 3A). Na cultivar BRS 257 observou-se que os maiores índices de FDN foram obtidos nas doses de 0 e 30 mg L⁻¹ de C em que o teor de FDN foi em torno de 58% (Figura 3A). Neste caso, em todas as doses, os níveis de FDN estão dentro dos limites aceitáveis para a alimentação animal, ou seja, abaixo de 60% (Van Soest, 1994).

No experimento 2, verificou-se interação significativa ($P>0,05$) entre doses de SHC e cultivares de soja sobre o teor de FDN e FDA (Figura 3B e 3C).

Na forragem com a cultivar TMG 801 ocorreu maior teor de FDN na dose de 450 mg L⁻¹ de C, obtendo-se 58,5% de FDN (Figura 3B). Já na cultivar A 7255 o teor de FDN apresentou pequeno decréscimo até a dose de 450 mg L⁻¹ de C que, porém, a partir deste ponto o decréscimo intensificou (Figura 3B).

Apesar de ter ocorrido essas variações no teor de FDN ao utilizar doses de SHC, os níveis de FDN se enquadram dentro dos limites favoráveis para uma forragem de boa qualidade segundo Van Soest (1994).

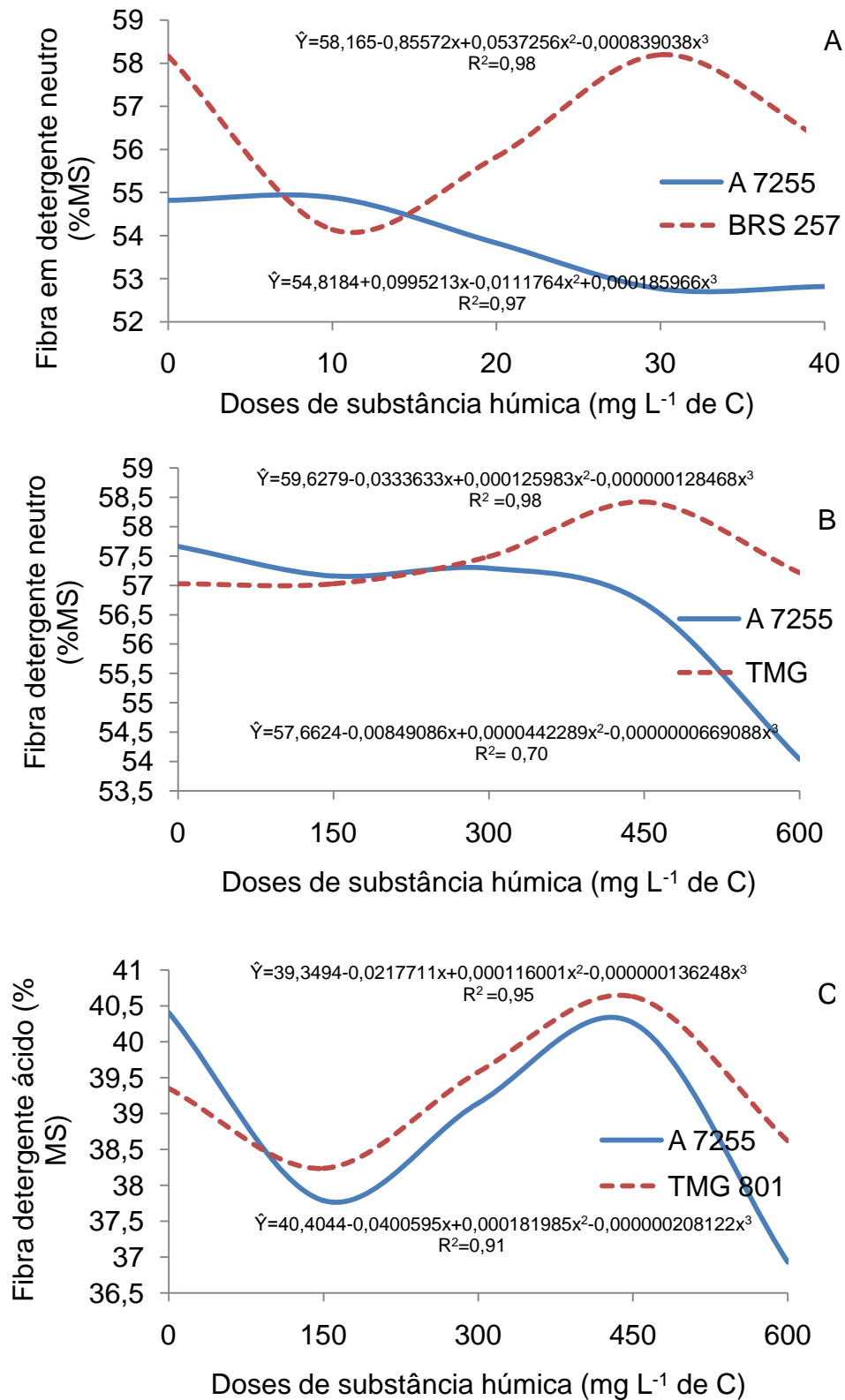


Figura 3- Efeitos das doses de substância húmica comercial sobre o teor de FDN nas cultivares A 7255 e BRS 257 no experimento 1 (A) e efeitos das doses de substância húmica comercial sobre o teor de FDN e FDA nas cultivares A 7255 e TMG 801 no experimento 2 (B e C).

Em relação ao teor de FDA nas cultivares A 7255 e TMG 801, verificou-se que na dose de 150 mg L⁻¹ de C houve decréscimo do teor de FDA, mas em seguida com o aumento da dose de SHC o teor de FDA também aumentou, atingindo máximo na dose de 450 mg L⁻¹ de C.

Paulino *et al.* (2004) obtiveram 26,0% de FDA ao cultivar milho hidropônico da variedade AL Bandeirante cultivada em solução nutritiva padrão e feno de tifton como substrato. Por outro lado, valores semelhantes ao presente trabalho foram encontrados por Amorim *et al.* (2005), que trabalhando com forragem hidropônica de milho produzida sobre substrato de bagaço de cana-de-açúcar hidrolizado, grama e cama de frango encontraram respectivamente 35,4; 39,6 e 34,6% de FDA. Já, Píccolo (2012) trabalhando com os substratos bagaço de cana-de-açúcar, capim napier, e casca de café e solução nutritiva padrão encontrou valores de FDA de 33,7; 32,5 e 46,2%, respectivamente.

De maneira geral, nos dois experimentos, observou-se que o teor de proteína bruta (PB) foi alto (Tabela 7). Apesar do bagaço de cana-de-açúcar influenciar negativamente no teor de PB da forragem por apresentar apenas 1,92% de PB na matéria seca, verificou-se que o teor de proteína da forragem foi alto (Tabela 7). Isso, certamente, ocorreu pelo alto teor de PB da semente de soja que foi de 41 e 45% para a cultivar A 7255 e BRS 257, respectivamente. Vale ressaltar ainda que o sistema de hidroponia com a soja proporcionou melhoria na qualidade da forragem possibilitando a utilização do bagaço de cana-de-açúcar, pois, na média dos experimentos 1 e 2 o teor de proteína bruta foi de 20,1 e 19,8%, respectivamente (Tabela 7).

Segundo Bona Filho (2000), para que haja uma adequada reprodução e atividade bacteriana no rúmen é necessário que a dieta contenha um mínimo de 8% de proteína bruta, sendo que abaixo deste nível a digestibilidade do alimento fica comprometida por baixa atividade bacteriana. Assim, para um desempenho animal mínimo, a forragem deve possuir em sua matéria seca um mínimo de 8% de PB para atender as necessidades nitrogenadas das bactérias do rúmen.

Possenti *et al.* (2005) verificaram que a silagem de milho e girassol apresentou 9,4 e 11,6% de PB, respectivamente. Desta forma, a forragem hidropônica de soja em bagaço de cana-de-açúcar tem mais proteína (Tabela 7) que silagens reconhecidas como de boa qualidade.

No experimento 1, houve efeito significativo das cultivares avaliadas, da SHC e da SNP sobre o teor de proteína bruta (Tabela 7). Enquanto, no experimento 2 ocorreu efeito significativo somente das doses de SHC sobre o teor de proteína bruta nas cultivares A 7255 e TMG 801 (Figura 4).

A cultivar A 7255 apresentou teor de 3,6% a mais de proteína bruta do que a cultivar BRS 257 (Tabela 7). Este resultado está relacionado ao maior comprimento da parte aérea e do sistema radicular observado na cultivar A 7255 (Tabela 1 e 2). De acordo com Van Soest (1994), as folhas apresentam maior teor de proteína bruta e menores teores de FDN, FDA e lignina que os caules ou colmos apresentando, portanto, maior digestibilidade.

Tabela 7 – Efeito das cultivares, da substância húmica comercial e da solução nutritiva padrão sobre o teor de proteína bruta (PB %) nos experimentos 1 e 2.

Experimento 1							
Cultivar de soja	Doses de Substâncias Húmicas (mg L⁻¹ de C)					Média	Solução Nutritiva
	0	10	20	30	40		
A 7255	21,6	21,1	21,9	22,5	22,6	21,9Ab	24,9a
BRS 257	17,7	17,6	18,0	20,8	17,6	18,3Ba	17,5a
Média	19,6	19,3	19,9	21,6	20,1	20,1	21,2
CV 11,35							
Experimento 2							
Cultivar de soja	Doses de Substâncias Húmicas (mg L⁻¹ de C)					Média	Solução Nutritiva
	0	150	300	450	600		
A 7255	20,5	19,9	18,8	20,1	20,8	20,0Aa	21,0a
TMG 801	19,0	20,1	20,0	20,6	18,4	19,6Aa	19,6a
Média	19,7	20,0	19,4	20,3	19,6	19,8	20,3
CV 9,57							

As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste F, respectivamente, em nível de 5% de probabilidade

Araujo *et al.* (2008) verificaram que, em média, as densidades de semeadura de 1,0 a 2,5 kg m⁻² de milho resultaram em 11,88% de PB. Enquanto Crevelari (2011) obteve teor de proteína bruta em torno de 5,9 e 6,7 ao utilizar densidade de semeadura de milho de 1,5 e 2,0 kg m⁻², respectivamente e bagaço

de cana-de-açúcar como substrato. Piccolo (2012) obteve teores médios de PB na MS de 2,23; 10,28 e 5,77% ao utilizar bagaço de cana-de-açúcar, casca de café e capim napier como substrato, respectivamente e cultivo de milho.

Müller *et al.* (2005) avaliaram a composição bromatológica de gramíneas anuais produzidas em sistema de cultivo hidropônico, e observaram que o milho destacou-se por apresentar maiores teores de proteína bruta 18,26%. Já Garcia *et al.* (2008) avaliaram a produção de forragem hidropônica de milheto, milho e sorgo aos 16 dias e obtiveram 5,26; 3,68 e 5,70 % de PB, respectivamente.

No experimento 1, a cultivar A 7255 apresentou teor de proteína 3,0% maior ao utilizar a SNP em comparação às médias das doses de SHC (Tabela 7). Certamente esses efeitos estão relacionados a uma melhor nutrição vegetal, devido à maior absorção de nutrientes pelas plantas que receberam a solução nutritiva padrão.

Manhães (2012) obteve em média 5,5% de proteína bruta ao utilizar concentrações de vinhoto na fertirrigação, densidade de semeadura de milho de 1,5 e 2,0 kg m⁻² e bagaço de cana-de-açúcar como substrato.

Observou-se que na cultivar A 7255 os maiores teores de PB foram obtidos na dose de 600 mg L⁻¹ de C (Figura 4). Enquanto na cultivar TMG 801 obteve-se o maior teor de PB com a dose estimada de 350 mg L⁻¹ de C (Figura 4).

Lima *et al.* (2008) avaliaram diferentes proporções de capim elefante e silagem de soja na produção de volumosos e verificaram que ao utilizar 80% de capim elefante verde picado + 20% de silagem de soja obtiveram 9,8% PB, enquanto ao utilizar 20% de capim elefante verde picado + 80% de silagem de soja obtiveram 18,2% de PB, com aumento de 8,4% de PB. Pinto (2009) avaliou a qualidade da silagem de grãos úmidos de diferentes espécies e observou que a porcentagem de PB do girassol, milheto, milho e sorgo foi de 19,6; 14,6; 13,8 e 10,8%, respectivamente. Riqueira (2007) verificou que o teor de PB da silagem de soja e milho foi de 20,1 e 7,93%, respectivamente.

Com base nos resultados dos experimentos 1 e 2, observou-se que a combinação entre plantas de soja, sementes não germinadas e bagaço de cana-de-açúcar melhorou a qualidade da forragem, já que os teores de proteína bruta foram altos (Tabela 7) e os teores da fibra em detergente ácido e neutro (Tabelas 5 e 6) se apresentaram dentro dos limites aceitáveis para uma forragem.

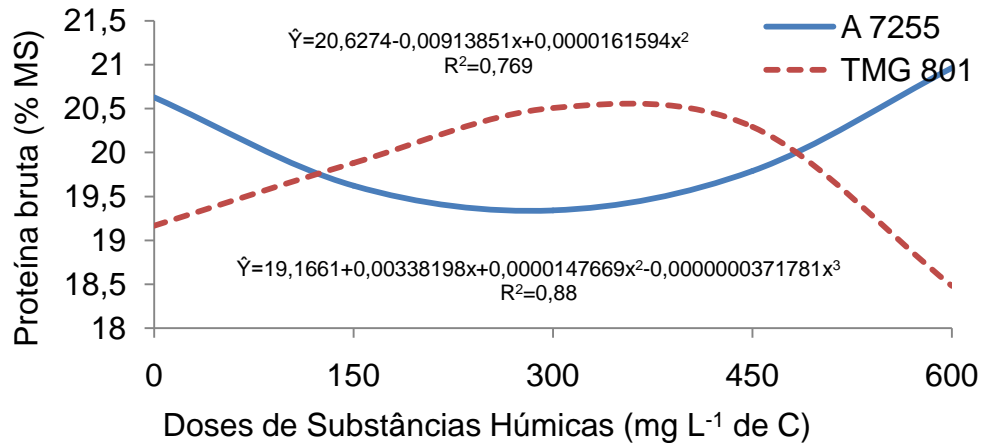


Figura 4– Efeitos das doses de substância húmica comercial sobre o teor de proteína bruta, no experimento 2.

CONCLUSÕES

- Na forragem com BRS 257 a (SNP) proporcionou 1,1 e 0,2 kg m⁻² a mais nos pesos da matéria fresca e seca do que as médias das doses de (SHC);
- Não ocorreu efeito significativo das (SHC) sobre os pesos da matéria fresca e seca;
- A cultivar A 7255 cultivada com doses mais elevadas de (SHC) proporcionou em média 0,42 kg m⁻² a mais de peso da matéria fresca, em relação ao peso obtido com a (SNP);
- Na TMG 801, em média, as doses elevadas de (SHC) resultaram em 0,61 e 0,13 kg m⁻² a mais de matéria fresca e seca do que a obtida com (SNP);
- Não houve diferença significativa entre o efeito da (SHC) e da (SNP) sobre o teor de FDA;
- Na forragem com A 7255 a (SNP) proporcionou FDN 1,70% menor do que a média das doses mais baixas de (SHC);
- Em TMG 801, em média, as concentrações mais altas de (SHC) proporcionaram FDN 1,80% menor do que a (SNP);
- Na forragem com A 7255 os maiores teores de PB foram obtidos na dose de 600 mg L⁻¹ de C;

- Para a forragem com TMG 801 obteve-se o maior teor de PB com a dose estimada de 350 mg L⁻¹ de C;
- A combinação entre plantas de soja, sementes não germinadas e bagaço de cana-de-açúcar melhorou a qualidade da forragem, proporcionando teor de proteína bruta alta e teores da fibra em detergente ácido e neutro dentro dos limites aceitáveis para uma forragem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, A. C., Resende, K. T., Medeiros, A. N., Ribeiro, S. D., Araújo, J. A. C. (2005) Composição bromatológica e degradabilidade in situ da planta de milho. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Zootecnia Tropical, 23 (2): 105-119.
- Araujo, V. da. S., Coelho, F. C., Cunha, R. C. V., Lombardi, C. T. (2008) Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e vinhoto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 7 (3): 251-264.
- Bellaver, C., Snizek Junior, P. N. (1999) Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: Congresso Brasileiro de Soja. Londrina: Embrapa Soja, p.183-199.
- Bona Filho, A., Canto, M. W. do. (2000) Qualidade nutricional das plantas forrageiras. 25p.
- Crevelari, J. A. (2011) Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana de açúcar, com diferentes densidades de semeadura e diluições de vinhoto. (Trabalho Monográfico) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 34p.
- Evangelista, A. R.; Resende, P. M.; Maciel, G. A. (2003) Uso da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na forma de forragem. Lavras: UFLA, 36p.
- FAO. Forraje verde hidropônico, Santiago, (2001). (Oficina Regional de La FAO para América Latina y el Caribe, Manual técnico).
- 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, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, 79p.

- Garcia, R. J., Ferreira, I., Alves, M. J. F., Alves, S. J. F. (2008) Produção de forragem hidropônica em diferentes espécies de gramíneas e épocas de colheita. *Revista Intercursos*, FEIT/UEMG — campus de Ituiutaba, 7 (1): 49-55.
- Gullo, M. J. M (2007) Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 59p.
- Lima, J. A. de. Cunha, E. A. da. Brito, F. de. O., Calvo, C. O., Iapichinis, J. E. C. B., Rodrigues, C. F. de. C. (2008) Silagem de soja no enriquecimento de dietas à base de capineira. V Congresso Nordeste de Produção Animal - Aracaju-SE 3p.
- Manhães, N. E. (2012) Produção de forragem hidropônica de milho em bagaço de cana-de-açúcar, com diferentes concentrações de vinhaça e densidades de semeadura. (Trabalho Monográfico) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 59p.
- Mertens, D. R. (2001) Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. *in: Simpósio Internacional em Bovinos de Leite*, 2, Lavras: UFLA-FAEPE, p.25-36.
- Missão, M. R. (2006) Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangendo mercado. *Revista de Ciências Empresariais*, 3 (1): 7-15.
- Mota, F. S. da (1983) Condições climáticas e produção de soja no sul do Brasil. *In: Vernetti. F. J. Planta, clima, pragas moléstias e invasoras*. 1. ed. Fundação Cargil, p 93-125.
- 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.
- Müller, L., Santos, O. S. dos, Manfron, P. A., Medeiros, S. L. P., Haut, V., Neto, D. D., Menezes, N. L. de. Garcia, D. C. (2006) Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36 (4): 1094-1099.
- Neves, A. L. A. (2009) Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal. Viçosa, CPT. 242p.

- 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.
- Piccolo, M. A. (2012) Forragem verde hidropônica de milho produzida em substratos orgânicos, utilizando água residuária de bovino. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 87p.
- Pinto, R. S. (2009) Qualidade da silagem de grãos úmidos de diferentes espécies. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Jataí – GO, Universidade Federal de Goiás – UFG, 21p.
- Possenti, R. A., Junior, E. F., Bueno, M. S., Bianchini, D., Leinz, F. F. (2005) Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. *Ciência Rural*, Santa Maria, 35 (5): 1185-1189.
- Rezende, P. M. de. Carvalho, E. R., Passos, A. M. A. dos. Martinez, R. A. S (2012) Épocas de semeadura e cultivares de soja na produção de forragem. *Biosci. J.*,Uberlândia, 28 (4): 557-565.
- Riqueira, J. P. S. (2007) Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte. Dissertação (Mestrado) - Viçosa–MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV-MG, 51p.
- 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.
- Rosa, C. M. da. Castilhos, R. M. V., Vahl, L. C., Castilhos, D. D., Pinto, L. F. S., Oliveira, E. S., Leal, O. dos. A. (2009) Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *phaseolus vulgaris*. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:959-967.
- Roversi, T. (2004) Efeito do condicionamento fisiológico sobre o desempenho de sementes para produção de forragem hidropônica. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 113p.

- SAEG. Sistemas para análises estatísticas, 7.0. (2009). Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV/DBG, Homepage: <http://www.ufv.br/saeg/>. Acesso em: 08/01/2013.
- Santos. P. C. dos. (2012) Ácidos húmicos, brassinosteroide e fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de abacaxizeiro. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 61p.
- Silva, R. M. da.Jablonski, A., Siewerdt., L. Silveira Júnior., P. (1999) Crescimento da parte aérea e do sistema radicular do milho cultivado em solução nutritiva adicionada de substâncias húmicas. *Rev. Bras. de Agrociências*, 5 (2):101-110.
- Silva, R. M. da.Jablonski, A., Siewerdt, L., Silveira Júnior, P (2000) Desenvolvimento das raízes do azevém cultivado em solução nutritiva completa, adicionada de substâncias húmicas, sob condições de casa de vegetação. *Rev. bras. zootec.*, 29 (6):1623-1631.
- Silva, R. M. da.Jablonski, A., Siewerdt., L. Silveira Júnior., P. (2000) Desenvolvimento das raízes do milheto (*pennisetum glaucum* L.) cultivado com adição de substâncias húmicas. *Rev. Bras. de Agrociência*, 6 (2): 152-156.
- Silva, D. J., Queiroz, A. C. de. (2002) *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 235p.
- Van Soest, P.J. (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Cornell University Press, 476p.
- Zorzan, M. H. S. (2006) Avaliação da qualidade de forragem hidropônica de centeio, cevada e ervilhaca. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 53p.

RESUMOS E CONCLUSÕES

O Objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes cultivares de milho e de soja e doses de substâncias húmicas na produtividade e qualidade de forragem hidropônica utilizando o bagaço de cana-de-açúcar como substrato. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Laboratório de Fitotecnia na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (LFIT-UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ. Foram realizados quatro experimentos, sendo dois com milho e dois com soja. Os experimentos seguiram a um arranjo fatorial ($2 \times 5 + 2$), cujos fatores e níveis foram: No primeiro experimento utilizou-se duas variedades de milho BR 106 e UENF 506-11 e cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹ C. Já no segundo experimento utilizou-se duas variedades de milho BR 106 e AG 1051 e cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 150, 300, 450 e 600 mg L⁻¹ C na fertirrigação, os dois tratamentos adicionais foram as variedades de milho cultivadas em solução nutritiva padrão (SNP). No primeiro experimento com soja utilizou-se as seguintes variedades A 7255 e BRS 257 e cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹ C na fertirrigação. No segundo experimento com soja utilizou-se duas variedades BRS 257 e TMG 801 e cinco doses de substâncias húmicas comerciais (SHC) 0, 150, 300, 450 e 600 mg L⁻¹ C na fertirrigação, os dois tratamentos adicionais foram as variedades de soja cultivadas em solução nutritiva padrão (SNP). A densidade de semeadura utilizada foi de 1,0 kg m⁻². A colheita dos experimentos foi realizada 15

dias após a emergência. Posteriormente foram avaliadas as seguintes características: comprimento da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR), peso da matéria fresca (MF) e seca (MS), e fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB). As concentrações de (SHC) não apresentaram efeito significativo sobre o peso da matéria fresca da forragem. Ocorreu acréscimo de $0,095 \text{ kg m}^{-2}$ na produção de matéria seca na média das cultivares BR 106 e AG 1051, com a aplicação da (SHC) na proporção de 600 mg L^{-1} de C, além de que esta dose proporciona forragem com menor teor de FDN. Em média, as concentrações de (SHC), no intervalo de 0 a 40 mg L^{-1} de C proporcionaram 2% a menos de FDA, na forragem contendo a cultivar UENF 506-11 e de 2,6% FDN, na BR 106 do que a (SNP). Em média, as concentrações de (SHC), no intervalo de 0 a 600 mg L^{-1} de C, proporcionaram FDA 1,7% menor na forragem com a cultivar AG 1051, do que a (SNP). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) não se apresentaram dentro dos valores considerados satisfatórios para uma forragem de boa qualidade. Enquanto os teores de fibra em detergente ácido (FDA) estão dentro dos níveis aceitáveis para uma forragem de boa qualidade. A hidroponia com milho no bagaço de cana-de-açúcar melhorou a qualidade da forragem. Na forragem com BRS 257 a (SNP) proporcionou 1,1 e $0,2 \text{ kg m}^{-2}$ a mais nos pesos da matéria fresca e seca do que as médias das doses de (SHC). Não ocorreu efeito significativo das (SHC) sobre os pesos da matéria fresca e seca. A cultivar A 7255 cultivada com doses mais elevadas de (SHC) proporcionou em média $0,42 \text{ kg m}^{-2}$ a mais de peso da matéria fresca, em relação ao peso obtido com a (SNP). Na TMG 801, em média, as doses elevadas de (SHC) resultaram em 0,61 e $0,13 \text{ kg m}^{-2}$ a mais de matéria fresca e seca do que a obtida com (SNP). Não houve diferença significativa entre o efeito da (SHC) e da (SNP) sobre o teor de FDA. Na forragem com A 7255 a (SNP) proporcionou FDN 1,70% menor do que a média das doses mais baixas de (SHC). Em TMG 801, em média, as concentrações mais altas de (SHC) proporcionaram FDN 1,80% menor do que a (SNP). Na forragem com A 7255 os maiores teores de PB foram obtidos na dose de 600 mg L^{-1} de C. Para a forragem com TMG 801 obteve-se o maior teor de PB com a dose estimada de 350 mg L^{-1} de C. A combinação entre plantas de soja, sementes não germinadas e bagaço de cana-de-açúcar melhorou a qualidade da forragem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrolatino. Disponível em: <http://www.agrolatino.com.br/produtos/agrolmin.asp>. Acessado em: 01/02/2012.
- 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.
- Amorim, A. C., Resende, K. T., Medeiros, A. N., Ribeiro, S. D., Araújo, J. A. C. (2005) Composição bromatológica e degradabilidade in situ da planta de milho. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, *Zootecnia Tropical*, 23 (2): 105-119.
- Andriguetto, J. M. (2005) *Nutrição animal*. V. 2. São Paulo: Nobel, 425p.
- Araujo, V. da. S., Coelho, F. C., Cunha, R. C. V., Lombardi, C. T. (2008) Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e vinhoto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 7 (3): 251-264.
- Barros, M. G. de O., Kardec, J. A., Ventura Junior, E. F., Silva, J. S. C. da Falcão, F. P., Barboza, K. da. S (2009) Produção de canteiros hidropônicos de suporte forrageiro para alimentação de pequenos ruminantes na agricultura familiar. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R1196-1.pdf>. Acesso em 18 de fevereiro de 2012.
- Baxter, H. D.; Montgomery, M. J., Owen, J. R. (1984) Comparison of soybean-grain sorghum silage with corn silage for lactating cows. *Journal Dairy Science*, 67 (1): p.88-96.

- Bellaver, C., Snizek Junior, P. N. (1999) Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: Congresso Brasileiro de Soja. Londrina: Embrapa Soja, p.183-199.
- Benites, V. de. M., Polidoro, J. C., Menezes, C. C., Beta, M. (2006) Aplicação foliar de fertilizante organo mineral e soluções de ácido húmico em soja sob plantio direto. Circula Técnica, nº 35. Rio de Janeiro, RJ. 6p.
- Bona Filho, A., Canto, M. W. do. (2000) Qualidade nutricional das plantas forrageiras. 25p.
- Campêlo, J. E. G., Oliveira, J. C. G. de. Rocha, A. da. S., Carvalho, J. F. de. Moura, G. C., Oliveira, M. E. de. Silva, J. A. L. da. Moura, J. W. da. S., Costa, V. M., Uchoa, L. de. M. (2007) Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (2): 276-281.
- Canechio Filho, V. (1985) Cultura de milho. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 38p.
- Canellas, L. P., Zandonadi, D. B., Médici, L. O., Pérez, L. E. P., Olivares, F. L., Façanha, A. R. (2005) Bioatividade de substâncias húmicas-ação sobre o desenvolvimento e metabolismo das plantas *In*: Canellas, L. P., Santos, G. de. A. Humosfera: tratado preliminar dobre química das substâncias húmicas.ed. do autor. Campos dos Goytacazes-RJ: p 224-243.
- Carrão-Panizzi, M. C. (2007) Modificações genéticas para melhorar a qualidade de grãos de soja utilizados no processamento industrial. In: congresso latino-americano de óleos e gorduras, 12., Florianópolis: Palestras & trabalhos científicos.CD-ROM. Palestra. Biblioteca(s): CNPSO (PL CD 0182 UPC).
- Carrão-Panizzl, M. C., Pipolo, A. E. (2007) Cultivares de sojas especiais para alimentação humana. Londrina: Embrapa Soja, 1 Folder.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, segundo levantamento, novembro 2012, Brasília: Conab, 2012.
- Crevelari, J. A. (2011) Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana de açúcar, com diferentes densidades de semeadura e diluições de vinhoto. (Trabalho Monográfico) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 34p.
- Deminicis, B. B., Vieira, H. D., Jardim, J. G., Araújo, S. A. do. C., Neto, A. C., Oliveira, V. C. de., Lima, E. da. S. (2009) Silagem de milho - Características

agronômicas e considerações. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 10 (2): 1-6.

Duarte, J. de. O. (2010) Cultivo do milho. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>. Acessado em 10/09/2010.

Durães, F. O. M. (2007) Limitações fisiológicas do milho nas condições de plantio nas regiões tropicais baixas. Disponível em: http://www.infobios.com/Artigos/2007_1/limitemilho/index.htm. Acesso em: 06/03/2013.

Donald, I. W. & Werner, A.C.J. (1975) Digestion and metabolism in the Ruminant. University of New England Bull. Omit. 602 p.

Evangelista, A. R.; Resende, P. M.; Maciel, G. A. (2003) Uso da soja [*Glycine max (L.) Merrill*] na forma de forragem. Lavras: UFLA, 36p.

FAO. Forraje verde hidropônico, Santiago, (2001). (Oficina Regional de La FAO para América Latina y el Caribe, Manual técnico).

Fialho, E. T., Oliveira, P. A. V. da., Barbosa, H. P., Abreu, J. L. M., Giroto, A. F. (1991) Utilização de soja tostada para suínos em crescimento e terminação. Comunicado técnico, Concórdia, SC: 1-2.

Foloni, L. L., Souza, E. L. C. (2010) avaliação do uso de ácido húmico na redução do uso de herbicidas pré- emergentes na cana planta. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, Ribeirão Preto – SP, 2056-2060.

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, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, 79p.

Garcia, R. J., Ferreira, I., Alves, M. J. F., Alves, S. J. F. (2008) Produção de forragem hidropônica em diferentes espécies de gramíneas e épocas de colheita. *Revista Intercursos*, FEIT/UEMG — campus de Ituiutaba, 7 (1): 49-55.

Gullo, M. J. M (2007) Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 59p.

- Gobetti, S. T. C., Neumann, M., Oliveira, M. R., Oliboni, R (2011) Produção e utilização da silagem de planta inteira de soja (*Glicine max*) para ruminantes. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, Guarapuava (PR), 7 (3): 603-616.
- Henriques, E. R. (2000) Manual de produção-forragem hidropônica de milho. Uberaba: FAZU, 15 p.
- Kazama, R., Zeoula, L. M., Prado, I. N. do., Silva, D. C. da., Ducatti, D., Matsushita, M (2008) Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, 37 (2): 350 – 357.
- Lima, J. A. de Cunha, E. A. da Brito, F. de O., Calvo, C. O., Iapichinis, J. E. C. B., Rodrigues, C. F. de C. (2008) Silagem de soja no enriquecimento de dietas à base de capineira. V Congresso Nordeste de Produção Animal I- Aracaju-SE 3p.
- 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.
- Maynard, L. A., Loosli, J. K., Hintz, H. F., Warner, R. G. (1984) *Nutrição Animal*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. 726p.
- Manhães, N. E. (2012) Produção de forragem hidropônica de milho em bagaço de cana-de-açúcar, com diferentes concentrações de vinhaça e densidades de semeadura. (Trabalho Monográfico) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 59p.
- Mertens, D. (1992) Nonstructural and structural carbohydrates. In: VAN HORN, H. H. e C. J. WILCOX, (Ed.) *Large Dairy Herd Management*. An. Dairy Sci. Assoc., Champaign, IL. p. 219-235.
- Mertens, D. R., Broderick, G. A.; Simons, R. (1994) Efficacy of carbohydrate sources for improving utilization of N in alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, 77 (1): 240.
- Mertens, D. R. (2001) Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. *in: Simpósio Internacional em Bovinos de Leite*, 2, Lavras: UFLA-FAEPE, p.25-36.
- Missão, M. R. (2006) Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangendo mercado. *Revista de Ciências Empresariais*, 3 (1): 7-15.

- Mota, F. S. da (1983) Condições climáticas e produção de soja no sul do Brasil. *In: Verneti. F. J. Planta, clima, pragas moléstias e invasoras*. 1. ed. Fundação Cargil, p 93-125.
- 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.
- Müller, L., Santos, O. S. dos, Manfron, P. A., Medeiros, S. L. P., Haut, V., Neto, D. D., Menezes, N. L. de Garcia, D. C. (2006) Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36 (4): 1094-1099.
- Nannipieri, P., Greco, S., Dellágnola, G., Nardi, S. (1993) Proprietá biochimeche e fisiologiche della sostanza orgânica. *In: Nannipieri, P. Ed. Ciclo della sostanza orgânica nel suolo: aspect agronomici, chimici, ecologici, selviocolturali*. Bologna, Patron, p. 67-78.
- Neves, A. L. A. (2009) Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal. Viçosa, CPT. 242p.
- Nussio, L. G., Susin, I., Mendes, C. Q., Amaral, R. C do (2009) Estratégias para garantir eficiência na utilização de cana-de-açúcar para ruminantes. *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, João Pessoa, 3 (4): 27-33.
- 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.
- Piccolo, M. A. (2012) Forragem verde hidropônica de milho produzida em substratos orgânicos, utilizando água residuária de bovino. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 87p.
- Pinto, R. S. (2009) Qualidade da silagem de grãos úmidos de diferentes espécies. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Jataí – GO, Universidade Federal de Goiás – UFG, 21p.
- Possenti, R. A., Junior, E. F., Bueno, M. S., Bianchini, D., Leinz, F. F. (2005) Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. *Ciência Rural*, Santa Maria, 35 (5): 1185-1189.

- Reichardt, K. (1993) Controle da irrigação do milho. Campinas: Fundação Cargill, 20p.
- Reis, R. A.; Rodrigues, L. R. A. (1993) Valor nutritivo de plantas forrageiras. Jaboticabal, 26 p.
- Riqueira, J. P. S. (2007) Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte. Dissertação (Mestrado) - Viçosa–MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV-MG, 51p.
- 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.
- Rosa, C. M. da. Castilhos, R. M. V., Vahl, L. C., Castilhos, D. D., Pinto, L. F. S., Oliveira, E. S., Leal, O. dos. A. (2009) Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *phaseolus vulgaris*. *R. Bras. Ci. Solo*, 33: 959-967.
- Roversi, T. (2004) Efeito do condicionamento fisiológico sobre o desempenho de sementes para produção de forragem hidropônica. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 113p.
- Rezende, P. M. de. Carvalho, E. R., Passos, A. M. A. dos. Martinez, R. A. S (2012) Épocas de semeadura e cultivares de soja na produção de forragem. *Biosci. J.*, Uberlândia, 28 (4): 557-565.
- SAEG. Sistemas para análises estatísticas, 7.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV/DBG, 2009. Homepage: <http://www.ufv.br/saeg/>. Acesso em: 08/01/2013.
- Sampaio, L. M. B., Sampaio, Y., Costa, E. de. F. (2006) Mudanças políticas recentes e competitividade no mercado internacional de soja. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Brasília, 44 (3): 383 – 411.
- Santos. P. C. dos. (2012) Ácidos húmicos, brassinosteróide e fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de abacaxizeiro. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 61p.

- Sediyama, M.A.N., Garcia, N.C.P., Vidigal, S. M., Matos, A.T. de (2000) Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. *Scientia Agrícola*, 57: 185 -189.
- Silva, D. J., Queiroz, A. C. de. (2002) *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 235p.
- Silva, R. M. da. Jablonski, A., Siewerdt., L. Silveira Júnior., P. (1999) Crescimento da parte aérea e do sistema radicular do milho cultivado em solução nutritiva adicionada de substâncias húmicas. *Rev. Bras. de Agrociências*, 5 (2):101-110.
- Silva, R. M. da. Jablonski, A., Siewerdt, L., Silveira Júnior, P (2000) Desenvolvimento das raízes do azevém cultivado em solução nutritiva completa, adicionada de substâncias húmicas, sob condições de casa de vegetação. *Rev. bras. zootec.*, 29 (6):1623-1631.
- Silva, R. M. da. Jablonski, A., Siewerdt., L. Silveira Júnior., P. (2000) Desenvolvimento das raízes do milheto (*pennisetum glaucum* L.) cultivado com adição de substâncias húmicas. *Rev. Bras. de Agrociência*, 6 (2): 152-156.
- Silva, R. M. da. (2001) Produção e qualidade da alface hidropônica cultivada com adição de substância húmica. Tese (Metalurgia Extrativa) - Porto Alegre – RGS, Universidade Federal Rio Grande do Sul – UFRGS, 166.
- Siqueira, T. V. de (2004) o ciclo da soja: desempenho da cultura da soja entre 1961 e 2003. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 20: 127-222.
- Souza, O., Santos, I. E. do (2002) Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar pelos ruminantes. Comunicado Técnico, Aracaju, 07: 1 – 2.
- Teixeira, F. A., Pires, A. V., Nascimento, P. V. N (2007) Bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. *REDVET. Revista eletrônica de Veterinária*, VIII (6) 1695-7504.
- Van Soest, P.J. (1994) Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University Press, 476p.
- Vieira, P. F., Caldara, F. R., Andrade, G. A., Rezende, A. V., Gioso, M. M., Leira, M. H., Villela, H. H. (2008) Digestibilidade da matéria seca e proteína bruta do resíduo seco de padaria em ovinos. *ARS VETERINARIA*, Jaboticabal, 24 (1): 53-58.
- Zorzan, M. H. S. (2006) Avaliação da qualidade de forragem hidropônica de centeio, cevada e ervilhaca. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 53p.

APÊNDICE



Figura 1A. Implantação do experimento com milho.



Figura 2A. Implantação do experimento com soja.