



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E DA QUALIDADE
BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM DE MILHO
HIDROPÔNICO PRODUZIDA COM DIFERENTES
FERTILIZANTES**

DAVI CAIXETA DE MATOS

ERIC DE CASTRO TEIXEIRA

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Dezembro/2016
Brasília-DF

DAVI CAIXETA DE MATOS

ERIC DE CASTRO TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E DA QUALIDADE
BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM DE MILHO HIDROPÔNICO
PRODUZIDA COM DIFERENTES FERTILIZANTES**

Orientador: Prof. Dr. MARCELO FAGIOLI

Trabalho de conclusão de curso para
graduação em agronomia, apresentado à
Faculdade de agronomia e Medicina
Veterinária da Universidade de Brasília,
como requisito para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Dezembro/2016
Brasília-DF

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV
Curso de Agronomia

Avaliação do rendimento e da qualidade bromatológica da forragem de milho hidropônico produzida com diferentes fertilizantes

Davi Caixeta de Matos

Matricula: 11/0114043

Eric de Castro Teixeira

Matricula: 11/0115848

Trabalho de conclusão de curso submetido à Banca Examinadora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília, para aprovação como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Marcelo Fagioli

Universidade de Brasília - UnB

(Orientador)

M.Sc. Éder Stolben Moscon

Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia – Unb

(Examinador)

M.Sc. Nayara Carvalho

Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia – Unb

(Examinadora)

Dezembro/2016
Brasília-DF

FICHA CATALOGRÁFICA

Matos, Davi Caixeta; Teixeira, Eric de Castro.

AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E DA QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM DE MILHO HIDROPÔNICO PRODUZIDA COM DIFERENTES FERTILIZANTES.

Davi Caixeta Matos; Eric de Castro Teixeira; Orientação: Marcelo Fagioli. – Brasília, 2016.

Monografia de Graduação – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016. 28f.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MATOS, D. C.; TEIXEIRA, E. C. AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E DA QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM DE MILHO HIDROPÔNICO PRODUZIDA COM DIFERENTES FERTILIZANTES. Trabalho de graduação (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária,, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2016, 28 p.

Cessão e Direitos: É cedida a Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de graduação, tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor se reserva os outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Davi Caixeta de Matos

CPF: 090128476-99

SMPW quadra 25 conjunto 4 lote 11 casa D

CEP: 71.745-504 Brasília-DF, Brasil.

Telefones (61) 98198-5891

Eric de Castro Teixeira

CPF: 028923611-84

SH Vicente Pires rua 10 Chácara 155 casa 43

CEP: 72.007-275 Brasília-DF, Brasil.

Telefones: (61)99662-5583

Davi Caixeta de Matos: Dedico este trabalho aos meus pais, familiares e amigos pela força e apoio concedidos durante o período acadêmico.

Eric de Castro Teixeira: Dedico aos meus familiares, namorada e amigos, por todo apoio e suporte ao longo da jornada acadêmica e durante todos os momentos da minha vida.

Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Davi Caixeta de Matos:

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pelas ricas bênçãos em minha vida.

A meu pai Osmar e minha mãe Olinda, meu cunhado Julimar e minha irmã Débora pela ajuda e incentivo em todos os aspectos.

Ao meu orientador, Marcelo Fagioli pela oportunidade, apoio e ensinamentos.

Prof.^a Aline Mondini Calil Racanicci pela oportunidade de utilização do laboratório de nutrição animal.

A todos meus amigos que me auxiliaram na vida acadêmica com destaque ao Eric pela parceria na realização deste trabalho.

A todos que me encorajaram durante minha formação, sem os quais não obteria êxito.

Eric de Castro Teixeira:

Agradeço primeiramente a Deus.

Aos meus familiares, em especial meus pais Ernani e Sêmia, minha irmã Camilla, meus avós Antônia e João, pelo suporte e incentivo.

Ao meu orientador, Marcelo Fagioli, pela orientação, apoio e confiança.

À minha namorada Anna Alice, pelo carinho e companheirismo.

Aos meus amigos, em especial ao Davi, pelo trabalho em equipe e apoio.

À Universidade de Brasília e seu corpo docente.

Agradeço ao Eder e a Nayara, da Banca Examinadora, pela disponibilidade, auxílio e atenção.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO	4
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Histórico da hidroponia	3
3.2 Vantagens e desvantagens do cultivo hidropônico	4
3.3 A utilização da hidroponia no cultivo de forragem de milho.....	5
3.4. Nutrição da planta: macro e micronutrientes.....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS	9
4.1 Local de instalação.....	9
4.2 Materiais e insumos utilizados.....	9
4.3 Soluções nutritivas utilizadas no experimento	9
4.4 Desenvolvimento do experimento.....	10
4.5 Análises bromatológicas.....	13
4.6 Análise estatística.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6. CONCLUSÕES	19
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

RESUMO

A escassez de forragem verde no período seco é um grande entrave na produção animal, por essa necessidade, são desenvolvidas várias formas para produzir volumosos de qualidade para esse período crítico. Nesse contexto, o cultivo de milho hidropônico parece ser uma técnica interessante e vantajosa. Desta maneira, o objetivo desse trabalho foi avaliar o rendimento e qualidade bromatológica da forragem de milho hidropônico produzida com diferentes fertilizantes formulados utilizados na solução nutritiva. Foram dispostas 16 frações de lona preta 200 μ , para construção de canteiros com 2 m² cada, onde foi colocada uma camada de casca de arroz com 1,5 cm, utilizada como substrato. Em seguida foi semeado 2 kg de grãos de milho e coberto com 3 cm de casca de arroz. Nos quatro primeiros dias foram utilizados regas apenas com água. Do 5º ao 12º dias foi realizado a fertirrigação uma vez ao dia, nos últimos 3 dias a rega foi apenas com água, totalizando 15 dias. Os canteiros foram divididos em 4 tratamentos: T1) 04-14-08, T2) 20-05-20, T3) Ureia, T4) Testemunha, com 4 parcelas cada, exceto a testemunha os outros tratamentos receberam 500 g de fertilizante por 100 Litros de água na mesma proporção. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados. Os resultados indicaram que todos os tratamentos mostraram ser viáveis para a produção de biomassa e que a qualidade bromatológica da forragem de milho hidropônico apresenta valores satisfatórios para o uso na alimentação animal, principalmente pelo teor de proteína.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; forragem hidropônica; alimento para a seca.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o agronegócio brasileiro vem sofrendo grandes modificações objetivando a conservação dos recursos naturais e a eficiência no seu uso. Para isto diversos avanços tecnológicos vêm sendo estudados e desenvolvidos para garantir a sustentabilidade do setor.

Dentre as formas de produzir alimentos, a forragem hidropônica é um grande avanço tecnológico na alimentação animal, pois pode ser produzida durante todo o ano e ofertada aos animais em qualquer fase de desenvolvimento. No Brasil é utilizada principalmente na bovinocultura, ovinocultura e caprinocultura como suplemento da dieta animal, principalmente nos períodos de seca, em que há escassez de alimento volumoso verde.

O milho, *Zea mays L.* se destaca como uma das culturas mais utilizada para a produção de forragem hidropônica devido à facilidade de acesso aos grãos ou sementes de milho e a amplitude climática em que pode ser cultivado. A colheita ocorre em cerca de 12 a 15 dias e apresenta alta produtividade. Sua utilização é muito interessante por usar espaço reduzido, ter baixo custo de produção e alto valor nutritivo comparando-se com silagem de milho ou rações formuladas, além da facilidade de produção

As soluções nutritivas específicas para hidroponia podem ser de difícil acesso ou apresentar alto custo, assim a utilização de fertilizantes comerciais como solução nutritiva busca facilitar o uso da técnica de produção de forragem hidropônica e diminuir os custos ao produtor.

2. OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção e qualidade bromatológica da forragem de milho hidropônico produzida com diferentes fertilizantes formulados como alternativa na alimentação animal na época da seca.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Histórico da hidroponia

De acordo com a etimologia, o termo hidroponia (do grego: hydro = água e ponos = trabalho) quer dizer trabalho com água, no entanto, significa o conjunto de técnicas empregadas para cultivar plantas sem o uso do solo, de forma que os nutrientes minerais essenciais são fornecidos às plantas na forma de uma solução nutritiva (NETO; BARRETO, 2011).

Essa técnica começou em 1699, com o pesquisador John Woodward, em que o mesmo cultivou uma planta da família da menta em diferentes águas: chuva, rio, enxurrada, e água com um pouco de terra (CARMELLO, 1997). Segundo Douglas (1987), John Woodward não obteve progresso devido à limitação pela falta de equipamento adequado, até que durante os anos de 1859 e 1865, Julius e Von Sachs verificaram que era possível criar plantas na ausência total de terra ou esterco sob condições cuidadosamente controladas, adicionando proporções balanceadas de adubos químicos na água.

A partir desta descoberta diversos pesquisadores começaram a utilizar a técnica do cultivo sem solo em laboratório. Segundo Douglas (1987), Willian F. Gericke, professor da Universidade da Califórnia, foi o responsável por transformar a técnica do cultivo sem solo em uma técnica de campo e batiza-la de hidroponia. Após os avanços de Gericke, há relatos de que o exército americano utilizou a técnica para a produção de alimentos no ano de 1939 (DOUGLAS, 1987; SCHUBERT, 1981), e desde então com novas pesquisas e novos avanços diversos países, incluindo o Brasil passaram a possuir utilização comercial das técnicas de hidroponia.

Segundo Resh (1997), a hidroponia é uma ciência jovem, sendo utilizada como atividade comercial há apenas 40 anos. Nesse curto período de tempo a técnica foi adaptada a diversas situações: nutrientfilmtechnique (NFT), denominada técnica do fluxo laminar de nutrientes; deepfilmtechnique (DFT), denominada floating; em substrato; e, aeroponia, sistema em que as raízes das plantas ficam suspensas recebendo água e nutrientes por atomizadores. A estrutura básica para este sistema de cultivo é o tanque de solução nutritiva,

conjunto moto-bomba, tubulação de distribuição de solução nutritiva, canais de cultivo, tubulação coletora e temporizador (STAFF, 1998).

No Brasil, o cultivo hidropônico em escala comercial vem crescendo de forma rápida, destacando-se os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, que vêm desenvolvendo pesquisas pioneiras para a implantação da hidroponia (SANTOS, 2000). Atualmente, a produção comercial já atinge grandes escalas, de forma que é relativamente fácil encontrar alimentos hidropônicos em mercados de grandes cidades.

3.2 Vantagens e desvantagens do cultivo hidropônico

O cultivo hidropônico é bastante promissor, devido a uma série de vantagens que apresenta em relação ao cultivo tradicional a campo e mesmo ao cultivo protegido, no solo (FAQUIN; FURLANI, 1999). Atualmente, a técnica continua promissora, porém já é uma realidade, com diversos sistemas de produção comerciais espalhados pelo país.

Dentre as vantagens do cultivo hidropônico, Faquin e Furlani (1999) destacam o uso de pequenas áreas para a produção, obtenção de elevadas produtividades, possibilidade de cultivo durante todo o ano, produção de produtos de boa qualidade com melhores preços no mercado, exigência pequena do uso de defensivos agrícolas, uso eficiente e econômico de água e fertilizantes, ausência de salinização e contaminação por patógenos, ausência da necessidade de rotação de culturas e controle de plantas daninhas.

Neto e Barreto (2012) acrescentam que a hidroponia traz um melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas, redução no ciclo da cultura e maior produtividade, redução em alguns tratamentos culturais, redução de riscos climáticos, produção fora de época, produção próximo ao consumo e rápido retorno do capital. Segundo Alberoni (1998) o cultivo hidropônico ainda pode apresentar uma menor necessidade de mão de obra e maior tempo de prateleira. Segundo Brito Neto et al. (2015) os sistemas mais modernos de hidroponia automatizados podem apresentar uma economia de 70% de uso de água em relação a cultivos convencionais.

Entretanto, existem algumas características dos sistemas de cultivo hidropônicos que podem ser consideradas desvantagens. Segundo Neto e Barreto (2012), com o conhecimento prévio e medidas racionais, algumas das desvantagens podem ser superadas.

Algumas desvantagens do cultivo hidropônico são: o custo inicial de implantação é elevado, exige um alto grau de tecnologia e acompanhamento permanente do sistema, dependência de energia elétrica ou de sistema alternativo e fácil disseminação de patógenos pelo sistema pela própria solução nutritiva (FAQUIN; FURLANI, 1999).

Neto e Barreto (2012) apontam o custo técnico elevado, a exigência de conhecimento técnico mais efetivo, a exigência de mão de obra especializada, o risco de perda por falta de energia elétrica, prejuízo por contaminação de água por patógenos e necessidade de acompanhamento constante do sistema como as principais desvantagens. Alberoni (1998) ainda aponta a necessidade de possuir um gerador energia próprio como outra desvantagem do sistema hidropônico.

A hidroponia apresenta custo inicial elevado, mas a principal desvantagem talvez seja a necessidade de conhecimento técnico, que varia de acordo com a cultura e com o aporte tecnológico do produtor. Muitos cultivos hidropônicos não obtêm sucesso devido, principalmente, a falta de conhecimento dos aspectos nutricionais da planta (MARTINEZ; SILVA FILHO, 2006).

3.3 A utilização da hidroponia no cultivo de forragem de milho

Uma das técnicas de hidroponia utilizadas no Brasil consiste na produção de forragem verde hidropônica. Esta técnica tem como objetivo obter rapidamente, a baixo custo e de forma sustentável, uma biomassa vegetal, com sanidade, limpa e de alto valor nutritivo para alimentação animal (FAO, 2001). A produção de forragem hidropônica, para nutrição animal, vem tendo aplicação crescente e boa aceitação dos pecuaristas no Brasil, devido as seguintes vantagens: o ciclo é curto; independe das condições agroclimáticas; apresenta alta produtividade; dispensa o uso de agrotóxico; dispensa os

investimentos para ensilagem, fenação ou armazenamento; além dos custos de instalação e produção serem baixos (ANDRADE NETO et al., 2002).

Recentemente, a técnica foi adaptada para a produção de volumoso de milho, para servir de alimento a bovinos, na época da seca. (ARAUJO et al., 2008). Segundo Campêlo (2007), a técnica consiste no plantio do milho em sistema de hidroponia em canteiros preparados com os substratos e uso de fertirrigação. Segundo Piccolo et al. (2013), os substratos utilizados na hidroponia têm por objetivo principal a fixação do sistema radicular, mas, precisam apresentar características importantes, como: baixo custo, disponibilidade na propriedade, pH entre 5,6 e 7,0, baixa concentração de sais, volume estável, capacidade de armazenamento de água e de ar. Há relatos do uso de diversos substratos diferentes, como casca de arroz, capim elefante, casca de café, bagaço de cana de açúcar entre outros.

A forragem pode ser administrada aos rebanhos em sua totalidade (sementes, folhas, caules, raiz e substrato) e apresenta características de aspecto, sabor, cor e textura que lhe conferem grande palatabilidade, o que favorece o aumento da ingestão de outros alimentos (CAMPÊLO, 2007). A forragem assim produzida pode ser fornecida para gado leiteiro e de corte e também, poderá ser destinado à suplementação alimentar de aves, equinos, suínos, peixes, ovinos e caprinos.

As regiões Nordeste e Centro-oeste do Brasil têm como característica climática, grandes períodos de seca. Segundo Campêlo (2007), neste cenário a pecuária perde competitividade e, torna-se impossível mantê-la dependente do crescimento natural das pastagens. A produção de forragens por hidroponia constitui alternativa para o uso em pequenas e médias propriedades com dificuldades para manter a produção de volumosos de forma regular ao longo do ano (AMORIM et al., 2000).

3.4. Nutrição da planta: macro e micronutrientes

A análise elementar da matéria seca da planta mostra que cerca de 90% do total de elementos corresponde ao C, O e H; o restante, aos minerais (FAQUIN, 2005). A presença de um nutriente na análise química não é o bastante para demonstrar a sua essencialidade, tendo em vista que as plantas podem absorver elementos essenciais, benéficos e tóxicos. Segundo Arnon e Stout (1939), para determinar a essencialidade de um elemento é necessário atender aos seguintes critérios:

- Na ausência do elemento, a planta não completa a fase vegetativa ou reprodutiva do seu ciclo de vida.
- O elemento não pode ser substituído por outro na prevenção ou na correção da deficiência porque ele é específico.
- O elemento deve estar envolvido diretamente na nutrição da planta e não ter a possibilidade de efetuar a neutralização de alguma condição química ou microbiológica desfavorável do solo ou de outro meio de cultivo.

Segundo (FAQUIN, 2005), além do C, O e H (orgânicos), treze elementos (minerais) são considerados essenciais para o desenvolvimento das plantas, sendo estes divididos por aspectos puramente quantitativos em dois grupos:

- Macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S
- Micronutrientes: B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn

Outros elementos podem ser importantes para o desenvolvimento das plantas, porém ainda não há na literatura condições para caracterizá-los como essenciais, Marschner (1986) inclui nesta categoria o sódio, silício, cobalto, níquel, selênio e alumínio.

A Tabela 1 apresenta o histórico das descobertas e demonstrações de essencialidade dos elementos químicos orgânicos e minerais (macronutrientes e micronutrientes).

Tabela 1. Descoberta e demonstração da essencialidade dos elementos

Elemento	Descobridor	Ano	Demonstração da essencialidade	Ano
C	-	-	De Saussure	1804
H	Cavendish	1766	De Saussure	1804
O	Priestley	1774	De Saussure	1804
N	Rutherford	1772	De Saussure	1804
P	Brand	1772	Ville	1860
S	-	-	Von Sachs, knop	1865
K	Davy	1807	Von Sachs, knop	1860
Ca	Dany	1807	Von Sachs, knop	1860
Mg	Dany	1808	Von Sachs, knop	1860
Fe	-	-	Von Sachs, knop	1860
Mn	Scheele	1744	McHargue	1922
Cu	-	-	Sommer, Lipman&Kinnon	1931
Zn	-	-	Sommer&Lipman	1926
Mo	Hzeltm	1782	Arnon & Stout	1939
B	Gay Lussac&Thenard	1808	Sommer&Lipman	1926
Cl	Schell	1774	Broyeret al	1954

Fonte: Faquin (2005).

No cultivo hidropônico, ou seja, na ausência de solo, as soluções nutritivas são responsáveis pelo fornecimento de nutrientes minerais para as plantas. A solução nutritiva é o meio pelo qual os nutrientes previamente dissolvidos em água são colocados à disposição das plantas e, é tida como uma das partes mais importantes de todo o sistema hidropônico, sendo que o mau uso desta pode acarretar sérios prejuízos para as plantas (MARTINEZ; SILVA FILHO, 2006).

Não existe uma solução nutritiva que seja única para todas as espécies vegetais, mesmo que todas as plantas necessitem dos mesmos nutrientes, estes são exigidos em concentrações diferentes por cada espécie (PÍCCOLO, 2012). Segundo Resh (1997), a solução nutritiva apropriada deve conter no mínimo todos os nutrientes, em quantidades equilibradas de acordo com as necessidades da cultura.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de instalação

O experimento foi realizado em propriedade particular no endereço SMPW Quadra 25, Conjunto 4, Lote 11. Park Way, Distrito Federal, localizada a 15° 53' de latitude Sul e 47° 54' de longitude Oeste, e a 1030 metros de altitude.

4.2 Materiais e insumos utilizados

Para realização desse experimento foram utilizados os seguintes materiais:

- Lona preta dividida em 16 partes iguais com dimensões de 2,20 m x 1,20 m.
- Tijolos de cimento para firmar a lona e determinar sua área, colocando um tijolo em cada ponta e dois no centro nas laterais, totalizando 6 tijolos por canteiro.
- 14 sacos de casca de arroz que foram utilizados como substrato.
- 64 kg de grãos comerciais de milho.
- Balança da marca Filizola com capacidade até 150 kg para pesar os canteiros completos.
- Balança de precisão para pesar as gramas de adubo necessários para fertirrigação diária.
- 1 tambor 200 L para embebição das sementes por 24 horas.
- Liquidificador para melhor diluição do adubo em água.
- Balde de 20 L onde foi diluído 80 g em 16 L d'água para cada tratamento, diariamente, no período determinado para realizar a fertirrigação.
- 1 regador com capacidade de 5 L.
- 1 mangueira para realizar as irrigações ao longo do dia.

4.3 Soluções nutritivas utilizadas no experimento

Foram implantados 16 canteiros, divididos em 4 tratamentos com 4 repetições de cada tratamento. Um dos tratamentos foi utilizado como

testemunha onde foram realizadas irrigações apenas com água durante todo o ciclo. As soluções nutritivas dos outros 3 tratamentos foram elaboradas com a utilização dos fertilizantes T1) 04-14-08, T2) 20-05-20 e T3) Ureia, onde foram diluídos 500 g de cada fertilizante para 100 L d'água. As soluções nutritivas eram diluídas diariamente, momentos antes das fertirrigações, aplicando 2 litros da solução por m².

4.4 Desenvolvimento do experimento

O experimento foi instalado no dia 24 de setembro e colhido no dia 9 de outubro de 2016, totalizando 16 dias se contarmos as 24 horas que os grãos ficaram embebidos antes do plantio.

Para instalação do experimento foi escolhida uma área com terreno livre de imperfeições (lisa) e com leve declividade para não ocorrer o acúmulo de água no substrato. Feito isso foram distribuídas as 16 lonas na área, cada uma com 2,20 m x 1,20 m deixando 10 cm de sobra em cada lateral, já que o substrato foi colocado em 2 m x 1 m. Primeiramente uma camada de casca de arroz com cerca de 1,5 cm foi colocada sobre a lona, e molhada para receber os grãos de milho que estavam embebidos em água por 24 horas.

Foram utilizados 2 kg de grãos por m², ou seja, 4 kg por canteiro (2 m²) e uma nova camada de casca de arroz de 2 a 3 cm para cobrir bem os grãos, já que o milho só germina no escuro.

Durante a realização do experimento a temperatura média registrada foi por volta de 33° C e a umidade em torno de 15%, nas horas mais quentes do dia. Foram realizadas 4 irrigações por dia com o intuito de não deixar faltar umidade ao sistema, nos horários de 7, 11, 14 e 17 horas. Nos dias 3 e 4 de outubro (9º e 10º dia do experimento) ocorreu uma precipitação, não sendo necessárias as irrigações complementares, durante todo o dia. A partir do quinto dia, demos início a fertirrigação realizada por volta de 18 horas, com 4 litros das soluções nutritivas por canteiro, ou 2 litros por m². As soluções nutritivas foram elaboradas a partir da diluição dos adubos em água, com o auxílio de um liquidificador para perfeita quebra do granulado, principalmente dos grânulos de fósforo, os quais são mais resistentes.

A fertirrigação foi finalizada no 12º dia, e após essa data as irrigações complementares continuaram até no 15º dia, quando foram colhidos todos os canteiros e pesados. Em cada canteiro foi retirada uma amostra de 10 cm x 10 cm, as quais foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA), localizado na Fazenda Água Limpo (FAL), propriedade da Universidade de Brasília, para realização das análises bromatológicas descritas.



Figura 1. Vista das parcelas experimentais



Figura 2. Canteiro de forragem de milho hidropônico



Figura 3: Colheita da forragem de milho hidropônico

4.5 Análises bromatológicas

No dia 10 de outubro de 2016 as amostras retiradas dos 16 tratamentos foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA), da FAL, para serem submetidas a diversos procedimentos para determinação de matéria seca (MS), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), sílica (SI) e Lignina (LIG).

A determinação da MS se faz necessário quando realizamos a análise de alimentos. Sua importância se dá uma vez que a preservação do alimento pode depender do teor de umidade presente no mesmo. Além disso, quando é realizada a comparação entre dois, ou mais, alimentos devemos levar em consideração seus respectivos teores de MS, pois para efeito de cálculo essa comparação deve ser feita como se os alimentos apresentassem 100% de MS (SILVA; QUEIROZ, 2002). Para a determinação dos valores de MS foi realizada inicialmente uma pré-secagem das amostras, onde as mesmas permaneceram em temperatura ambiente por um período de 24 horas. Após a pré-secagem foi realizada a secagem definitiva, onde o alimento foi triturado e levado posteriormente a estufa por um período de 16 horas a uma temperatura de 100-105° C.

A fibra bruta é a parte dos carboidratos encontrada após a digestão do alimento em uma solução ácida, seguida por uma digestão básica. A análise da FB não gera valores muito confiáveis para efeito de cálculo nas formulações de dietas, devido a seus drásticos métodos de digestões (SALMAN et al., 2010). A amostra foi submetida a digestão ácida (H_2SO_4 – 1,25%) durante trinta minutos, e após isso lavada e submetida a digestão básica (NaOH – 1,25%) durante o mesmo período, sendo ambas digestões realizadas em autoclave.

Os dados de Material Mineral são utilizados para indicar os valores médios dos elementos minerais presentes nas amostras. Os teores de MM não apresentam valores relevantes quando se trata de produtos vegetais, pois os valores encontrados fornecem poucas informações de sua composição (SILVA; QUEIROZ, 2002). A partir desses valores podemos fazer a estimativa da quantidade média de matéria orgânica presente na amostra, e a partir das cinzas, os teores de cálcio e fósforo. O teor de MM se deu a partir do resíduo

existente, após as amostras foram submetidas a um aquecimento sob temperatura de 600°C por um período de 4 horas em mufla.

O valor de PB é determinado indiretamente a partir dos valores encontrados de nitrogênio total (N) da amostra, onde existe um fator de conversão para transformar o valor de N em proteína bruta, fator esse que é igual a 16% de N na proteína das plantas (CAMPOS et al., 2004). Para determinação da PB foi utilizado o método Kjeldahl, que consiste em 3 passos: primeiro, digestão da amostra em ácido sulfúrico; segundo, destilação da amônia; e terceiro quantificação da amônia por titulação.

O FDA faz parte da parede celular das forrageiras, sendo a parte menos digestível pelo os microrganismos ruminais constituídas basicamente por lignina e celulose (SALMAN et al., 2010). A determinação de FDA foi realizada com a utilização do determinador de fibra modelo TE-149 (Tecnal®), onde as amostras foram pesadas e colocadas em sacos de TNT (tecido não tecido) para a digestão, juntamente com a solução para digestão do FDA.

Existem substâncias não carboidratadas que resistem à digestão dos ruminantes, essas substâncias são classificadas de um modo geral como lignina bruta. Suas características podem variar de planta para planta, e outro fator importante é a maturidade em que as plantas se encontram. A lignina bruta de forragens, geralmente, contém outras substâncias, além de lignina verdadeira, tais como, taninos condensados, polímeros de Maillard, cutina, etc., todos considerados tão indigeríveis quanto a lignina verdadeira (MIZUBUTI et al., 2009). A sílica pode ser utilizada como marcadores internos pelos alimentos, o uso desse marcador é importante para quantificar o consumo e excreção fecal de um alimento e com base nesses parâmetros determinar sua digestibilidade média (SALMAN et al., 2010). O método utilizado para a determinação de sílica e lignina foi o método sequencial, onde o resíduo do FDA foi aquecido a 600° C em mufla e a lignina foi queimada, restando apenas sílica.

4.6 Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo software “ASSISTAT”, versão 7.7 beta (SILVA, 2014).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos ao rendimento de biomassa produzida de milho hidropônico pelos tratamentos estão apresentados na Tabela 2 em kg/m² e em t/ha.

Tabela 2. Valores médios de rendimento, em kg/m² e em t/ha, de biomassa produzida de milho hidropônico pelos tratamentos utilizando diferentes fontes de fertilização na fertirrigação (Agronomia/UnB, 2016).

TRATAMENTO	RENDIMENTO	
	Kg/m ²	t/ha
T1) 04-14-08	17,91 a ¹	179,13 a
T2) 20-05-20	18,56 a	185,5 a
T3) Ureia	17,87 a	178,75 a
T4) Testemunha	17,45 a	173,13 a
Teste F p/ Tratamento	0,56 ^{NS}	0,53 ^{NS}
Teste F p/ Bloco	0,99 ^{NS}	0,99 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	2,70	25,38
CV (%)	6,81	6,42

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valores não significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F.

Não houve incremento significativo no rendimento de biomassa com uso de diferentes fontes de fertilização em comparação com a testemunha ($P>0,05$). Os resultados apresentados se mostraram superiores ao rendimento encontrado por Rocha et al. (2014), 16,58 kg/m² no 15º dia, e inferiores aos resultados encontrados por Andrade Neto et al. (2002) de aproximadamente 20 kg/m² no 15º dia utilizando hidroponia com esgoto tratado e Araújo et al. (2008) de 26,28 kg/m² com solução nutritiva e 34,02 kg/m² com uso de vinhoto de cana de açúcar no 20º dia. Segundo Andrade Neto (2002), a produtividade de forragem de milho hidropônico depende principalmente da qualidade das sementes utilizadas, que devem apresentar germinação superior a 80%. O rendimento encontrado no experimento pode ter sido influenciado pela

qualidade das sementes utilizadas, tendo em vista que foram utilizados grãos de milho e não sementes.

Os resultados de matéria seca (MS), Lignina (LIG), fibra bruta (FB), fibra digestível em ácido (FDA), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios de matéria seca (MS), lignina (LIG), fibra bruta (FB), fibra digestível em ácido (FDA), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM), dados em %, de biomassa produzida de milho hidropônico pelos tratamentos utilizando diferentes fontes de fertilização na fertirrigação (Agronomia/UnB, 2016).

TRATAMENTO	MS	LIG	FB	FDA	PB	MM
	----- % -----					
T1) 04-14-08	29,46 a ¹	15,01 a	30,28 a	57,26 a	5,12 a	12,17 a
T2) 20-05-20	27,99 ab	15,98 a	27,15 a	54,36 a	6,32 a	11,52 a
T3) Uréia	27,70 ab	14,97 a	26,24 a	53,18 a	4,22 a	8,74 b
T4) Testemunha	24,70 b	15,37 a	33,70 a	52,69 a	3,05 a	10,66 ab
Teste F	4,06*	0,12 ^{NS}	1,68 ^{NS}	1,57 ^{NS}	2,16 ^{NS}	6,29**
DMS (5%)	4,15	5,59	10,97	6,84	3,96	2,49
CV (%)	7,21	17,39	17,80	5,99	40,33	11,03

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valores não significativos; *valor significativo a 5% de probabilidade e **valor significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

O teor de MS dos tratamentos foi influenciado pelo uso de diferentes fontes de fertilizantes na fertirrigação ($P < 0,05$). O Uso de fertilizante 04-14-08 consistiu em um acréscimo de 19,27% de MS em relação a testemunha, enquanto os tratamentos com uso de 20-05-20 e Uréia tiveram um acréscimo de 13,32% e 12,13% respectivamente. Segundo Rocha et al. (2014), a densidade de semeadura e a quantidade de substrato pode influenciar no teor de MS, o que não ocorreu nos tratamentos.

O melhor teor de PB encontrado foi de 6,32% no T2 20-05-20, enquanto todos os outros tratamentos tiveram médias inferiores a 6%. Segundo Rocha et al. (2014), o alimento fornecido a ruminantes deve conter teor de PB acima de

6%, Campêlo (2007) aponta a casca de arroz como um substrato com baixa retenção de nitrogênio comparado a outros substratos, a precipitação que ocorreu no período do experimento pode ter favorecido o lixiviamento do nitrogênio adicionado pela solução nutritiva. Ainda assim, o teor de PB do T2 foi superior ao encontrado por Rocha et al. (2014) de 5,14%, e inferior ao teor encontrado por Campêlo (2007) de 7,59%.

Os teores de LIG, MM e PB e FDA de maneira geral são elevados e não apresentam grandes variações significativas, com exceção da MM que foi inferior aos demais no T3 e na Testemunha ($P < 0,05$). Os teores de MM e LIG foram superiores e o teor de FDA foi inferior aos resultados encontrados por Rocha et al. (2014). Por outro lado, o MM e FDA foram superiores aos resultados encontrados por Campêlo (2007). Segundo Rocha et al. (2014), os teores de FDA, MM e LIG são influenciados pela casca de arroz, que apresenta alto teor destes elementos podendo prejudicar a qualidade nutricional da forragem.

Tabela 4. Composição Bromatológica média de outros alimentos normalmente usadas para consumo animal (Agronomia/UnB, 2016).

Ingrediente	Forragens Verdes					Volumosos Secos		
	Milho hidropônico	Milho Verde	Sorgo	Cana de Açúcar Madura	Capim Elefante	Milho palha seca	Sorgo forragem seca	Capim elefante seca
PB%	4,68	2	1,5	1,9	2,6	2,5	6,2	6,9
FB%	29,34	5,1	6,6	8,9	6	28,2	25,1	34
MM%	10,77	1,2	2	1,8	1,9	2,9	7,1	9,8

Fonte: Fraga et al., (2009)

De posse da análise bromatológica, para proteína bruta, fibra bruta e matéria mineral ou cinzas das forragens volumosas mais utilizadas na alimentação animal, podemos compará-las com a forragem de milho hidropônico a qual se mostra superior a maioria dessas forragens, tornando esta uma opção bastante interessante para alimentação animal, seja pelo valor nutricional, baixo custo ou rapidez de disponibilidade.

6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados obtidos, pode-se afirmar que:

1. Todos os tratamentos mostraram ser viáveis para uma alta produção de biomassa.
2. A qualidade bromatológica da forragem de milho hidropônico apresenta valores satisfatórios para o uso na alimentação animal, principalmente pelo teor de proteína.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERONI, R. B. **Hidroponia: como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo – alface, rabanete, rúcula, almeirão, chicória, agrião.** São Paulo: Nobel, 102p(1998).

AMORIM, A.C.; RESENDE, K.T.; MEDEIROS, A.N. et al. **Produção de milho (Zeamays) para forragem, através de sistema hidropônico.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2000, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, 2000. (CDROM).

ANDRADE NETO, C. O., MELO FILHO, C. P., MOURA, L. R. B., MIRANDA, R. J. A., PEREIRA, M. G., MELO, H. N. S., LUCAS FILHO, M. 2002. **Hidroponia com Esgoto Tratado – Forragem Hidropônica de Milho.** 8p. In: VI SIMPÓSIO ITALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2002, Vitória. Anais do VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória, ES: ABES/ANDIS, (CD ROM, Trab. II-081).

ARAÚJO, V. 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.

ARNON, D. I. & STOUT, P. R. **The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper.** Plantphysiol, Washington, 14 : 371-375, 1939.

BRITO NETO, A. J. B et al. **Monitoramento de um Cultivo Hidropônico através de um Circuito de Automação e Controle.** Ciências exatas e tecnológicas. Maceió. v. 3. n.1. p. 105-116. Novembro 2015.

CAMPÊLO, J.E.G. (2007) **Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos.** Revista Brasileira de Zootecnia, 36 (2):276-281.

CAMPOS, F. P. de; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos.** Piracicaba: FEALQ, [2004]. 135 p.

CARMELLO, Quirino A.C. **Cultivo hidropônico de plantas** /Quirino A.C. Carmello.

DOUGLAS, J. S. **Hidroponia, Cultura sem Terra.** 6 ed., São Paulo, SP, Nobel, 1987.

FAO – Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y la alimentación. (2001) **Manual técnico forrage verde hidropónico.** Santiago, Chile, 55p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de Plantas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.

FLORES, Z; URDANETA, G.; MONTES J. 2004. **Densidad de siembra de maíz (Zeamays) para producción de forraje verde hidropónico**. Memorias XII Congreso Ven. Producción e Industria Animal. (Resumo), p.136.

FAQUIM V.; FURLANI P. R.1999. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC. 52p. (Boletim técnico, 180).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 647p.

MARTINEZ, H.E.P. & SILVA FILHO, J.B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. Viçosa. UFV. 2006.

MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; PEREIRA, E. S.; RAMOS, B. M. O. **Métodos Laboratoriais de Avaliação de Alimentos para Animais**. Londrina: EDUEL, 2009. 228p.: Il.; 23cm.

NETO, E. B.; BARRETO, L. P. **As técnicas de Hidroponia**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, vols. 8 e 9, p.107-137, 2011/2012.

PICCOLO, M. A. et al . **Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos**. Revista Ceres, Viçosa, v. 60, n. 4, p. 544-551, Aug. 2013.

PÍCOLLO, M.A. **Forragem verde hidropônica de milho produzida em substratos orgânicos** dos Goytacazes. 2012.

RESH, H. (1997) **Hydroponic food productions**. 5. ed. California: Woodbridge Press Publishing Company. 527p.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Embrapa, Porto Velho/RO, Documentos, ISSN – 0103-9865. Maio, 2010.

ROCHA, R.J.S; et al. **Produtividade e Composição Química da Forragem Hidropônica de Milho em Diferentes Densidades de Semeadura no Substrato Casca de Arroz**. Revista Científica Produção Animal, v.16, n.1, p.25-31, 2014.

SANDIA. Nacional Laboratorios para New México y el Caribe. **Produccion de forraje verde hidropónico**. Disponível em: <http://www.sandia.gov/water/usmbpress/gallegosagricultura.pdf>. Acesso em: 20 de Novembro de 2016.

SANTOS O. S.; MÜLLER, L.; PIRES, C. C.; TONETTO, C. J.; MEDEIROS, S. L. P.; FRESCURA, R. B. M.; V. HAUT, V. **Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros**. Santa Maria: UFSM-CCR, 2004. 8 p. (UTSM-CCR. Informe Técnico).

SANTOS O.S. 2000. **Cultivos sem solo: hidroponia**. Centro de Ciências Rurais.

SCHUBERT, M. **Manual prático de hidrocultivo**. Barcelona: Omega S.A., 1981.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. – Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, F.A.S. **ASSISTAT versão 7.7 beta**. Campina Grande: DEAG/CTRN/UFCG, 2014. (Homepage <http://www.assistat.com>).

STAFF, H. **Hidroponia**. 2ª ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1998. 101p. (Coleção Agroindústria; v. 11).