



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DIFERENTES SOLUÇÕES NUTRITIVAS E IDADE DE CORTE SOBRE  
PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE MILHETO HIDROPÔNICO**

**PAULA ROCHA DE SANTANA**

**SALVADOR-BA**

**OUTUBRO – 2016**

**PAULA ROCHA DE SANTANA**

**DIFERENTES SOLUÇÕES NUTRITIVAS E IDADE DE CORTE SOBRE  
PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE MILHETO HIDROPÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção de Ruminantes e Forragicultura

Orientador: Dr. Vagner Maximino Leite  
Co-orientador: Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

SALVADOR-BA  
OUTUBRO- 2016

“Siga firme em busca de seus objetivos.

Quando chegares à sua vitória,

Nunca esqueça daqueles que te ajudaram.

E em você acreditaram.

Mas nunca, passe por cima de ninguém.

Pois o retorno do universo sempre vem”.

Edmundo Cavalcanti

Este trabalho é dedicado aos integrantes do laboratório de solos e nutrição de plantas e a todos que direta ou indiretamente contribuíram.

### Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

S231 Santana, Paula Rocha de.  
Diferentes soluções nutritivas e idade de corte sobre produção e valor nutritivo de milho hidropônico / Paula Rocha de Santana. – Salvador, 2016.  
43 f. ; 30 cm (inclui tabelas)

Orientador: Vagner Maximino Leite.  
Co-orientador: Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Salvador, 2016.

Bibliografia: f. 38-43

1. Cultivo hidropônico. 2. Cultivo em substrato. 3. Forragem verde. I. Título.

CDU: 636.085.51  
CDD: 641.303

**Catálogo na fonte: Maurício S.de Oliveira CRB/1-1860.**

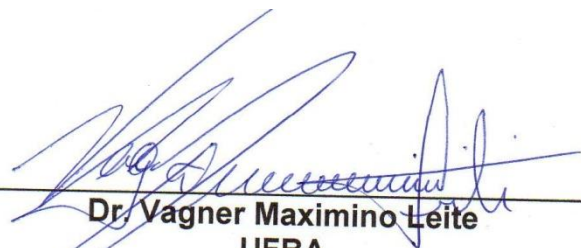
# DIFERENTES SOLUÇÕES NUTRITIVAS E IDADE DE CORTE SOBRE PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE MILHETO HIDROPÔNICO

Paula Rocha de Santana

Dissertação defendida e aprovada para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia


Salvador, 31 de outubro de 2016

Comissão examinadora:



---

**Dr. Vagner Maximino Leite**  
UFBA  
Orientador / Presidente



---

**Dra. Manuela Libânio Tosto**  
UFBA



---

**Dr. Ossival Lolato Ribeiro**  
UFRB

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:Fertilizantes e quantidades utilizadas nas formulações para as soluções estoque utilizadas no cultivo hidropônico de milho. ....	22
Tabela 2:Concentrações de nutrientes das soluções nutritivas testadas no experimento. ....	23
Tabela 3:Caracterização químico-bromatológica de sementes de milho BRS1501 e feno de Tifton 85 utilizados no ensaio experimental para produção de Forragem Verde Hidropônica. Salvador/BA.....	25
Tabela 4:Caracterização agrônômica e composição químico-bromatológica da forragem verde hidropônica de milho produzida com diferentes concentrações de soluções nutritivas e duas épocas de corte. ....	28
Tabela 5:Desdobramento da interação entre épocas de colheita e três diferentes soluções nutritivas para as variáveis perda de MS e altura de milho cultivado em sistema hidropônico em substrato de Tifton 85. ....	30
Tabela 6:Desdobramento da interação entre épocas de colheita e três diferentes soluções nutritivas em milho cultivado em sistema hidropônico em substrato de Tifton 85para as variáveis fibrosas e seus fracionamentos. ....	32
Tabela 7: Desdobramento da interação entre épocas de colheita e três diferentes soluções nutritivas em milho cultivado em sistema hidropônico em substrato de Tifton 85 para as caracterizações dos minerais.....	36
Tabela 8: Estimativa de ingestão média diária de nutrientes para ovinos em crescimento (NRC, 2007) com peso inicial de 20 kg e ganho médio diário 100 g dia-1 consumindo exclusivamente 0,630kg MS dia-1 de forragem hidropônica de milho. ....	37

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Os valores médios de máxima e mínima observados durante os dias de cultivo hidropônico de milho em estufa. ....	19
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

Ca	Cálcio
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Nitrato de cálcio
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	Cloreto de cálcio dihidrato
CEL	Celulose
Cl	Cloro
Cu	Cobre
CuSO <sub>4</sub>	Sulfato de cobre
DENS	Densidade
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNi	Fibra em detergente neutro indigestível
Fe	Ferro
FHM	Forragem hidropônica de milho
FVH	Forragem Verde Hidropônica
GMD	Ganho médio diário
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Ácido bórico
HEM	Hemicelulose
K	Potássio
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Fosfato de potássio
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de potássio
KCl	Cloreto de potássio
LIG	Lignina
MAP	Monoamônio fosfato
Mg	Magnésio
MgSO <sub>4</sub>	Sulfato de magnésio
Mn	Manganês
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	Cloreto de manganês tetra hidratado
Mol.Amo	Molibdato de amônio
MS	Matéria seca
Na	Sódio
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	Fosfato de sódio hidratado
NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de amônio
NKS	Nitro sulfato de potássio
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Nitrogênio Amoniacal
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrogênio Nítrico
P	Fósforo
N	Nitrogênio total
Zn	Zinco
ZnSO <sub>4</sub>	Sulfato de zinco

# DIFERENTES SOLUÇÕES NUTRITIVAS E IDADE DE CORTE SOBRE PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE MILHETO HIDROPÔNICO

## SUMÁRIO

1. RESUMO.....	7
2. ABSTRACT.....	8
3. INTRODUÇÃO.....	9
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
5. CULTIVO DE FORRAGEM VERDE.....	14
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
6.1 Local e Instalações.....	18
6.2 Pré-germinação e preparo do substrato.....	19
6.3 Delineamento experimental e Tratamentos.....	20
6.4 Análises.....	24
6.5 Estimativa de nutrientes consumidos.....	26
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
8. CONCLUSÃO.....	38
9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	38



## DIFERENTES SOLUÇÕES NUTRITIVAS E IDADE DE COLHEITA SOBRE PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE MILHETO HIDROPÔNICO

### 1. RESUMO

Objetivou-se avaliar diferentes concentrações de soluções nutritivas e idade de colheita sobre a produção e composição químico-bromatológica de forragem de milheto hidropônico e com isto, o potencial em atender as exigências nutricionais de ovinos. Foi delineado um experimento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, sendo 3 formulações de solução nutritiva e 2 idades de colheita (3 e 6 dias após início dos tratamentos-DAT), com 6 repetições. O milheto foi mantido em vasos plásticos de de 0,14 m<sup>2</sup>, sob casa de vegetação tipo túnel plástico. Foram elaboradas soluções nutritivas a fim de atender as exigências para ovinos em crescimento com peso inicial 20 kg e 100 g dia<sup>-1</sup> de ganho médio diário (NRC 2007). Enquanto houve diferença (P<0,05) entre épocas de colheita para a maioria da variáveis analisadas, exceto produção de Matéria Seca, PB, Na, K, P, Cu, Zn e Fe, não foram detectadas diferenças (P>0,05) entre as formulações testadas, exceto para a Matéria Mineral, Ca, Mg, Na, Zn e Fe. Houve interação significativa (P<0,05) para altura, FDN e FDA corrigidos para cinzas, celulose, matéria mineral, Ca, Mg, Na, Zn e Fe. A colheita aos 6 DAT, proporcionou maior média para as variáveis relacionadas aos componentes fibrosos, altura e matéria mineral, enquanto MS<sub>PD</sub> e CNF foram superiores aos 3DAT. A solução que atendeu a maior parte das exigências foi a proposta 1, embora não se tenha conseguido uma formulação que atendesse a todas as exigências minerais estimadas para a classe de animais referência. Concluiu-se que a concentração das soluções não interfere na bromatologia da forragem produzida, porém altera os teores minerais. Neste sentido, há potencial em se atender a demanda mineral via forragem, podendo-se ter um conceito de concentrado verde.

**Palavras-chave:** Cultivo hidropônico, Cultivo em substrato, Forragem verde

## 2. ABSTRACT

### DIFFERENT NUTRIENT SOLUTIONS AND HARVEST TIME ON PRODUCTION AND NUTRITIONAL VALUE OF HYDROPONIC MILLET

This study aimed to evaluate different concentrations of nutrient solutions and harvest time on the production and chemical composition of hydroponic forage of millet and potential supply to nutritional requirements in sheep. It was designed a randomized experiment in a factorial 3 x 2, as 3 nutrient solution formulations and 2 harvest time (3 and 6 days after beginning of treatments-DAT), with 6 replication; in plastic pots of 0.14 m<sup>2</sup>, in plastic tunnel greenhouse. The solutions were prepared to satisfy the requirements for growing sheep initially weighing 20 kg and to get 100 g day<sup>-1</sup> average daily gain (NRC, 2007). While there were differences between harvest age for all variables except DM production, CP, Na, K, P, Cu, Zn and Fe, no differences (P>0,05) were detected between the formulations tested, except for MM, Ca, Na, Cu and Zn. However, there were significant interaction to DM losses, height, MM, hemicellulose, cellulose, Ca, Mg, Na, Zn and Fe. The harvest at 6 DAT provided greater average on the variables related to the fibrous components and MM while DM<sub>PD</sub> and NFC were higher at 3DAT. The solution proposed 1 supplied most of the requirements, but Hoagland and Arnon's solution showed a lower relative cost. Although it has not achieved a formulation that supply all the minerals requirements for reference animals class, it was concluded that the concentration of the solutions does not interfere with the forage bromatology variables, although modify the mineral content. In this direction, there is potential to supply the demand by forage, being able to have a concept of green concentrated.

**Keywords:** Fresh forage, Hydroponic production, Production on substrat

### 3. INTRODUÇÃO

Os sistemas convencionais de cultivo de forragens têm seu potencial de produção limitado por demandar grandes áreas de solo e, em regiões marcadas por baixas precipitações, principalmente quando estas ocorrem de forma irregular.

Payne (2000) e Costa et al. (2006) relatam que em sistemas convencionais de produção o cultivo de milho destaca-se por ser uma planta com maior eficiência no uso da água, rápido crescimento, boa qualidade bromatológica e tolerância a altas temperaturas quando comparados com as culturas de milho e sorgo.

Mesmo com estas características, a produtividade e qualidade da forragem obtida para atender o plantel pode ser severamente afetada devido às limitações climáticas do semiárido, ou mesmo de área para produzi-las. Nestas situações, as opções tem sido ou reduzir o número de animais na propriedade ou o uso irregular de áreas de preservação para pastejo. Assim, o cultivo de forragem verde hidropônica (FVH) torna-se uma alternativa para contornar essas inadequações, por apresentar alta eficiência de utilização da água, menor tempo para a obtenção da matéria seca e ocupar pequenas áreas, sem obrigatoriedade de empregar altas tecnologias (FAO 2001). Devido ao rápido ciclo e as pequenas superfícies ocupadas, há redução nos custos de produção, já que os custos operacionais são bem menores quando comparados aos sistemas de cultivo em solo, embora apresente outros custos, como das fontes das soluções nutritivas.

A produção de forragem verde pode ser em estufa com controle de luz, umidade, temperatura e água; em estufa sem controle de umidade e temperatura; em túnel (baixo ou alto) ou ainda cultivado em canteiros diretamente ao solo, sobre lona plástica. Deve-se ressaltar a necessidade de proteção contra ataque de pássaros ou outros animais, bem como de ocorrência de chuvas, que pode saturar o substrato, afetando a produção e a qualidade da forragem produzida.

Como a produção pode ocorrer em período de baixa disponibilidade de forragem, com alta produtividade de forragem por área, normalmente de alta qualidade, pode ser fornecida in natura e proporcionar a manutenção ou até mesmo ganho de peso dos animais. Desse modo, os nutrientes presentes nas forragens têm

por finalidade atender a demanda animal, visto que a eficiência de conversão da MS em produto animal é determinante dentro de qualquer sistema.

Embora tenha-se literatura (MULLER et al 2005, MULLER et al 2006; FAO, 2001) produzida quanto a produção de forragem hidropônica de milho, as soluções utilizadas normalmente são as indicadas para milho ou mesmo de uso geral, como de Hoagland & Arnon, que foi inicialmente elaborada para tomate, e é a mais utilizada para caracterização de deficiências.

Diversas formulações de soluções, volumes e quantidades de aplicações têm sido propostas por diferentes autores, contudo a formulação e os volumes das soluções devem ser adequadas para cada cultura, já que são influenciados por inúmeros fatores que podem causar depreciações na produção de forragens através do cultivo hidropônico.

Sendo assim, foi proposto este experimento visando avaliar diferentes concentrações de soluções nutritivas e idade de colheita sobre a produção e composição químico-bromatológica de forragem hidropônica de milho e o potencial atendimento a exigências nutricionais de ovinos em crescimento.

#### **4. REVISÃO DE LITERATURA**

O cultivo de *Pennisetum glaucum* (L) no Brasil tem demanda expressiva principalmente para produção de cobertura morta no sistema de plantio direto, promovendo a manutenção da umidade e a reciclagem de nutrientes, embora também tenha importância para produção de grãos, forragem e biomassa (COSTA et al., 2005, 2006; MARCANTE et al., 2011; PIRES et al., 2007).

Sua limitada utilização na região semiárida, seja como cultura anual ou como forrageira anual, tem por justificativa a sensibilidade ao fotoperíodo da maior parte dos cultivares comerciais, o que causa encurtamento do período de crescimento vegetativo, com antecipação da floração, e conseqüentemente diminuição da produção de massa seca (SIMÃO et al., 2015).

Neste contexto, Costa et al. (2005), em experimentos realizados no Rio de Janeiro, relataram que o cultivar BRS 1501 apresentou menor sensibilidade ao fotoperíodo e boa produção de Matéria Seca, tanto para o cultivo em época das águas quanto na seca.

Segundo Payne (2000) o milheto apresenta vantagens sobre as culturas de milho e sorgo principalmente quanto a capacidade de adaptação a altas temperaturas e déficit hídrico. Costa et al. (2006) corroboram esta informação ao relatarem maior eficiência do milheto na utilização da água para produção de matéria seca, necessitando de apenas 282 g de água para a produção de 1g de MS, enquanto o sorgo e milho necessitam, respectivamente, de 320 e 370 g de água por g de MS.

Na alimentação animal o milheto pode ser utilizado para corte, pastejo direto ou ainda ser conservado na forma de feno ou silagem (CAMPÊLO et al. 2007; KOLLET et al. 2006). Aliado a adaptação da cultura, o desempenho agrônômico e nutricional o qualificam como possível substituto do milho em grão na dieta e também sua substituição as silagens de milho e sorgo na alimentação animal (VIDAL et al. 2016; GUIMARÃES JÚNIOR, 2013).

Mesmo para uma cultura tolerante, as variações climáticas que podem ocorrer durante o cultivo convencional implicam em irregularidade na qualidade e produção (RESTLE et al. 1999).

Para contornar os efeitos climáticos, a forragem hidropônica apresenta-se como uma alternativa para a produção, em situações em que as forragens cultivadas em campo teriam sérias restrições (HADDADI, 2016).

Algumas vantagens podem ser elencadas quando comparados os sistemas de cultivo em solo e o hidropônico, como:

\* Quantidade de água utilizada:

Visto que a técnica proposta utiliza em média 2 L de água para produzir 1 Kg de forragem, o que corresponde a 8 L para produção de 1 kg de matéria seca, enquanto os sistemas convencionais de plantio utilizam 635, 521, 505, 372 e 271 L de água por kg de MS produzida de aveia, cevada, trigo, milho e sorgo segundo Lopez et al. (2013).

Existe também uma variação dentre os trabalhos científicos quanto ao volume de aplicação de água e solução nutritiva. No trabalho descrito por Campêlo (2007) em cultivo de milho em diferentes substratos, nos três primeiros dias foi utilizado somente água na proporção de 6 L m<sup>-2</sup> aplicado em duas vezes, durante as fases subsequentes foram utilizados 2 L de água m<sup>-2</sup> em duas aplicações pela manhã e 2 L solução m<sup>-2</sup> em duas aplicações no período da tarde. Píccolo et

al. (2013) trabalhando também com cultivo hidropônico de milho em diferentes substratos, utilizou 4 L de solução nutritiva  $m^{-2}$  aplicada 3 vezes durante o dia.

\* Densidade de semeadura e produção:

Verifica-se uma grande variação nas recomendações e metodologias utilizadas para a produção de forragem verde hidropônica, o que permite inferir sobre a possibilidade de adaptação da técnica para cada situação. Del Castillo et al. (2013) recomendam para a produção de trigo a quantidade de 4,69 Kg  $m^{-2}$  de sementes, para um rendimento de 30,23 kg  $m^{-2}$  de MV enquanto para cevada foi recomendada 3,51 kg  $m^{-2}$ , e houve rendimento de 32,84 kg  $m^{-2}$  de forragem hidropônica, ambos com média de 10 % de MS. Para milheto, densidade de 2,5 kg de sementes  $m^{-2}$  e substrato de capim elefante seco e triturado, Muller et al. (2006) obtiveram produção de matéria verde de 13,42 kg  $m^{-2}$ , apresentando 17%MS o que corresponde a 2,28 kg  $m^{-2}$  MS com colheita realizada aos 10 dias de cultivo.

\* Tempo de cultivo:

O tempo de colheita do milheto através do método tradicional pode variar dentre as cultivares e de acordo a finalidade da produção, porém para o plantio direto o ciclo é de aproximadamente 130 dias de acordo o IAC (2004), enquanto que para o corte na floração, pode variar de 32 a 42 dias após emergência (DAE), com produções de 0,35 kg  $m^{-2}$  e 0,44 kg  $m^{-2}$ , respectivamente (BUSO et al., 2012 e COSTA et al., 2005). Para a forragem hidropônica pode-se utilizar sementes de o arroz, cevada, milho, sorgo, trigo, centeio, aveia preta e milheto, contudo os tempos das colheitas são bastante diversificados. Segundo a FAO (2015) o tempo de cultivo pode variar entre 5 a 8 dias quanto utilizadas sementes de cevada, segundo Rocha et al. (2014) utilizando sementes de milho recomenda-se a colheitas aos 15 dias, Muller et al. (2006) para o cultivo de trigo recomenda-se 8 a 12 dias e Rodriguez (2008) recomenda a 20 dias para colheita para o cultivo de arroz, milho e sorgo.

Essas variações podem ser explicadas pelas culturas e os tipos de instalações utilizados, que influenciam diretamente no tempo de cultivo (FAO 2001). No entanto, apresenta-se como um sistema de produção de grande importância devido a sua alta eficiência em relação a maximização do espaço utilizado (VILLAVICENCIO, 2014).

\* Valor nutricional:

O aporte nutricional proveniente das forragens está diretamente ligado com o estágio de maturidade das plantas, proporciona o aumento linear das frações fibrosas de acordo com a idade das plantas, favorecendo maiores frações de lenta degradação e indigestíveis, podendo influenciar no consumo animal devido ao efeito de enchimento, que é causado pela redução da taxa de passagem dos alimentos. As colheitas realizadas tardiamente causam a diluição do valor energético e proteico nas forragens. Por outro lado, existe os teores mínimos de 25 % inclusão da fibra na dieta, para que se proporcione um bom funcionamento ruminal, evitando distúrbios metabólicos (VAN SOEST, 1994; MC DONALD, 2010)

A FVH é um alimento com teores nutricionais elevados aos encontrados nas forragens em cultivo convencional em solo, que está diretamente ligado a maiores disponibilizações dos nutrientes via solução nutritiva (COMETTI et al., 2006), aliados a reduzidos tempos de colheita, enriquece o valor nutricional e o potencial de nutrientes digestíveis da forragem (LOPEZ et al .2013).

\*Desempenho animal:

Ata (2016), ao avaliar o desempenho de cordeiros alimentados com forragem verde de cevada, relata o ganho médio de 0,266 kg, enquanto os animais que recebiam a cevada em grão obtiveram ganhos de 0,191 Kg.

Espinoza et al. (2004) observaram que os bovinos com peso médio 384kg ao consumir uma dieta com 70% gramínea e 30% de forragem hidropônica de milho (FHM) obtiveram ganho médio diário por animal de aproximadamente 1,107 kg, enquanto que os animais com a dieta base somente de gramínea, este foi de 0,696 kg.

Dados descritos por Del Castillo et al. (2013) avaliando o desempenho de borregos alimentados com três dietas diferentes, chegaram à conclusão que ao alimentar os animais com forragem hidropônica, dieta a base de concentrado de sorgo e soja na proporção 4:1 e animais recebendo concentrado e 6 horas de pastejo obtiveram ganhos de 0,159 , 0,116kg e 0,132 kg dia por animal.

## 5. CULTIVO DE FORRAGEM VERDE

A forragem provinda deste cultivo pode ser ofertada a diversas espécies voltadas para produção animal (FAO, 2001; ROVERSI, 2008; VILLAVICENCIO, 2014; MULLER et al., 2006).

Podem-se utilizar sementes pré-germinadas ou secas e ainda permite a escolha de utilização do substrato (BEZERRA NETO & BARRETO, 2012; NEVES, 2008; PURQUERIO & TIVELLI, 2006).

O primeiro passo para a obtenção da FVH é a germinação das sementes, através da indução, proporcionando a homogeneidade durante o crescimento vegetativo e ciclo produtivo rápido e valores nutricionais superiores quando comparados com os cultivos convencionais segundo os resultados encontrados por FRAGA et al. (2009); EMAM, (2016).

Segundo Villavicencio (2014) o processo de germinação é a etapa mais vulnerável do cultivo de FVH, portanto a escolha adequada das sementes utilizadas é um fator importante para decidir orientações eficazes durante o manejo, de forma a se obter a homogeneidade no desenvolvimento das plantas.

O momento adequado para aplicação da água e a solução nutritiva são imprescindíveis, tornando-se limitantes a eficiência do sistema, porém, esta é variável quanto as espécies utilizadas no cultivo e do clima.

A germinação é influenciada por uma série de fatores externos e internos à semente. Dentre os fatores externos pode-se relatar disponibilidade de água, oxigênio, temperatura e luz (KERBAUY, 2004), logo a limitação ou ausência de algum destes poderá reduzir a velocidade ou a taxa de germinação que influenciará em maior tempo ou mesmo a diminuição da obtenção da plântula que afetará diretamente no acúmulo de biomassa ao final do cultivo. Dentre os fatores internos, a dormência tem significativa importância, e se ocorrer, o conhecimento de seu tipo favorecerá a tomada de ações necessárias para que se obtenha uma germinação homogênea (VILLAVICENCIO, 2014).

A indução da germinação é um dos recursos que apresenta uma grande possibilidade de uso pela praticidade aplicada ao método e principalmente pela resposta, acelerando o processo de germinação (ROVERSI, 2008). Esse processo compreende a embebição das sementes em água e posterior incubação até a emissão da radícula. Todavia, para que o processo de embebição seja eficaz, o tecido que



reveste a semente deve ser permeável à água, característica intrínseca de cada espécie vegetal (KERBAUY, 2004).

O processo de embebição envolve três fases. Na fase I ocorre a hidratação das sementes, logo o teor de água aumentará substancialmente, enquanto que a fase II é caracterizada pela estabilização no teor de água e ativação dos processos metabólicos necessários para o início do crescimento do embrião. E, assim, ocorre a emissão da radícula e conseqüentemente a mobilização do amido, proteínas e lipídios para o crescimento subsequente, na fase III. (KERBAUY, 2004; PESKE & NOVEMBRE, 2010).

As fases subsequentes são diretamente dependentes da boa e homogênea germinação inicial, que são alcançadas com a indução da germinação. O processo de embebição difere entre as espécies de acordo ao período de imersão. Roversi (2008) avaliando a imersão de sementes de milho em solução nutritiva e em água pura obteve a melhor germinação no período de imersão em água por aproximadamente 12 h, não sendo recomendados períodos de imersão superiores, pois foi observada uma correlação negativa entre o período de imersão e quantidades de plântulas normais. Este mesmo autor recomenda que a quantidade de água deva ser 2,5 vezes a massa seca de sementes, favorecendo a capacidade respiratória necessária para a emissão da radícula.

Tonetto et al. (2004); Muller et al. (2006) e Del Castillo et al. (2013) recomendam a aplicação de água nos primeiros e nos últimos dias de cultivo e neste intervalo apenas aplicação da solução nutritiva, uma vez que aplicação da solução no início da germinação pode implicar em redução das taxas de emergência e no final do cultivo o intuito é reduzir o teor de sal acumulado nas folhas e raízes, também relatadas por Roversi (2008) e Rocha et al. (2007).

Quando a FVH for obtida sem a utilização de substrato, a FAO (2001) recomenda que não seja única fonte alimentar para os ruminantes, já que os baixos teores de fibras podem comprometer o funcionamento ruminal, e , conseqüentemente, causar acidose metabólica.

Os substratos geralmente utilizados são restos culturais como bagaço de cana, casca de arroz, palha de milho, capim seco triturado e outros, de forma que toda a produção (capim seco triturado + sementes não germinadas + raízes + parte aérea) possa ser ofertada aos animais (ROCHA et al., 2014; FAO, 2001; MÜLLER et al. 2006).

A determinação do tipo de substrato e as fontes de nutrientes utilizadas para a solução nutritiva durante o processo de produção permitirá a redução nos custos de produção. O substrato deve apresentar capacidade de retenção de água para favorecer a germinação das sementes e também deve possuir porosidade para facilitar o enraizamento e sustentação, contribuindo também para a oxigenação das raízes (BEZERRA NETO & BARRETO, 2012).

Píccolo et al. (2013) destacam a importância dos substratos casca de café, capim Napier e bagaço de cana na manutenção do processo de germinação e crescimento em plantas de milho, pois observaram que no tratamento sem o substrato houve acúmulo de solução nutritiva, resultando na morte das plântulas. Esses autores também verificaram o efeito dos substratos sobre o teor de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, e verificaram que a escolha do substrato influencia diretamente a qualidade da forragem produzida.

Rocha et al. (2007), avaliando produtividade e composição bromatológica em milho cultivado em substrato de arroz utilizando 6 volumes de solução nutritiva, puderam concluir que o aumento de solução proporciona maiores produtividades de fitomassa verde, entretanto reduz os teores de fitomassa seca, dentre os tratamentos utilizados foi recomendado a utilização de 7 L m<sup>-2</sup> de solução, na qual garante a estabilização da matéria seca, associada aos teores de proteína bruta.

Müller et al. (2005; 2006) relatam a necessidade de aplicação somente da água nos primeiros três dias de cultivo, dividido em 3 regas diárias perfazendo 3-4 L de água/dia e nos dias subsequentes, foram aplicados a mesma quantidade de solução nutritiva distribuídos em três rega diárias para produzir 1 kg m<sup>-2</sup> de forragem hidropônica de milho, arroz e milho em dois tipos de substrato.

As diferenças encontradas nas recomendações tanto para água quanto para a solução nutritiva estão diretamente relacionadas com as espécies utilizadas, que possuem diferentes exigências nutricionais e as perdas que podem ocorrer dentro do sistema, como a evapotranspiração, já que perdas por lixiviação e volatilização podem ser desprezadas neste tipo de cultivo (FAO, 2001).

Locateli (2016) destaca a importância da adequação das soluções e doses para estabelecer instruções adequadas para a produção de forragem hidropônica de milho utilizando 5 concentrações para cada solução (HOAGLAN & ARNON, 1950

e FAO,2001) em dois tipos de substrato (Capim Napier e bagaço de cana de açúcar), relatando que não houve efeito dos volumes aplicados para os teores de massa fresca e seca, mas ocorreu um aumento nos teores dos minerais. Entretanto, Rocha (2007) avaliou 6 volumes de solução no cultivo de milho utilizando substrato de casca de arroz, encontrou efeitos para os volumes de solução nutritiva para os teores de MS, MV, MM, FDN e FDA.

Em cultivos hidropônicos, a assimilação dos nutrientes é equivalente à sua concentração na solução perto das raízes, sofrendo interferências do ambiente, tais como: teor de oxigênio, temperatura, umidade do ar, pH da solução nutritiva, intensidade da luz (COMETTI et al .2006).

Os fertilizantes utilizados no preparo da solução nutritiva devem ser de baixo custo, porém hidrossolúveis e apresentar alto grau de pureza (BEZERRA NETO & BARRETO, 2012; FLORES, 2009). A solução nutritiva deve ser constituída por macro e micronutrientes que promovam o desenvolvimento das plantas, promovendo o rápido crescimento e qualidade nutricional com o objetivo de suprir os requerimentos nutricionais dentro do sistema de produção, no entanto deve-se levar em consideração que cada espécie vegetal tem sua taxa de extração diferenciada, para tanto deve-se determinar uma solução específica para cada cultivo (COMETTI et al., 2006). A essencialidade dos minerais para as plantas diverge dos animais, e isto determina a busca por estratégias que consigam fornecer os elementos para as plantas se desenvolverem e simultaneamente possa suprir os requerimentos nutricionais para animais de produção. Uma vez que as exigências dos animais não são atendidas, há a necessidade de suprir através de uso de concentrados ou sal mineral. Entretanto, Van Soest (1994) preconiza que a suplementação não é a melhor solução para compensar a insuficiência nutricional diante das forragens de baixa qualidade, logo a melhor forma seria melhorar a qualidade das pastagens. Neste sentido, Mc Donald (2010) cita que o desenvolvimento satisfatório das plantas não implica que não haverá limitação na resposta animal, pois certos minerais que apresentam funções específicas nos animais não são considerados nutrientes para as plantas, e sua absorção está relacionada com a disponibilidade na solução ao redor da raiz.

Vale ressaltar que na nutrição mineral de plantas são listados 17 nutrientes essenciais como: Carbono (C), Hidrogênio (H), Oxigênio (O), Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S) como

macrominerais e como microminerais o Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), e Zinco (Zn), porém Silício (Si), Sódio (Na) e Cobalto (Co) são classificados como elementos benéficos (TAIZ E ZEIGER, 2004). Contudo o NRC (2007) destaca 14 elementos essenciais para os ovinos, os macroelementos que são representados pelo: Na, Cl, Ca, Mg, P, K e S e como microelementos o I, Fe, Cu, Co, Mn, Zn e Se.

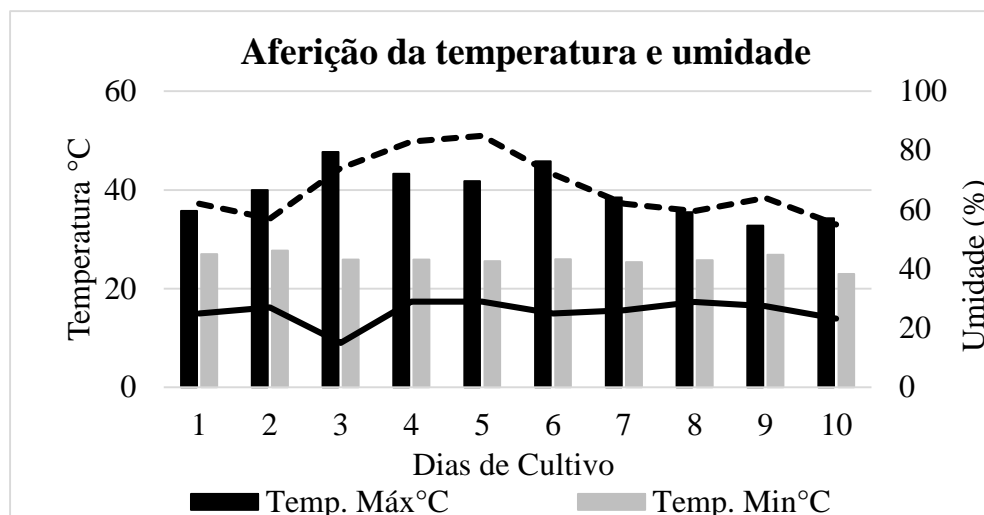
Desse modo busca-se atender a demanda animal com os nutrientes presentes na forragem, visto que a eficiência de conversão da MS em produto animal é determinante dentro de qualquer sistema.

## **6. MATERIAL E MÉTODOS**

### **6.1 Local e Instalações**

O experimento foi realizado em dezembro de 2015 na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador-BA, sob as coordenadas 12° 58' 16" S ,38° 30' 39" W e 8 m de altitude. Utilizou-se casa de vegetação em modelo de arco, com 7m de comprimento, 2,2m de altura em seu ponto mais alto e 3,5m de largura, coberta com filme de polietileno leitoso com espessura de 150µm. As bancadas para suportar as bandejas apresentavam 0,80m de altura e 0,60m de largura.

A temperatura e a umidade do ar foram monitoradas diariamente por meio de termohigrômetro de máxima e mínima aferido com bulbo negro, instalado a mesma altura dos vasos na parte intermediária da casa de vegetação. Os valores médios observados durante o experimento para temperatura máxima, mínima e umidade foram, respectivamente, de 39,9°C e 25,8°C; 67,9% e 25,6%. Para a determinação dos dias de cultivo foi levado em consideração 48h para a emergência das plântulas, que correspondem aos dias 1 e 2 , 72h de aplicação de solução correspondente aos 3 DAT e 144 h correspondente aos 6DAT, posteriormente 12h sem aplicação de solução e ou água e posteriormente a colheita como descrito no gráfico 1.



Dia 1- Implantação nos vasos  
 Dia 3- Aplicação dos tratamentos  
 Dia 7- Colheita aos 3 DAT  
 Dia 10 - Colheita aos 6 DAT

Gráfico 1: Os valores médios de máxima e mínima observados durante os dias de cultivo hidropônico de milho em estufa.

## 6.2 Pré-germinação e preparo do substrato

Para a execução do experimento, foram utilizadas sementes de milho cv. BRS 1501 e o feno de tifton 85 ambos adquiridos no comércio regional de Feira de Santana/BA. O feno foi triturado de modo a obter partículas do tamanho de dois centímetros em máquina estacionária.

Fez-se teste de germinação das sementes de milho, a fim de determinar a qualidade e capacidade germinativa em areia úmida, ao ambiente, com 100 sementes, em 3 repetições, contabilizando as sementes germinadas até 7 dias após o umedecimento, resultando em aproximadamente 90% de germinação no período. Constatada a capacidade germinativa das sementes, foram tomadas 4 amostras de onde contou-se 1000 sementes de cada uma, e as massas foram determinadas em balança analítica Marte AY220, com resultado médio de 7,66g, estando dentro dos valores médios encontrados na literatura segundo Durães et.al.(2003).

A pré-germinação das sementes foi realizada em bandejas plásticas, onde foram acondicionados 280g de sementes, proporcional a 2 kg m<sup>-2</sup> de sementes, e 700mL de água destilada, por 12h, como preconizado por Roversi (2008). O feno foi umedecido por 12h também em bandejas plásticas, colocando-se 140g de feno, equivalente a 1 kg m<sup>-2</sup> de feno e 350mL de água. Após este período, tanto o

excesso de água das sementes quanto do feno foi retirado, e as sementes foram distribuídas sobre a camada de substrato (capim de tifton 85 triturado) embebido e cada bandeja foi irrigada com 100 ml de água, utilizando pulverizador manual de 5L, previamente calibrado para tal volume. As bandejas foram, então, cobertas com lona plástica preta a fim de auxiliar a finalização do processo de germinação, sendo essa retirada após 48h, com a completa emissão do epicótilo.

### **6.3 Delineamento experimental e Tratamentos**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constando de esquema fatorial 3 x 2, sendo 3 soluções nutritivas em 2 épocas de colheita, com 6 repetições, totalizando 36 unidades experimentais (bandejas) com 0,14 m<sup>2</sup>.

As soluções foram obtidas de sais simples para adubação foliar ou fertirrigação, adquiridos na região de Juazeiro e Salvador/BA, bem como produtos puros para análise (EDTA, FeCl<sub>3</sub>.7H<sub>2</sub>O, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O, MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), devido a dificuldade de se encontrar estes produtos no comércio local. Para a elaboração das soluções estoque, os fertilizantes foram secos em estufa a 65° C, medindo-se a massa, previamente calculada de acordo com a solução desejada, em balança analítica Marte Y220 e diluídos em água destilada e o volume ajustado para 1L de solução final, exceção feita para a solução de Fe-EDTA que seguiu-se a metodologia de Furlani & Furlani (1988). A partir das soluções estoque foram tiradas alíquotas para a confecção das soluções finais (Tabelas 1 e 2).

Utilizando-se a solução de Hoagland & Arnon (1950) como base para macronutriente e a de Neves (2008) para micronutrientes, foram propostas duas soluções para verificar o potencial de cultivo de forma hidropônica afim de suprir as exigências minerais para ovinos em crescimento com peso inicial de 20 kg e ganho médio diário de 100 g. Ressalta-se que no NRC (2007) não há requerimentos para animais de 35kg com ganho de peso médio diário proposto, portanto não se pode calcular a média simples, ou mesmo uma média ponderada, entre os valores desejados.

Com isto, as diferentes soluções foram elaboradas com os objetivos específicos de forma a verificar:

1- até que ponto o  $\text{N-NH}_4^+$  interfere no teor de N da planta, para tanto manteve-se a concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução proposta 1 com o aumento de  $\text{N-NH}_4^+$ , e na proposta 2 foi todo o N foi na forma de  $\text{N-NO}_3^-$ ;

2- a relação Ca/P na nutrição animal é importante, devendo ficar em 2:1. Como todas as soluções apresentam grande quantidade de Ca e muito menos P, a proposta 1 manteve esta relação, com teor médio de Ca, porém muito abaixo da preconizada, e na proposta 2, manteve-se o Ca e aumentou-se o P para uma proporção próxima da requerida pelos animais;

3- que, com o aumento do P, deficiências de micronutrientes podem ocorrer, por isto aumentou-se, em relação a solução base, as concentrações de Fe, Zn e Cu, sendo estes dois nos níveis preconizados por Neves (2008) e o primeiro dobrou-se a concentração devido a maior exigência pelos animais;

4- a resposta do milheto a uma solução com muito K disponível e em alta relação com Ca e Mg (solução proposta 1), já que é uma planta extratora de K do solo;

5- a competição de Ca e Mg, já que competem quanto a absorção, e assim variou-se a concentração de Mg de modo a verificar o efeito no teor de Ca foliar, quando a mesma está em baixa ou alta concentração na solução. Por outro lado, o Mg é sinérgico com o N, e com o aumento deste, pode-se ter melhor aproveitamento do outro;

6- a relação do S com Fe e Mn, já que o S interage positivamente com o Fe e Mn e negativamente com o Mo, e este é essencial na redução do  $\text{N-NO}_3^-$ , portanto a variação tendeu a verificar até que ponto pode-se auxiliar ou não nas concentrações de outros nutrientes;

7- a interação Ca e B, já que a função destes dois na formação da parede celular é clara, e a deficiência de B está ligada a baixa formação de lignina, bem como o aumento de N tende a promover a deficiência de Ca. Desta forma, a variação na concentração de B é justificável devido a variação nas concentrações de N e Ca, e espera-se resposta quanto ao teor de lignina;

8- o teor de Na, pois é um limitador de consumo animal, sendo que muitas recomendações de fontes para o cultivo de forragem em soluções nutritivas não levam em consideração o potencial de acúmulo deste elemento.

As irrigações foram iniciadas aproximadamente 12h após a semeadura no substrato, utilizando apenas água potável, três vezes ao dia às 7, 12 e 17h, a fim

de proporcionar a umidade das sementes e substrato. Com a emissão do epicótilo, que aconteceu aproximadamente 48h após a semeadura, foi retirada a cobertura plástica e iniciou-se as aplicações dos tratamentos, sendo as soluções fornecidas apenas uma vez ao dia, às 16h, em quantidade igual a 70 ml por vaso, proporcional a 0,5L m<sup>-2</sup>, que somados a água fornecida, resultou em média de 1 a 2 L m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> de solução e água, já que a água variou principalmente devido ao calor.

Tabela 1: Fertilizantes e quantidades utilizadas nas formulações para as soluções estoque utilizadas no cultivo hidropônico de milho.

Fertilizantes Utilizados	Elementos*		Solução					
	% 1°	% 2°	H&A		SP 1		SP 2	
			g L <sup>-1</sup> de sal <sup>3</sup>	ml SE- SF <sup>4</sup>	g L <sup>-1</sup> de sal <sup>3</sup>	ml SE- SF <sup>4</sup>	g L <sup>-1</sup> de sal <sup>3</sup>	ml <sup>-1</sup> SE- SF <sup>4</sup>
Nitrato de cálcio <sup>1</sup>	18,0	15,5	10,0	90,0	10,0	50,0	10,0	120
Nitro sulfato de potássio <sup>1</sup>	12,0	37,4	10,0	42,0	10,0	61,0	10,0	23,0
Monoamônio fosfato <sup>1</sup>	12,0	26,6	10,0	12,0	-	-	-	-
Sulfato de magnésio <sup>1</sup>	9,00	11,0	10,0	53,0	10,0	17,0	10,0	17,0
Sulfato de amônio <sup>1</sup>	21,0	24,0	10,0	4,00	10,0	21,0	-	-
Sulfato de potássio <sup>1</sup>	44,9	18,4	10,0	7,00	-	-	10,0	-
Fosfato de potássio <sup>2</sup>	44,9	17,8	-	-	-	-	10,0	45,0
Fosfato de sódio <sup>2</sup>	16,7	22,4	-	-	10,0	3,00	10,0	8,00
Cloreto de potássio <sup>1</sup>	60,0	40,0	10,0	8,00	-	-	-	-
Cloreto de cálcio <sup>1</sup>	27,2	48,2	10,0	14,0	-	-	-	-
Sulfato de cobre <sup>2</sup>	25,5	12,8	0,08		1,50		1,50	
Sulfato de Zinco <sup>1</sup>	36,4	17,8	0,60		4,75		4,75	
Cloreto de manganês <sup>2</sup>	27,8	35,8	1,80	10,00	1,80	10,00	1,80	10,00
Ácido bórico <sup>1</sup>	17,5	-	2,86		5,50		5,50	
Molibdato de amônio <sup>2</sup>	6,8	54,3	0,02		0,43		0,43	
FeCl <sub>3</sub> -EDTA <sup>2</sup>	-	-	-	1,00	-	2,00	-	2,00

\* - 1° elemento nutriente na fórmula química e 2° elemento nutriente na fórmula química.

H&A= solução de Hoagland e Arnon, SP1= solução proposta1 e SP2= solução proposta2.

SF= solução final / SE= soluções estoque

<sup>1</sup> Fertilizante comercial

<sup>2</sup> Reagentes puro para análise

<sup>3</sup> Quantidade em gramas dos fertilizantes utilizados no preparo de 1 L de solução estoque

<sup>4</sup> Alíquota retirada da solução estoque para o preparo de 1L ea solução final



Tabela 2: Concentrações de nutrientes das soluções nutritivas testadas no experimento.

Nutriente	H&A	SP1	SP2
	mg L <sup>-1</sup>		
N-NO <sub>3</sub>	189,0	210,7	213
N-NH <sub>4</sub>	21,0	60,0	-
P	31,0	45,5	99,0
K	234,6	318,1	286,2
Ca	200,0	90,0	216,0
Mg	48,0	15,0	15,0
S	85,0	82,0	27,0
Fe	5,0	10,0	10,0
Mn	0,5	0,5	0,55
Zn	0,1	1,71	1,71
Cu	0,02	0,38	0,38
B	0,5	0,97	0,97
Mo	0,01	0,2	0,23
Na	4,2	4,2	14,0
Cl	90,0	90,0	-
CE (μS)	2030	1940	1960
pH	3,6	3,1	3,3

\* H&A = Solução de Hoagland e Arnon, \* SP 1 = solução proposta 1, \*SP 2 = solução proposta 2  
CE=Condutividade elétrica

As plantas foram colhidas aos 3 e 6 dias após o início da aplicação das soluções nutritivas, momento este que coincide com o momento que ocorre o rápido crescimento do epicótilo e a retirada da lona, e as 12 h que antecediam a colheita foi cessada a irrigação com água e solução para reduzir o excesso sal nas folhas e raízes.

Os resultados obtidos foram analisados utilizando-se o programa estatístico livre R (R Core Team, 2015). A normalidade dos dados foi verificada através do teste Shapiro-Wilk e quando não normais ( $P < 0,05$ ) foi utilizada a função Boxcox (HYNDMAN E KHANDAKAR, 2008) para a transformação dos dados, obtendo-se os valores de Erro Médio Padrão (EMP) por sua fórmula. Posteriormente foram submetidos a análise de variância e quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade com a função "agricolae" (MENDIBURU, 2016). Este mesmo pacote foi utilizado para a obtenção dos coeficientes de variação (CV%).

## 6.4 Análises

Os valores médios para altura das plantas foram determinados a partir da medição em 5 diferentes pontos em cada unidade experimental com a utilização de régua com graduação milimétrica. A produção de Matéria Verde (MV) foi determinada através da massa total produzida em 0,14m<sup>2</sup> (substrato + sementes não germinadas + parte aérea + raízes), após 12 h sem fornecimento de solução ou água, não apresentando resíduo líquido, em balança semi-analítica Marte AS-550C. Após, o material foi fragmentado manualmente, e as amostras acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e levados para a secagem em estufa de circulação forçada a temperatura controlada de 60°C, até massa constante, que aconteceu aproximadamente com três dias, de acordo segundo método INCT-CA G-001/1, obtendo-se, assim, massa de Matéria Seca produzida (PRODMS). Todos os resultados foram corrigidos e ajustados proporcionalmente para produção em kg m<sup>-2</sup>.

As amostras correspondentes a cada unidade experimental foram secas e trituradas em moinho tipo Willey em 1 e 2 mm para as análises químico-bromatológicas, que foram realizadas em triplicatas nos Laboratórios de Solos e Planta e de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia/UFBA. Para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas (FDNc), fibra em detergente ácido corrigida para cinzas (FDAc), lignina (LIG), com ácido sulfúrico a 72%, hemicelulose corrigida para cinzas (HEMc), pela diferença entre FDNc e FDAc, celulose (CEL), pela diferença entre FDA e lignina, o nitrogênio indigestível em detergente ácido (NIDA) conforme metodologias descritas por Detmann et al. (2012).

Foi realizada a caracterização químico-bromatológica e mineral do feno e das sementes utilizadas para o cultivo do milheto hidropônico (Tabela 3) já que ao se ofertar a FVH ao animal, esta será composta tanto de material novo (planta nova) bem como sementes não germinadas e o substrato, e todos contribuem nutricionalmente na forragem produzida.

A Determinação da matéria seca potencialmente digestível (MS<sub>PD</sub>) foi estimada segundo a equação:  $MS_{pd} = 0,98 (100 - FDN) + (FDN - FDNi)$  segundo Paulino et al. (2008).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados segundo a metodologia preconizada por Mertens (1997).

Tabela 3: Caracterização químico-bromatológica de sementes de milho BRS1501 e feno de Tifton 85 utilizados no ensaio experimental para produção de Forragem Verde Hidropônica. Salvador/BA.

Item	Sementes	Feno
MS (%)	88,9	88,3
	% na MS	
MO	97,5	94,0
MM	2,40	5,99
EE	4,20	1,14
PB	12,7	4,56
FDN	12,9	60,9
FDA	0,60	25,2
HEM	12,2	35,7
CEL	0,28	21,1
LIG	0,49	4,27
FDNi	9,60	43,8
	mg kg <sup>-1</sup> MS	
Cu	12,0	7,00
Zn	16,4	3,00
Fe	139	22,0
Mn	15,5	10,9
	g kg <sup>-1</sup> MS	
N	2,06	0,73
K	2,00	2,09
Na	3,10	2,58
Ca	2,58	2,73
Mg	0,82	0,45
P	6,00	0,38

MS= matéria seca, MO= matéria orgânica, MM= matéria mineral, PB=proteína bruta, EE=extrato etéreo, FDN=fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, HEM=hemicelulose, CEL=celulose, LIG=lignina, FDNi = Fibra em detergente neutro indigestível, Cu=cobre, Zn= Zinco, Fe= ferro, Mn= manganês, K=potássio, Na= sódio, Ca= cálcio, Mg= magnésio, P= fósforo

Para a determinação dos minerais foi realizada a digestão seca descrita por Martins & Reissmann (2007), consistindo em pesagem de uma porção de 1g da amostra moída a 1mm, acondicionada em cadinho de porcelana de 15mL devidamente identificado, e posteriormente incinerada em forno mufla a 550° C por 4h. Após o resfriamento em temperatura ambiente, foi adicionado 10 mL de HCl 3M, levando os cadinhos a chapa aquecedora a 80° C por 10 minutos. Após o resfriamento ao ambiente, o material foi filtrado em papel filtro qualitativo, em balão volumétrico de 100 mL, sendo o cadinho lavado 3 vezes com água

deionizada, com respectiva filtragem posterior a cada lavagem e o volume finalmente completado para 100 mL.

A partir da solução de leitura, realizada em Espectrofotômetro Absorção/Emissão Atômica - ThermoScientific iCE 3300, foi determinado teores de Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Mn e Zn, sendo realizadas diluições quando necessárias. O teor de P foi obtido por espectrofotometria de UV- Biospectro SP-220, todos conforme descrito na metodologia (SILVA, 2009).

Os teores de fibra em detergente neutro indigestível (FDN<sub>i</sub>) foram estimados a partir de amostras moídas a 2 mm incubadas em animais providos de fístula ruminal por um período de 288h como descrito por Detmann et al.(2012); Valente et. al.(2015) em duplicata, mantendo a proporção 20 mg MS cm<sup>-2</sup>, em sacos de tecido-não-tecido (TNT – 100 g m<sup>-2</sup>). Os animais receberam alimentação na proporção 70:30 respectivamente para o volumoso e concentrado, sendo 14 dias de adaptação dos animais à dieta e posteriormente 12 dias de permanência das amostras incubadas. Sequencialmente, os sacos foram retirados, lavados em água corrente, onde o resíduo da incubação foi levado à estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas. Após esta etapa, foram retirados da estufa, acondicionados em dessecador e determinadas as massas e em sequência os sacos foram submetidos a lavagem com a solução em detergente neutro por 60 min, à 100° C, sendo o resíduo obtido considerado como FDN<sub>i</sub>.

## **6.5 Estimativa de nutrientes consumidos**

Com o propósito de assegurar que as recomendações nutricionais em ovinos pudessem ser atendidas, assumindo a forragem hidropônica de milho em substrato como única fonte alimentar, foram estimados os nutrientes consumidos para animais em crescimento, com peso inicial de 20 kg e ganho médio diário de 100g (NRC, 2007). Essa classe foi escolhida pois vislumbra-se a utilização desse alimento de modo a atender aos animais na época das secas, quando a disponibilidade de alimento é escassa, e que conseguir ganho de peso nestas condições torna-se oneroso e muitas vezes antieconômico. Ressalta-se que no NRC (2007) não há requerimentos para animais de 35kg com ganho de peso médio diário proposto, portanto não se pode calcular a média simples, ou mesmo uma média ponderada, entre os valores desejados.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mesmo com as alterações nas relações dos nutrientes nas diferentes soluções nutritivas, exceto pelo teor de Matéria Mineral, não houve influência das concentrações dos nutrientes das soluções nutritivas ( $P>0,05$ ) para as características bromatológicas e de produção do milho (Tabela 4), embora interações tenham ocorrido com a época de corte. Este resultado demonstra que as características bromatológicas são mais influenciadas pela idade da planta do que pela concentração da solução nutritiva em que a planta está em seu desenvolvimento inicial, porém, a medida que a planta cresce, observou-se interações entre as soluções com composição agrônômica, e qualidade bromatológica e mineral.

Houve efeito ( $P<0,05$ ) quando avaliado as épocas de colheita para a variável produção de Matéria Verde e altura da planta, onde os maiores valores observados foram para 3 e 6 dias após tratamento (DAT) respectivamente (Tabela 4). A época de colheita aos 3 DAT foram superiores ao descrito por Muller et al. (2005) em cultivo hidropônico de arroz e milho (10,22 e 10,96 kg MV m<sup>-2</sup>, respectivamente) colhidos aos 10 dias após semeadura, enquanto que a produção obtida no presente trabalho aos 6 DAT apresentam-se inferiores aos encontrados no presente trabalho.

A quantidade de MS produzida não diferiu ( $P>0,05$ ) para as soluções, épocas de colheita ou mesmo houve interação, sendo este resultado próximo aos obtidos por Muller et al. (2006).

Tabela 4: Caracterização agrônômica e composição químico-bromatológica da forragem verde hidropônica de milho produzida com diferentes concentrações de soluções nutritivas e duas épocas de corte.

Itens	Colheitas		Soluções			EPM	Valor-P		
	3	6	H&A	SP 1	SP 2		Colheitas	Solução	C x S
Prod.MV <sup>1</sup>	12,9	9,98	11,5	11,5	11,2	0,27	<0,001	0,426	0,615
Prod. MS <sup>1</sup>	2,22	2,20	2,27	2,17	2,19	0,03	0,594	0,265	0,062
Altura <sup>3</sup>	9,01	9,98	9,48	9,62	9,40	0,12	<0,001	0,576	0,021
% na MS									
Teor MS	15,3	20,1	18,1	17,3	17,6	0,52	<0,001	0,609	0,333
MS <sub>PD</sub>	61,4	55,8	58,2	58,5	59,0	0,58	<0,001	0,578	0,168
FDN <sub>C</sub>	45,3	50,8	48,1	48,1	47,9	0,66	<0,001	0,966	0,002
FDA <sub>C</sub>	20,7	23,9	22,0	22,2	22,8	0,42	<0,001	0,389	<0,001
HEM <sub>C</sub>	24,60	26,86	25,96	26,09	25,14	0,29	<0,001	0,121	0,179
CEL*	18,1	20,4	19,0	19,1	19,5	0,33	<0,001	0,591	0,002
LIG*	3,78	4,70	4,34	4,1	4,30	0,10	<0,001	0,354	0,081
FDNi	37,5	43,3	40,8	40,4	40,0	0,59	<0,001	0,581	0,167
CNF	33,52	27,29	29,80	30,23	31,18	0,62	<0,001	0,128	0,160
PB	11,76	11,91	12,35	11,93	11,23	0,22	0,752	0,155	0,074
EE	3,37	2,58	3,15	2,84	2,92	0,09	<0,001	0,091	0,667
MM	4,51	4,98	4,91	4,69	4,62	0,07	<0,001	0,025	0,011
NIDA	1,04	1,14	1,07	1,12	1,08	0,02	0,006	0,566	0,653
g kg <sup>-1</sup> MS									
Ca	4,08	2,86	3,62	3,94	2,86	0,15	<0,001	<0,001	<0,001
Mg	2,03	2,2	2,08	2,18	2,08	0,05	0,023	0,4341	<0,001
Na	0,32	0,26	0,40	0,27	0,20	0,024	0,128	0,0002	0,032
K	2,34	2,45	2,44	2,45	2,30	0,05	0,301	0,426	0,168
P	8,44	8,72	9,10	8,75	7,88	0,24	0,543	0,089	0,507
mg kg <sup>-1</sup> MS									
Cu	4,23	4,33	3,61	4,74	4,50	0,16	0,764	0,017	0,850
Zn	11,89	12,8	9,77	13,73	13,60	0,52	0,203	0,0001	0,005
Mn	31,17	35,04	32,96	32,60	33,77	0,67	0,002	0,670	0,336
Fe	48,96	53,82	40,68	43,19	37,04	2,81	0,424	0,600	0,007

H&A = Solução de Hoagland e Arnon, SP 1 = solução proposta 1, SP 2 = solução proposta 2

<sup>1</sup>Valor expresso em kg m<sup>-2</sup>

<sup>2</sup>Valor expresso em %

<sup>3</sup>Valor expresso em centímetros;

Prod.mv= produção de matéria verde, Prod.MS= produção de matéria seca, Teor de MS= matéria seca da planta, MSPD= matéria seca potencialmente digestível, MM= matéria mineral, EE=extrato etéreo, FDNc=fibra em detergente neutro corrigido para cinzas, FDAc= fibra em detergente ácido corrigido para cinzas, HEMc=hemicelulose corrigido para cinzas, CEL\*=celulose não corrigida para cinzas, LIG\*=lignina não corrigida para cinzas, FDNi (%MS) = fibra em detergente neutro indigestível, CNF=carboidratos não fibrosos.

Apresentou interação significativa ( $P < 0,05$ ) os dados encontrados referente à altura de planta (Tabela 4). A colheita realizada aos 6 DAT apresentou-se maiores, e diferenciando estatisticamente do colheita aos 3 DAT, porém somente a solução proposta 1 não causou efeito na altura. Ressalta-se que mesmo aos 6 DAT a média das alturas de plantas foram inferiores as encontradas por Muller et al. (2005) cultivando em substrato de capim elefante com colheitas aos 10 dias, que obtiveram 11,60 cm e 10,67cm respectivamente para milho e arroz. A menor altura no dados encontrados ocorreu devido a diminuição dos dias de cultivo afetando o crescimento das plantas.

A interação para a altura, levando em consideração a concentrações de nutrientes fornecidos via solução, apontou que as plantas que foram nutridas com soluções com  $N-NH_4^+$  apresentaram um crescimento inicial mais rápido, que como não foi seguido pela produção de Matéria Seca, pode-se inferir que apresentaram um maior alongamento celular, e não maior número de células. Esta resposta deve estar ligada a forma de utilização inicial do N para transformação em amina, demandando maior energia para a redução do  $N-NO_3^-$  em comparação com o  $N-NH_4^+$ . Segundo Fageria (2009), em sua revisão, diversas plantas, como o milho, têm crescimento maior quando em diferentes proporções  $NO_3^-/NH_4^+$  são utilizadas, quando comparado com uma única forma, embora a redução da absorção do  $NO_3^-$  possa diminuir a taxa de crescimento da planta já que este ânion está ligado a expansão celular. Isto corrobora na interação solução x colheita, quando este é mais tardio, onde a taxa de crescimento foi maior para as plantas nutridas exclusivamente com a forma de  $N-NO_3^-$ .

O elemento mais ligado ao alongamento celular é o K, e, segundo Mengel & Arneke (1982) seu efeito é muito mais pronunciado na produção de matéria verde e status da água nas folhas do que na produção de matéria seca. Nota-se que mesmo alterando-se as concentrações deste nutriente nas soluções, os teores foliares não apontaram diferenças significativas entre soluções, épocas de colheita ou interação entre elas, demonstrando a alta eficiência do milho quanto ao K absorvido

Tabela 5: Desdobramento da interação entre épocas de colheita e três diferentes soluções nutritivas para as variáveis perda de MS e altura de milho cultivado em sistema hidropônico em substrato de Tifton 85.

	CORTES	H&A	SP 1	SP 2	MÉDIA
Altura <sup>2</sup>	3	9,01b	9,45	8,58 b	9,01 b
	6	9,95 a	9,80	10,22a	9,98 a
	MÉDIA	9,48	9,62 A	9,40	

\* H&A = Solução de Hoagland e Arnon, \* SP 1 = solução proposta 1, \*SP 2 = solução proposta 2

<sup>1</sup>Valor expresso em kg m<sup>-2</sup>

<sup>2</sup>Valor expresso em centímetros;

<sup>3</sup> Valor expresso em %

Letras minúsculas indica comparação na coluna e maiúsculas comparações na linha. Médias seguidas por letras diferentes, são estatisticamente diferentes por teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O teor de MS não apresentou interação significativa entre as Colheitas (C) x as soluções (S), porém foi significativamente maior aos 6 DAT(Tabela 4). Os valores são similares aos apresentados por Vilela (2009), que encontrou valores de 15 a 25 % durante o crescimento vegetativo em gramíneas, e Muller et al. (2006) que encontraram variações em FVH de milho de 17% MS com corte aos 10 dias de cultivo e 16,3% MS aos 20 dias de cultivo. Como estes valores refletem o estado hídrico da planta no momento da colheita, esta variável tem grande influência do tempo entre a última irrigação e a colheita, podendo-se adequar esse teor a necessidade, como por exemplo, se for conservar o material através do processo de ensilagem.

Avaliando a composição fibrosa da forragem produzida, estas seguem o mesmo padrão comumente observado, onde plantas mais novas apresentam menor deposição de materiais de parede celular, como celulose, hemicelulose e lignina (COSTA et al, 2015), este efeito corrobora com os dados encontrados neste ensaio, onde observou-se menores teores de celulose, hemicelulose e lignina, bem como de FDNc e FDAc aos 3 DAT (Tabela 5), que em seu conjunto proporcionou o aumento da fração potencialmente digestível (MSpd). Todas essas variáveis apresentaram interação significativa entre época de colheita e solução, embora o efeito da solução nesta interação seja principalmente a menor variação entre as épocas de colheita na solução proposta 2. Isto pode estar relacionado a ausência de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na solução, que pode ter afetado negativamente o uso eficiente do N principalmente no alongamento celular, o que propiciou uma sedimentação mais precoce das paredes, o que é suportado pela menor altura de plantas observada.



As frações de FDNc, FDAc, HEMc, CEL, e LIG, demonstra a grande inter-relação entre as mesmas. O FDNc afeta diretamente o consumo, pelo efeito de enchimento quando representam 50 a 60 % de FDN na dieta (Van Soest, 1965). Porém a inclusão da fibra na dieta dos ruminantes é requerida 20 a 25 % a fim de proporcionar a manutenção das funções ruminais (NRC, 2001). Embora os teores encontrados neste trabalho estejam abaixo dos apresentados por Muller et al. (2006), de 68% de FDN no cultivo de milho cultivado em capim elefante seco e triturado colhido aos 10 dias, trabalhos mesmos estão dentro do limite mínimo e máximo recomendado por Van Soest (1965).

O FDAc é composto por celulose e lignina, que apresentam potencial de digestão lenta e é indigestível, porém o potencial de degradação da celulose está diretamente ligada a fração de lignina, uma vez que esta associação pode torna-la também indigestível aos animais, com isso causam uma redução do conteúdo potencialmente digestível. Este mesmo comportamento descrito para o FDNc foi observado também por Muller et al. (2006) quanto a FDA em cultivo de milho hidropônico com substrato, obteve valores inferiores para a colheita mais precoce, 47,63% e 51,43 respectivamente, aos 10 e 20 dias de colheita, sendo estes valores muito superiores aos encontrados no presente trabalho (Tabela 4).

Entretanto na porção caracterizada como FDAc, têm-se resíduos de N indigestível, denominado como NIDA, fração esta indisponível a degradação microbiana e enzimática. Não foi verificada diferença significativa ( $P = 0,389$ ) quando observadas as médias entre as soluções nutritivas testadas e também não foi detectada interação entre os efeitos avaliados. Porém foi observado diferença significativa para as épocas de colheita ( $P < 0,001$ ), sendo estas correlacionadas basicamente com o teor de lignina.

A fração indigestível da MS é denominada de FDNi, que no presente trabalho foi significativamente maior na colheita aos 6 DAT ( $P < 0,05$ ) (43,29%), quando comparado com a colheita aos 3 DAT (37,52%), não havendo efeito de solução ou interação entre os fatores, e faz sentido pois a medida que a planta se desenvolve há maior acúmulo de materiais indigestíveis, seja na parede celular para sustentação seja na superfície da folha para proteção.

No entanto deve-se considerar também a contribuição do substrato sobre os resultados encontrados para o FDNi, já que este apresentou um teor de 43,8 %, e quando comparados com a literatura foi observado valores bem inferiores.

Dados corroborados pelo Alonso et al. (2013), que ao avaliar o teor de FDN<sub>i</sub> em pasto de milheto, obtiveram 35,49 %MS após incubação ruminal *in situ* em bovinos, e ZAMBOM et al. (2008), para silagem de milho, encontraram 38,46 FDN<sub>i</sub> %MS. Porém esta variação pode ocorrer diferenças entre a espécie animal utilizada para tal determinação, pois a eficácia da digestão do conteúdo fibroso entre ovinos e bovinos é correspondente a habilidade em selecionar os alimentos, os ruminantes mais seletivos tendem a uma menor eficiência para digestão dos carboidratos fibrosos (VAN SOEST, 1994).

Tabela 6: Desdobramento da interação entre épocas de colheita e três diferentes soluções nutritivas em milheto cultivado em sistema hidropônico em substrato de Tifton 85 para as variáveis fibrosas e seus fracionamentos.

	CORTES	H&A	SP 1	SP 2	MÉDIA
FDN <sub>C</sub> <sup>1</sup>	3	44,30	44,40 b	47,30	45,34b
	6	51,90	51,90 a	48,90	50,78a
	MÉDIA	48,11	48,15	48,0	
FDA <sub>C</sub> <sup>1</sup>	3	19,40 bB	20,00 bB	22,80 A	20,73b
	6	24,60 a	24,40 a	22,70	23,92a
	MÉDIA	22,02	22,20	22,80	
CEL <sup>1</sup>	3	17,30 bB	17,30 bB	19,63A	18,07 b
	6	20,77 a	20,96 a	19,4	20,40 a
	MÉDIA	19,03	19,13	19,55	
MM <sup>1</sup>	3	4,71 A	4,60 A	4,20 bB	4,51 b
	6	5,11	4,78	5,04 a	4,98 a
	MÉDIA	4,91	4,69	4,62	

\* H&A = Solução de Hoagland e Arnon, \* SP 1 = solução proposta 1, \*SP 2 = solução proposta 2

<sup>1</sup> Valor expresso em % da matéria seca.

FDN<sub>C</sub>=fibra em detergente neutro corrigido para cinzas, FDA<sub>C</sub>= fibra em detergente ácido corrigido para cinzas, CEL=celulose, MM= matéria mineral, PB= proteína bruta. Letras minúsculas indica comparação na coluna e maiúsculas comparações na linha Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados para os teores de CNF apresentaram diferença significativa apenas para as épocas de colheita (P<0,05), sendo a mais precoce superior. Embora tenha-se acúmulo de material fibroso nas paredes celulares, como as plantas ainda são muito jovens e as células apresentam alta taxa de multiplicação e crescimento, seria esperado esta diferença devido ao efeito diluidor com o acúmulo de MS, que deve diminuir a medida que as plantas se desenvolvam fisiologicamente. Ao mesmo tempo tem-se a menor participação do substrato como componente da forragem, com o passar do tempo, em detrimento da emissão de mais folhas e raízes novas e frescas.

Para os teores de EE não se verificou interação significativa, porém a colheita aos 3 DAT foi significativamente maior ( $P < 0,05$ ). Este fato está relacionado a deposição das ceras na superfície da folha, que é crescente até o quarto dia da emissão da folha, mantendo-se constante após isto (GIESE, 1975). Entretanto os teores encontrados estão dentro dos níveis descritos por Mc Donald (2010), onde as gramíneas apresentam variações entre 15- 40 g kg na MS, de EE e raramente apresentam valores superiores, sendo que a gordura na dieta animal geralmente provêm de alimentos complementares.

No entanto deve-se ressaltar que elevados teores de extrato etéreo causam efeitos deletérios, visto que os microrganismos ruminais, reduzindo a população microbiana e conseqüentemente reduzindo a digestão da fibra, uma vez que gordura irá se aderir as partículas fibrosas, dificultando a colonização do material a ser digerido, por tanto não se recomenda teores acima de 7 % de EE (PALMQUIST e JENKINS, 1980; NRC, 2001). É importante salientar esta informação pois a escolha do substrato pode influenciar nos teores de EE encontrados, como o ocorrido em Pilau et al. (2004) que ao trabalhar com cultivo hidropônico de milho colhido com 15 dias, encontraram teores de 3,06 % e 5,08% EE, respectivamente, quando mantidos em substratos de casca de arroz e palha de milho.

A maior absorção de N é favorecida quando em diferentes proporções  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  são fornecidas, isso é evidente no resultado da avaliação do teor de PB na planta, onde a interação apresentada demonstra a que na solução com somente uma forma de N, o teor deste nutriente foi menor nas plantas mais novas, embora a planta se recupere com o tempo. Como o teor de Proteína Bruta está ligado diretamente ao conteúdo de N na planta, pode-se inferir que a presença das duas formas de N na solução nutritiva tem potencial para elevar o teor de PB da forragem.

A concentração dos nutrientes (Tabela 2) nas soluções nutritivas implicou em maior acúmulo destes na MS, o que influenciou na diferença significativa observada no teor de MM, sendo a solução de Hoagland & Arnon superior as demais, com a colheita aos 6 DAT também com teor maior do que aos 3 DAT. A interação entre os fatores deu-se exatamente pelo maior tempo de absorção e acúmulo dos elementos, sendo que estes valores tendem a se estabilizar com a maior idade fisiológica da planta.

Os resultados de MM foram inferiores aos encontrados no feno e superiores aos das sementes do milho, sendo também superiores aos descritos por Abadia et al. (2011) trabalhando com milho em cultivo hidropônico utilizando serragem como substrato, que obtiveram 3,06% MM aos 17 DAS, sob a solução nutritiva proposta por Marulanda e Izquierdo (1993).

Dentre os minerais analisados (Tabela 4), houve interação significativa para Ca, Mg, Na, Zn e Fe, sendo que Ca, Na, Cu e Zn diferiram entre soluções e Ca, Mg e Mn quanto a época de colheita.

A solução proposta 1 apresentou maior concentração de Ca (Tabela 7) na colheita aos 3DAT, sendo a solução proposta 2, a menor, enquanto que aos 6DAT não houve diferenças significativas entre soluções. Este resultado é muito interessante ao se observar que a solução proposta 1 foi a de menor concentração de Ca, e onde seria esperado a competição com o K, e assim menor teor de Ca na FVH.

A CTC radicular é devida as cargas existentes na parede celular, denominado Espaço Livre Aparente (ELA), sendo esta CTC maior em dicotiledôneas do que em monocotiledôneas sendo do tomateiro duas vezes maior do que a do milho (Marschner, 2011). Este mesmo autor relata que quando o pH externo diminui, a CTC efetiva também diminui, especialmente nas monocotiledôneas, e, embora não seja um pre-requisito para a absorção iônica, as cargas negativas no ELA (espaço livre aparente) podem influenciar tanto a concentração de cátions absoluta quanto a relativa no apoplasto, especialmente em soluções muito diluídas. Isto poderia explicar como a baixa concentração de Ca pode resultar em alto teor na FVH.

Para o teor de Mg verificou-se que aos 3DAT a solução proposta 1 apresentou maior teor de  $Mg^{2+}$ , mesmo com a sua redução na solução (Tabela7). Porém, a concentração de Ca também foi diminuída, e mesmo que aplicações de  $K^+$  e  $Ca^{2+}$  possam induzir a deficiência de  $Mg^{2+}$  por inibição da absorção (MARSCHNER, 2011), acredita-se que o  $K^+$  não conseguiu ser eficiente neste processo. Aos 6DAT, o maior teor foi encontrado na solução proposta 2, sendo a proposta 1 o menor. Neste caso, pode-se relacionar com o aumento na área foliar da planta (com a altura desta maior) exigindo mais nutriente principalmente para a elaboração de pigmentos fotossintéticos (clorofila), sendo que os altos teores de  $K^+$  e  $Ca^{2+}$  não foram suficientes para inibirem a absorção desse nutriente.

Mesmo com as alterações nas concentrações e nas relações com  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , o  $\text{K}^+$  não apresentou nenhuma resposta tanto as soluções quanto as idades de colheita ( $P>0,05$ ). Embora a literatura demonstre a resposta do milho a adubação potássica no solo (ROSOLEM et al 2003), a grande redução na produção de matéria seca quando da omissão deste nutriente (PRADO e VIDAL, 2008) e a interação entre  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  (MARSCHNER, 2011), verifica-se, pelos resultados, que o  $\text{K}^+$  fornecido pouco influenciou ou teve influência dos outros nutrientes.

Como o  $\text{Na}^+$  não é um nutriente vegetal, referências sobre sua absorção e interações com outros nutrientes é muito restrita, porém, pela sua proximidade química ao  $\text{K}^+$ , estes dois elementos deveriam apresentar comportamentos semelhantes. Nota-se pelos resultados obtidos, que enquanto as soluções de Hoagland e a proposta 2 diminuíram as concentrações com o tempo, a solução proposta 1 aumentou, o que não apresentou relação ou com a disponibilidade na solução ou com outros íons, exceto pelo aumento na proporção de  $\text{NH}_4^+$ . Ressalta-se que faz pouco sentido pois como ambos são cátions, seria esperado uma relação com ânions, devido ao transporte transmembrana para a absorção desse elemento. De qualquer modo, o  $\text{Na}^+$  responde a variações de concentrações na solução nutritiva, e como é um componente que pode limitar o consumo de alimento pelo animal, pode-se ter valores que extrapolem as exigências de acordo com a solução ou espécie vegetal utilizada.

Mesmo elevando-se em três vezes a concentração de P na solução, não houve resposta direta ou interação entre os fatores ( $P>0,05$ ). Com o aumento da concentração de P nas soluções, esperava-se uma relação negativa com alguns micronutrientes, como Zn, Cu, Fe e Mn, por possuírem inibição competitiva porém observou-se, para Zn e Fe exatamente o oposto, com altos teores destes nutrientes na presença de alta concentração de P na solução.

Tabela 7: Desdobramento da interação entre épocas de colheita e três diferentes soluções nutritivas em milho cultivado em sistema hidropônico em substrato de Tifton 85 para as caracterizações dos minerais.

	CORTES	H&A	SP 1	SP 2	MÉDIA
Ca <sup>1</sup>	3	4,35 aB	4,90 aA	3,01 C	4,08 a
	6	2,90 b	3,00 b	2,71	2,86 b
	<b>MÉDIA</b>	<b>3,62 B</b>	<b>3,94 A</b>	<b>2,86 C</b>	
Mg <sup>1</sup>	3	2,05 A	2,30 A	1,73 bB	2,03b
	6	2,11 AB	2,05 B	2,43 aA	2,20 a
	<b>MÉDIA</b>	<b>2,08</b>	<b>2,18</b>	<b>2,08</b>	
Na <sup>1</sup>	3	0,49 A	0,23 B	0,23 B	0,32
	6	0,32 A	0,30	0,16	0,26
	<b>MÉDIA</b>	<b>0,40 A</b>	<b>0,27 B</b>	<b>0,20 B</b>	
Zn <sup>2</sup>	3	10,04 B	14,38 A	11,25 bAB	11,89
	6	9,49 B	13,08 A	15,94 aA	12,80
	<b>MÉDIA</b>	<b>9,77B</b>	<b>13,73A</b>	<b>13,60A</b>	
Fe <sup>2</sup>	3	44,20 AB	54,89 A	27,85 B	42,31
	6	37,17	31,49	46,27	38,31
	<b>MÉDIA</b>	<b>40,68</b>	<b>43,19</b>	<b>37,06</b>	

\* H&A = Solução de Hoagland e Arnon, \* SP 1 = solução proposta 1, \*SP 2 = solução proposta 2  
<sup>1</sup> g kg de MS / <sup>2</sup> mg kg MS / onde Ca= cálcio, Mg= magnésio, Na= sódio, Zn= Zinco, Fe= ferro.  
 Letras minúsculas indica comparação na coluna e maiúsculas comparações na linha. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Foi estimado o consumo de nutrientes (Tabela 8) tendo por base os requerimentos descritos em NRC (2007) para ovinos de 20 kg com pretensão de ganho de peso médio diário de 100g, admitindo-se o consumo diário de 0,630kg de MS, exclusivo de FHV de milho, embora encontra-se variação no consumo estimado, os dados corroborados por Ata (2016) e Fazaeli et al. (2011) citam que os animais tendem a um maior ganho média diário quando alimentados com FVH.

Os resultados demonstram que a FVH de milho colhida aos 3DAT tanto da solução proposta 1 quanto da Hoagland e Arnon tem potencial para atender as demandas nutricionais para os nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB), e que a colheita mais tardia, todas as soluções atenderiam as demandas de PB e NDT (Tabela 8). Nota-se, no entanto, o decréscimo acentuado do valor da solução proposta 1 para a colheita aos 6DAT, o que pode estar relacionado a maior concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nessa solução, já que esta era a que continha maior quantidade de N na formulação.

As soluções produziram forragem verde hidropônica capazes de suprir parcialmente as exigências estimadas dos animais independentemente da idade de

colheita, porém, aos 3DAT a forragem produzida com as soluções de Hoagland e Arnon e a proposta 1 foram melhores que a proposta 2, por atenderem a mais itens, principalmente PB.

A solução proposta 1 supriu a maior parte dos minerais exigidos, exceto Na, K, Cu e Zn, porém contribuíram na dieta com 37,5; 52,95; 97,1 e 69,7% respectivamente, das exigências totais. A solução de Hoagland e Arnon atendeu aos mesmos minerais que a proposta 1, exceto para Fe, porém supre 87% da exigência deste, enquanto que para Na, K, Cu e Zn, atendem em 77,5; 48,96; 73,22 e 48,69% respectivamente.

A FVH colhida aos 6 DAT não atendeu a maioria dos elementos requeridos nutricionalmente, exceto para o Mg, P e Mn.

Ressalta-se que estes dados são estimativas e que um experimento de desempenho é extremamente importante para fundamentar a recomendação.

Tabela 8: Estimativa de ingestão média diária de nutrientes para ovinos em crescimento (NRC, 2007) com peso inicial de 20 kg e ganho médio diário 100 g dia<sup>-1</sup> consumindo exclusivamente 0,630kg MS dia<sup>-1</sup> de forragem hidropônica de milheto.

Itens	Toxidez	Exigência animal	Estimativa de nutrientes consumidos 3 DAT			Estimativa de nutrientes consumidos 6 DAT		
			g dia <sup>-1</sup>					
			H&A	SP 1	SP2	H&A	SP1	SP2
PB		70	79,07*	78,59*	64,69**	76,59*	71,75*	76,79*
NDT		320	400,42*	398,29*	388,35*	381,96*	382,67*	388,70*
Ca	12,6	2,30	2,74*	3,08*	1,90**	1,82**	1,89**	1,71**
Mg	5,04	0,60	1,30*	1,45*	1,10*	1,33*	1,29*	1,53*
Na	25,2	0,40	0,31**	0,15**	0,15**	0,20**	0,19**	0,10**
K	12,6	2,90	1,42**	1,53**	1,48**	1,66**	1,56**	1,41**
P	37,8	1,50	5,70*	5,59*	4,65*	5,75*	5,44*	5,28*
			mg dia <sup>-1</sup>					
Cu	15,75	3,10	2,27**	3,01**	2,72**	2,27**	2,97**	2,94**
Fe	315	32,00	27,85**	34,58*	17,55**	23,41**	19,84**	29,15**
Zn	472,5	13,00	6,33**	9,06**	7,10**	5,98**	8,24**	10,04**
Mn	630	17,5	19,98*	20,22*	18,73*	21,56*	20,84*	23,83*

(\*) Atende as exigências nutricionais (\*\*) Não atende as exigências nutricionais

\* H&A = Hoagland e Arnon, SP1= solução proposta 1, SP2 = Solução proposta 2

NDT =74,49-0,55635 Capelle (2001).

## 8. CONCLUSÃO

Concluiu-se que a concentração das soluções nutritivas não interfere na a produção de matéria seca e na composição bromatológica da forragem produzida, porém altera os teores minerais. Enquanto que a idade de corte influenciou o aumento nos teores dos compostos fibrosos. Neste sentido, há potencial em se atender a demanda mineral via forragem, podendo-se ter um conceito de concentrado verde.

A concentração de minerais na FVH de milho foi modificada de acordo as exigências nutricionais descritas segundo o NRC (2007) para ovinos em crescimento, embora nenhuma das soluções propostas tenha suprido totalmente o requerimento a solução proposta 1 apresenta-se promissora.

## 9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABADIA, A. M.; BANYS, V. L.; SILVA NETO, J. A.; SILVEIRA, D. M.; DIAS, M.; SOUSA, R. R. J. Produção e valor nutritivo de forragens fertirrigadas. **Boletim de Indústria Animal**, v. 68, n. 2, p. 175–181, 2011.

ALONSO, M. P.; MORAES, E.H.B.K.; PINA, D. S.; PEREIRA, D. H.; HOFFMANN, A.; SANSON, R.M.M.; WRUCK, F.J. Suplementação concentrada para bovinos de corte em sistema de integração lavoura e pecuária no período das águas. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, v. 15, n. 2, p. 339–349, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-99402013000200010&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-99402013000200010&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)>. Acesso em: 5 out. 2016.

ATA, M. Effect of Hydroponic Barley Fodder on Awassi Lambs Performance. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 6, n. 8, p. 60–64, 2016.

BEZERRA NETO, E. BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 8, n. 9, p. 107–137, 2012.

BUSO, W.H.D; FRANÇA, A.F.S; ARNHOLD, E; MIYAGE, E.S; SANTOS FILHO, A.C; SILVA, L.B. Produção de Massa Seca de Cultivares de Milho submetidos a Vários Níveis de. **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, p. 1274–1279, 2012. Disponível em: <[http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/06135.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/06135.pdf)>. Acesso em: 9 out. 2016.

CAMPELO, J.E.G.; OLIVEIRA, J.C.G.; ROCHA, A.S.; CARVALHO, J.F.; MOURA, G.C.; OLIVEIRA, M.E.; SILVA, J.A.L.; MOURA, J.W.S.; COSTA, V.M.; UCHOA, L.M. Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 276–281, 2007.



- CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. CECON, P.R Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1837–1856, 2001.
- COMETTI NN; FURLANI PR; RUIZ HA; FERNANDES FILHO EI. Soluções Nutritivas: formulação e aplicações. *In: Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa - MG: [s.n.], 2006, p. 89–114.
- CONAB. Custos de Produção Agrícola. **Companhia Nacional de abastecimento**, p. 1–60, 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custos.pdf>>. Acesso em: 6 out. 2016.
- COSTA, A. C. T.; GERALDO, J.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milho semeados em duas épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1171–1177, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2005001200003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2005001200003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 6 out. 2016.
- COSTA, A.C.T., GERALDO, J., OLIVEIRA, L.B., PEREIRA, M.B., CARMO, M.G.F. & PIMENTEL, C. Variabilidade Genética para Caracteres de Importância Agronômica de Meio-Irmãos de Milheto, Semeadas na Época da Seca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 1, p. 130–138, 2006.
- COSTA, N.L.; SILVA FILHO, G.N.; SENA, J.O.A.; RODRIGUES, A.N.A. & ANGHINONI, I. Mecanismos de suprimento e eficiência de absorção de potássio em soja, milho, milheto, colza e lab-lab. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 5, p. 463–468, 1988.
- DEL CASTILLO, F. S.; PÉREZ, E. D. C. M.; MAGAÑA, E. M.; GÓMEZ, J. M. Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso de borregos. **Revista Chapingo Serie horticultura**, v. 19, n. 4, p. 35–43, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2013000400003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2013000400003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)>. Acesso em: 6 out. 2016.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos**. 1. ed. Viçosa - MG: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia- INCT, 2012.
- DURAES, F. O. M.; MAGALHAES, P. C.; SANTOS, F.G. dos. Fisiologia da planta de milheto. v. 28, p. 55, 2003. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2003/circular/Circ\\_28.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2003/circular/Circ_28.pdf)>. Acesso em: 6 out. 2016.
- EMAM M. S. A. The Sprout Production and Water use Efficiency of some Barley Cultivars under Intensive Hydroponic System. **Middle East Journal of Agriculture Research**, v. 5, n. 2, p. 161–171, 2016.
- ESPINOZA, F.; ARGENTI, P.; URDANETA, G.; ARAQUE, C.; FUENTES, A.; JOSÉ PALMA, J.; BELLO, C. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretos mestizos. **Zootecnia Tropical**, v. 22, n. 4, p. 303–315, 2004.

FAO. Alternative fodder production for vulnerable herders in the West Bank. 2015.

FAO. Manual Técnico Forraje verde hidroponico. **Sitio Argentino de Producción Animal**, v. 66, p. 1–11, 2001.

FAZELI, H., GOLMOHAMMADI, H. A., SHOAYEE, A. A., MONTAJEBI, N., MOSHARRAF, Sh. Performance of Feedlot Calves Fed Hydroponics Fodder Barley. **J. Agr. Sci. Tech**, v. 13, p. 367–375, 2011.

FLORES, M. T. D. **Efeito da densidade de semeadura e da idade de colheita na produtividade e na composição químico-bromatológica de milho (Zea mays L.)**. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - SP, 2009.

FRAGA, T.M., FERRARI, L., GARCIA, A., LEITE, D.C., TANNOUS, S. Influência de três variedades de milho (zea mays, l.) e dois substratos na produção de forragem hidropônica. **Nucleus Animalium**, v. 1, n. 1, p. 1–12, 2009.

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R. Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições nutricionais adversas. **Instituto Agronômico de Campinas**, p. 34, 1988.

GIESE, B. N. Effects of light and temperature on the composition of epicuticular wax of barley leaves. **Phytochemistry**, v. 14, n. 4, p. 921–929, 1975.

GUIMARÃES JÚNIOR, R. Silagem de Milheto: uma opção alimentar para ruminantes. **Embrapa Cerrados**, v. 5, p. 1–4, 2013.

HADDADI H. M. Investigation of crops cultivation systems: A review. **Agricultural Advances**, v. 5, n. 3, p. 269–274, 2016.

HYNDMAN R.J. E KHANDAKAR Y. “Automatic time series forecasting: the Istenbat H. A. E. Istenbat House for Agriculture Establishment 2016, disponível em: <http://www.istenbat.com.sa/en/album.php?category=2> Acesso em 01 de agosto de 2016.

HOAGLAND, D. R.; D. I. ARNON. **The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil**. 2. ed. BERKELEY-california: [s.n.], 1950.

IAC. O Milheto no Sistema Plantio Direto. **Instituto Agronômico de Campinas**, v. 56, n. 2, p. 30, 2004.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN S.A., 2004.

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M.S.; LEITE, G. G.. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1308–1315, 2006.

LOCATELLI, T. **Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e capim napier com diferentes soluções nutritivas**. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO, CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ, 2016.

LÓPEZ, P. J.; RODRÍGUEZ, H. M.; VILLA, M. S.; DANÉS, A. A.; CRESPO, E. C.; ROSETE, C. R.; CATÓN, M. O. Producción de forraje verde hidropónico. v. 4, n. 13, 2013.

MARCANTE, N.C.; CAMACHO, M.A. E PAREDES, F.P.J. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 196–204, 2011.

MARSCHNER, Horst. **Mineral nutrition of higher plants**. [s.l.]: Academic Press, 2011.

MARTINS, A. P. L E REISSMANN, C. B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 1–17, 2007.

MCDONALD P; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A.; SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R.G. **Animal Nutrition**. 7. ed. p. 1–714, 2010.

MENDIBURU, Felipe de. agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-4. 2016. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=agricolae>>.

MENGEL, K. AND ARNEKE, W.W. Effect of potassium on the water potential, the pressure potential, the osmotic potential and cell elongation in leaves of *Phaseolus vulgaris*. **Physiologia Plantarum**, v. 54, n. 4, p. 402–408, 1982.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1463–1481, 1997.

MÜLLER, L.; SANTOS, S.; MANFRON, V.; HAUT, D.; BINOTTO, S.; MEDEIROS, V.; DOURADO. Produção e qualidade bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico. **Revista da faculdade de Zootecnia Veterinaria e Agronomia**, v. 12, n. 1, p. 1–10, 2005.

MÜLLER, L.; SOUZA, O. DOS S.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; HAUT, V.; DOURADO NETO, D.; MENEZES, H. L. DE; GARCIA, D. C. Forragem hidropônica de milho: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1094–1099, 2006.

NEVES, A.L.A. **Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal**. Viçosa -MG: Centro de produções técnicas, 2008.

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington.EUA: [s.n.], 2001.

NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington.EUA: The National Academies Press, 2007.

PALMQUIST, D L; JENKINS, T C. Fat in lactation rations: review. **Journal of dairy science**, v. 63, n. 1, p. 1–14, 1980. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6989864>>. Acesso em: 25 out. 2016.

- PAULINO, M. F.; DETMANN, E. D.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura funcional nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. v. 6, p. 275–305, 2008.
- PAYNE, W. A. Optimizing crop water use in sparse stands of pearl millet. *In: Agronomy Journal*. [s.l.]: American Society of Agronomy, 2000, v. 92, p. 808–814.
- PESKE, F. B.; NOVENBRE, A. D. L. C. Condicionamento fisiológico de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 132–142, 2010.
- PÍCCOLO, M. A.; COELHO, F. C.; GRAVINA, G. A.; MARCIANO, C. R.; RANGEL, O. J. P. Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 544–551, 2013.
- PILAU, F. G.; BONNECARRÈRE, R.; SCHMIDT D.; SANTOS O.; MANFRON P. A. Produção hidropônica de forragem em túnel plástico. **Revista Norte**, v. 7, p. 11–119, 2004.
- PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; SANTOS, S. C.; VIEIRA NETO, S. A.; SOUSA, J. P. G. DE. Desempenho agrônomo de variedades de milheto em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 41–49, 2007.
- PRADO, R. DE M.; VIDAL, A. A. Efeitos da omissão de macronutrientes em solução nutritiva sobre o crescimento e a nutrição do milheto. v. 38, n. 3, p. 208–214, 2008.
- PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S. W. Manejo Do Ambiente Em Cultivo Protegido. **Instituto agrônomo de Campinas**, v. 58, 2006. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas/58.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/58.pdf)>. Acesso em: 9 out. 2016.
- RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A. B. Produção animal e retorno econômico em misturas de gramíneas anuais de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 235–243, 1999.
- ROCHA, J.S., SALVIANO, A.A.C., ALVES, A.A., LOPES, J.B., NEIVA, J.N. DE M. Produtividade e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho em diferentes volumes de solução nutritiva. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 9, n. 1, p. 7–17, 2007.
- ROCHA, R.J.S. SALVIANO C. A. A.; ALVES A.A.; NEIVA J. N. M.; LOPES J. B; SILVA L. R. F. Produtividade e Composição Química da Forragem Hidropônica de Milho em Diferentes Densidades de Semeadura no Substrato Casca de Arroz. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 25–31, 2014.
- RODRÍGUEZ, C. V. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. **Agronomía Mesoamericana**, v. 19, n. 2, p. 233–240, 2008.
- ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação do potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade

de chuva aplicada. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa. v. 27, p. 355-362, 2003.

ROVERSI, T.; MENEZES, N. L.; SANTOS, O. S.; FRANZIN, S. M. Pré-Germinação de Sementes de Aveia Preta, Milheto e Milho. **Revista da FZVA**, v. 15, n. 1, 2008.

SEAGRI. Cotações Agrícolas- Custo da arroba para Ovinos em feira de santana -Bahia. **Secretaria da agricultura, pecuária, irrigação, pesca e agricultura**, 2016. Disponível em: <[http://www.seagri.ba.gov.br/cotacao?produto=519&praca=&tipo=&data\\_inicio=01%2F10%2F2016&data\\_final=18%2F10%2F2016](http://www.seagri.ba.gov.br/cotacao?produto=519&praca=&tipo=&data_inicio=01%2F10%2F2016&data_final=18%2F10%2F2016)>.

SILVA, F. C. **Manual de Análises Químicas de Solos Plantas e Fertilizantes**. 2. ed. Brasília-DF: Embrapas Solos, 2009.

SIMÃO, E. DE P.; GONTIJO NETO, M. M.; SANTOS, E. A.; WENDLING, I. J. Produção de Biomassa e Composição Bromatológica de Duas Cultivares de Milheto Semeadas em Diferentes Épocas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 2, p. 196–206, 2015.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Poto Alegre-RS: Artemed, 2004.

TONETTO, C.J. ;HAUT, V.;MÜLLER, L.;Santos O.S. Produção e características bromatológicas de forragem hidropônica de milho sob diferentes densidades de semeadura. **41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2004.

VALENTE, Tiago Neves Pereira; DETMANN, Edenio; SAMPAIO, Cláudia Batista. Review: Recent advances in evaluation of bags made from different textiles used in situ ruminal degradation. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, n. 4, p. 493–498, 2015..

VAN SOEST, P.J. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 24, 1965.

VAN SOEST, Peter J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. Disponível em:

VIDAL, M. P.; PEREIRA, A. S. C.; AFERRI, G.; SILVA, S. L. Desempenho e características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de diferentes cereais. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 2, p. 134–142, 2016. Disponível em: <<http://iz.sp.gov.br/pdfsbia/1466786928.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2016.

VILLAVICENCIO, p. a. Producción de forraje hidropónico. **Instituto de Investigaciones Agropecuarias**, v. 285, p. 45, 2014.

ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T.; MACEDO, F.A.F.; RAMOS, C. E. C. O.; PASSIANOTO, G. O. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes de rações com casca do grão de soja em substituição ao milho para cabras Saanen em lactação e no pré-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1311–1318, 2008.