

RAIMUNDO JOSÉ DE SOUSA ROCHA

**PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM
HIDROPÔNICA DE MILHO (*Zea mays* L.) EM DIFERENTES DENSIDADES DE
PLANTIO, ESTÁDIOS DE CRESCIMENTO E VOLUMES DE SOLUÇÃO NUTRITIVA**

TERESINA, PIAUÍ

2004

RAIMUNDO JOSÉ DE SOUSA ROCHA

**PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM
HIDROPÔNICA DE MILHO (*Zea mays* L.) EM DIFERENTES DENSIDADES DE
PLANTIO, ESTÁDIOS DE CRESCIMENTO E VOLUMES DE SOLUÇÃO NUTRITIVA**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal. Área de Concentração: Nutrição e Produção de Animais de Interesse Econômico.

Orientador Prof. Dr. Adeodato Ari Cavalcante Salviano
Co-Orientador Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves

TERESINA, PIAUÍ

2004

Rocha, Raimundo José de Sousa

R672e

Produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho (*Zea mays* L.) produzida em diferentes densidades de plantio, estádios de crescimento e volumes de solução nutritiva/Raimundo José de Sousa Rocha - Teresina: EDUFPI, 2004.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí.

1- Forragens - alimentação animal, 2 - forragem hidropônica – Milho, 3 - estágio de crescimento, 4 - densidade de plantio, 5 - fertirrigação. | Título.

**PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM
HIDROPÔNICA DE MILHO (*Zea mays* L.) EM DIFERENTES DENSIDADES DE
PLANTIO, ESTÁDIOS DE CRESCIMENTO E VOLUMES DE SOLUÇÃO NUTRITIVA**

RAIMUNDO JOSÉ DE SOUSA ROCHA

Dissertação aprovada em Teresina, Piauí, em 24 de setembro de 2004.

Banca Examinadora:

Dr. Adeodato Ari Cavalcante Salviano, Professor- UFPI
Orientador

Dr. Arnaud Azevêdo Alves, Professor - UFPI
Co-Orientador

Dr. José Neuman de Miranda Neiva, Professor - UFT
Membro

*O primeiro vegetal
que nascera aqui na terra
por certo fora o pai
da farta flora floresta
fonte de força vital
por sorte que a nós empresta
o pasto prato que mata
a fome que ainda nos resta
pra vida que não nos basta
e a morte que nos detesta*

*O primeiro vegetal
que nos deu toda essa força
de um feroz animal
que carrega o bem nas costas
pra repelir o mal
da terra que nos infesta
da sede peste fatal
do vírus do que não presta
que nos levará ao caos
e a morte que nos detesta*

*Quando a chuva cai do céu
toda a terra fica em festa
há fartura no vergel
Deus devolve a quem lhe empresta
como abelha faz o mel
e a formiga que despasta
numa comunhão legal de Deus
equilíbrio da razão dos seus
inocentes animais indefesos vegetais
como explicar o mal do homem
que mata e que morre de fome*

Augusto Jatobá

DEDICATÓRIA

À minha família, pelo apoio, em especial aos meus filhos Ramiro, Clara e Rafael, que literalmente plantaram, regaram e colheram hidroponicamente as sementes dessa conquista, e à minha esposa Anfrisina por assumir minhas tarefas do dia a dia. Com vocês compartilho essa conquista; vocês dedico o que me cabe.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí, por viabilizar meus estudos como Engenheiro Agrônomo e Pós-Graduação em nível de Mestrado;

Ao Centro de Ciências Agrárias (CCA), pelo apoio em infra-estrutura para a realização deste trabalho;

Ao Colégio Agrícola de Teresina (CAT), nas pessoas de José da Fonseca Castelo Branco (ex-diretor) e Francisco de Assis Sinimbú Neto (atual diretor), pelo irrestrito apoio técnico e de infra-estrutura para concretização deste trabalho;

Ao Curso de Mestrado em Ciência Animal, do qual recebemos apoio e incentivo para conclusão do curso;

Ao Departamento de Zootecnia do CCA, pela colaboração na liberação do Laboratório e fornecimento de equipamentos e material para realização das análises;

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Adeodato Ari Cavalcanti Salviano, por ter sido atencioso e amigo, colaborando de forma irrestrita no aprimoramento dessa pesquisa;

Ao meu Co-Orientador, Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves, por sua disponibilidade e valiosas orientações na elaboração desta Dissertação;

Ao Prof. Dr. José Neuman de Miranda Neiva, pelas valiosas contribuições para aprofundamento e melhoria do tema abordado nessa Dissertação;

Ao Coordenador do Curso de Mestrado em Ciência Animal, Prof. Dr. João Batista Lopes, pela colaboração nas análises estatísticas;

Ao Prof. Dr. Rozeverter Moreno Fernandes e à Prof^a. de Inglês Instrumental do CCHL/UFPI, Maria do Socorro Evaristo Cardoso de Sousa, pelo apoio e solidariedade nos momentos difíceis de minha recuperação física;

À Engenheira Agrônoma Dr^a. Adriana Lago Melo, pela inestimável colaboração na doação das sementes de milho para os experimentos deste trabalho;

À Prof^a. Dr^a. Júlia Geracila Melo e Carneiro, por ceder o Laboratório do Núcleo de Estudos, Pesquisa e Processamento de Alimentos (NUEPPA), para pesagens das amostras a serem analisadas;

A todos os professores do Mestrado em Ciência Animal do CCA/UFPI, pela contribuição no repasse de conhecimentos científicos que me permitiram essa conquista;

Aos funcionários da Biblioteca Setorial do CCA, Edivaldo Luz, Francilane Maria Lopes Oliveira, Teresinha de Jesus Sousa Rodrigues e especialmente à Dr^a. Carmem Cortez Costa, pela contribuição nos levantamentos bibliográficos necessários para a concretização deste trabalho;

Ao técnico do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do CCA, Lindomar de Moraes Uchôa, pela colaboração e auxílio nas análises realizadas;

Aos técnicos do Laboratório de Bromatologia da EMBRAPA Meio-Norte, João da Cruz de Sousa Barros e Antônio Carlos dos Santos, pela colaboração e auxílio nas análises;

Ao Técnico Agrícola do CAT, Gildésio Ribeiro de Sousa, e estudantes estagiários Irineu Sousa Silva, Ebersson Martins de Oliveira, Laércio Robert de Sousa, Leonardo do Bomfim Guimarães, Francisco Gomes da Silva Neto, Jerry Wilson Macedo Martins e Abdias Pereira Último, pela colaboração na montagem e manejo dos experimentos;

A todos os colegas do Mestrado, pela boa convivência durante esse período, especialmente a Luiz Washington Ferreira Conceição, Laí Alves Dantas Filho, Lutero de Andrade Oliveira, Isolda Márcia Rocha do Nascimento, Gregório da Silva Costa Júnior, Eunice Anita de Moura Fortes e Maria de Lourdes Soares de Brito Meneses, com os quais convivi mais de perto;

A todos, que de forma direta ou indireta prestaram estímulo e apoio à realização do Curso e desta Dissertação.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	01
2 CAPÍTULO I	06
RESUMO.....	06
ABSTRACT	07
2.1 INTRODUÇÃO	07
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	09
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
2.4 CONCLUSÕES	17
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
3 CAPÍTULO II	20
RESUMO	20
ABSTRACT	21
3.1 INTRODUÇÃO	21
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.4 CONCLUSÕES	30
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
4 CAPÍTULO III	32
RESUMO	32
ABSTRACT	33
4.1 INTRODUÇÃO	33
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	35
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.4 CONCLUSÕES	42
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	46

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
1 Produtividade de matéria natural e matéria seca e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho em diferentes densidades de plantio.....	12
2 Produtividade de matéria natural e matéria seca e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho em diferentes estádios de crescimento	26
3 Produtividade de matéria natural e matéria seca e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho em diferentes volumes de solução nutritiva	38

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
1 Produtividade de matéria natural (MN) da forragem hidropônica de milho em diferentes densidades de plantio	13
2 Porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza e fibra em detergente ácido (FDA) da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes densidades de plantio	14
3 Produtividade de matéria natural (MN) da forragem hidropônica de milho em diferentes estádios de crescimento.....	27
4 Porcentagem de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes estádios de crescimento	28
5 Produtividade de matéria natural (MN) e matéria seca (MS) da forragem hidropônica de milho em diferentes volumes de solução nutritiva	39
6 Porcentagem de matéria seca (MS), cinza, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes volumes de solução nutritiva	41

LISTA DE ABREVIATURAS

CTC = capacidade de troca catiônica

pH = potencial hidrogeniônico

FDA = fibra em detergente ácido

FDN = fibra em detergente neutro

MN = matéria natural

MS = matéria seca

PB = proteína bruta

RESUMO

Os alimentos volumosos são de fundamental importância na alimentação dos ruminantes, tanto do ponto de vista fisiológico, como econômico, uma vez que a alimentação representa cerca de 60% do custo de produção na atividade pecuária. Nesse contexto, a forragem hidropônica de milho surge como alternativa viável para a produção de volumosos, pois alcança alta produtividade e boa qualidade nutricional, podendo ser produzida em pequenas áreas e em curto intervalo de tempo, independente das condições meteorológicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho produzida em substrato casca de arroz. O experimento foi conduzido no Colégio Agrícola de Teresina, (CAT), vinculado à Universidade Federal do Piauí, em Teresina, PI, tendo com seis tratamentos e quatro repetições, instalados em canteiros de 3,0 x 1,0 m, confeccionados em madeira, revestidos com filme de polietileno de 150 micras. A pesquisa foi executada de forma seqüencial, onde se avaliou inicialmente o efeito da densidade de plantio na produtividade e composição químico-bromatológica da forragem. Foram testadas seis densidades de plantio (0,8; 1,2; 1,6; 2,0; 2,4 e 2,8 kg de sementes/m²), em ciclo de produção de 15 dias. No segundo experimento, foi avaliado o efeito do estágio de crescimento (12, 14, 16, 18, 20 e 22 dias) sobre a produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho em densidade de plantio 2,8 kg de sementes/m². No terceiro experimento, avaliou-se o efeito do volume de solução nutritiva na produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho, utilizando-se (5, 6, 7, 8, 9 e 10 litros/m²), em densidade de plantio 2,8 kg de sementes/m² e colhidos aos 18 dias após o plantio. Este trabalho indicou efeito da densidade de plantio, estágio de crescimento e volume de solução nutritiva na disponibilidade de fitomassa e composição químico-bromatológica de forragem hidropônica de milho. É necessário se avaliar densidades de plantio superiores às adotadas neste trabalho, devido seu efeito na redução do teor de fibra e incremento nitrogenado. Quando da avaliação da forragem hidropônica de milho, sugere-se atenção especial aos teores mínimos de proteína exigidos ao bom funcionamento ruminal, bem como à qualidade da fibra em relação à utilização dos nutrientes dessa fonte alimentar. A relação entre disponibilidade de fitomassa e de matéria seca deve ser considerada com base na variação do teor de matéria seca na matéria natural, em função dos tratamentos adotados.

ABSTRACT

The roughages are of fundamental importance in the ruminant feeding, of the physiologic and economical view point, because the feeding in the productions system represents about 60% of the production cost in livestock. In this context, the hydroponic corn forage appears as viable alternative for the production of roughage, because it presents high productivity and good nutritional value, could be produced in small areas in short space of time, independent of meteorological conditions. This work was developed to evaluate the productivity and composition chemical of the hydroponic corn forage produced in rice peel substratum. The experiment was conducted in Colégio Agrícola de Teresina (CAT) of the Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, having six treatments and four replications, constituted of stonemasons (3,0 x 1,0 m), made in wood, covered with polyethylene film of 150 μ . The research was executed of sequential way, being initially evaluated planting density effect on productivity and chemical composition of the forage. Six planting densities were tested (0.8; 1.2; 1.6; 2.0; 2.4 and 2.8 kg of seed/m²). The production cycle was of 15 days. In second experiment, the plant growing stage (12, 14, 16, 18, 20 and 22 days) on the productivity and chemical composition of hydroponic corn forage with the planting density of 2.8 kg of seed/m², it was studied. In third experiment, the effect of nutritious solution volume on the productivity and chemical composition of the hydroponic corn forage was evaluated. The treatment were constituted of 5, 6, 7, 8, 9 and 10 liter/m² with planting density of 2.8 kg of seed/m² and 18 days of crop time. This work showed planting density, plant growing stage and nutritious solution volume effects on availability of fitomass and chemical composition of hydroponic corn forage. It is necessary to evaluate the larger planting densities than used in this work, due to its effect in fiber contents reduction and in the increase of nitrogen. compound Considering the evaluation of hydroponic forage, it is suggested special attention to the minimum protein contents demanded to the good ruminal function, as well as to the fiber quality in relation to the use of the nutrients of this alimentary source. The relationship between fitomass productivity and dry matter should be considered, basing in dry matter contents variation in the natural matter, in function of the adopted treatments.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a pecuária brasileira tem desempenhado importante papel na economia, através de aumentos significativos de produtividade, alcançados pelo uso cada vez mais freqüente da engenharia genética, controle sanitário dos rebanhos e principalmente fornecimento qualitativo e quantitativo de alimento, resultando em animais cada vez mais produtivos, proporcionado crescimento constante na exportação de carne. No entanto, essa realidade nacional não vem ocorrendo com a mesma intensidade na região Nordeste, particularmente no semi-árido, que representa 74,3% da área desta região, além de parte do estado de Minas Gerais (MENDES, 1987), visto que essa região apresenta como principal característica a sazonalidade climática, onde distingue-se dois períodos bem definidos, um chuvoso, com duração de 4 a 6 meses, e outro seco, com 6 a 8 meses. No período chuvoso, ocorre a renovação das pastagens, garantindo produção de forragem abundante e de qualidade. Durante o período seco, com a ausência das chuvas, que impossibilita a renovação das pastagens, o pasto remanescente perde rápida e progressivamente seu valor nutritivo (MESQUITA, 1985 e ARAÚJO FILHO et al., 1990), em virtude do processo fisiológico de lignificação das plantas e da seletividade com que os animais pastejam, consumindo preferencialmente as partes mais tenras e mais nutritivas das forragens (PIMENTEL et al., 1992 e LIMA et al., 1998).

Essa correlação de fatores leva mais da metade das famílias da região Nordeste a viverem em situação de pobreza crítica, englobando uma população de 22 milhões de pessoas (SUDENE, 1996), levando-as ao êxodo. No meio rural nordestino concentra-se mais de 90% de brasileiros que recebem menos de meio salário mínimo. As dificuldades de permanência na região têm impulsionado seus habitantes, ao êxodo rural, que alcançou 4,1 milhões de pessoas na última década (ALVES, 1996). Dessa forma, as políticas de desenvolvimento regional, obrigatoriamente devem contemplar

ações de estruturação e suporte para o fortalecimento do agronegócio dos produtos de origem animal na região (LIMA e MACIEL, 1998).

O planejamento racional e tecnicamente viável na produção de alimentos exerce peso significativo na concretização dos sistemas pecuários da região nordeste. Na busca desses objetivos, pesquisadores e técnicos vêm tentando desenvolver sistemas de exploração e manejo de pastagens capazes de elevar a quantidade e qualidade da forragem disponível durante o período seco, como forma de melhorar o nível nutricional dos rebanhos nesse período e assegurar produção mais estável e econômica de carne ao longo do ano (SOUZA e ESPÍNDOLA, 2000). Nesse sentido, estão disponíveis aos pecuaristas várias alternativas tecnológicas, a partir de plantas forrageiras adaptadas à região, como o uso de cactáceas forrageiras; leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.), guandu (*Cajanus cajan* L.) e algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz.) DC), entre outras, que têm contribuído para minimizar esse quadro de escassez de alimentos no período seco.

Essas alternativas têm se mostrado insuficientes para resolver o problema, especialmente junto aos pequenos produtores, devido ao baixo nível de capacitação tecnológica e dificuldade de acesso à assistência técnica pelos mesmos. Assim, pecuaristas nordestinos vêm testando como opção alimentar a forragem hidropônica de milho, que se baseia no princípio da hidroponia.

A hidroponia tem sido utilizada há séculos. Segundo TEIXEIRA (1996), a primeira referência sobre o uso do princípio da hidroponia, diz respeito à experiência de John Woodward, que em 1699 cultivou menta em vários tipos de água. No entanto, somente a partir de 1938 surgiu o interesse pelo cultivo hidropônico comercial, através dos trabalhos desenvolvidos por Gericke (TEIXEIRA, 1996).

O termo hidroponia vem da junção das palavras *hidro* (água) e *ponos* (trabalho), assim o cultivo hidropônico literalmente significa trabalho na água ou cultivo na água (CARMELLO e ROSSI, 1997).

A hidroponia, como técnica de cultivo de alimentos, ganhou impulso na segunda guerra mundial, quando, devido às condições climáticas (clima frio na Groelândia e solo árido nas Ilhas Guadalupe), recorreu-se a essa técnica para abastecer de verduras frescas os soldados, livrando-os da avitaminose. Entre os soldados americanos, a necessidade de recorrer a hidroponia, deveu-se ao fator cultural, uma vez que, durante a ocupação americana do território japonês, os soldados

recusavam-se a consumir verduras e legumes cultivados em terrenos fertilizados com fezes humanas, prática milenar adotada na agricultura daquele país (BASSO e BERNARDES, 1993).

Somente a partir de 1973, segundo CARMELLO e ROSSI (1997), a hidroponia ganhou impulso, através dos estudos de Cooper, que a tornou competitiva em relação a outras formas de produção comercial, com a introdução da técnica do NFT (Nutrient Film Technique), ou seja, a técnica do Fluxo Laminar de Solução, na qual uma fina camada de solução circula continuamente, em condutos fechados ou abertos, mantendo o crescimento ativo das plantas produzidas.

A técnica da forragem hidropônica de milho consiste em produzir forragem, em substratos orgânicos, tais como bagaço-de-cana, casca ou palha de arroz, capim seco, ou qualquer outro material comestível de boa digestibilidade, que ao final do processo se incorporará às raízes do milho como parte integrante do produto final, tendo como fonte de nutrientes uma solução nutritiva contendo os elementos essenciais necessários ao rápido e vigoroso crescimento vegetal.

As propriedades químicas geralmente utilizadas para a caracterização de um substrato são pH, capacidade da troca catiônica (CTC), salinidade e teor de matéria orgânica. Entre as propriedades físicas mais utilizadas, destacam-se: densidade, porosidade, espaço de aeração e economia de água, conforme afirmam SCHMITZ et al. (2002). Ainda, com relação às propriedades físicas, suas partículas devem apresentar tamanho não inferior a 0,5 e não superior a 6 mm; reter boa quantidade de umidade, mas que facilitem a saída do excesso de água; não conter microrganismos prejudiciais à saúde de animais e plantas; que sejam abundantes, fáceis de conseguir, transportar, manejar, leves e de baixo custo (MARULANDA, 1995), portanto, características encontradas na casca de arroz, quando usada como substrato na produção de forragem hidropônica de milho. INRA (1983), BLANC (1987) e ANDRIOLO (1999), ao tratarem do cultivo do tomateiro, afirmam que o substrato em culturas fertiirrigadas é uma das principais alternativas de controle das doenças do sistema radicular.

A fase de fertiirrigação constitui-se numa das etapas mais importantes da produção de forragem hidropônica de milho, já que a única fonte de nutrientes para as plantas é fornecida pela solução nutritiva, através da água de irrigação.

A solução nutritiva, quando bem equilibrada nutricionalmente, proporciona acelerado crescimento vegetativo e ganho de massa verde à forragem, devendo, apresentar todos os macro e micronutrientes essenciais ao bom desenvolvimento da cultura. Neste sentido, MARULANDA (1995) afirma que para fornecimento dos nutrientes, usa-se duas soluções concentradas (A e B) a solução A nutre as plantas com os elementos exigidos em maiores proporções, como o nitrogênio (N), fósforo (P), Cálcio (Ca), e potássio (K); a solução B aporta, em contrapartida, os elementos que são exigidos em menores proporções, como o Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Boro (B) e molibdênio (Mo).

Na preparação da solução nutritiva, além do aspecto qualitativo (composição) e quantitativo (balanço nutricional), deve-se observar a pressão osmótica, que deverá estar entre 0,5 e 1,0 atmosferas (atm); condutividade elétrica, entre 2 e 3 (milisiemens/centímetro); e pH entre 6,0 e 6,5 (CARMELLO, 1996).

A composição ideal da solução nutritiva depende não somente da concentração em nutrientes, mas também, de outros fatores ligados ao cultivo, como o tipo de sistema hidropônico, fatores ambientais (temperatura do ar, luminosidade e umidade), época do ano (fotoperíodo), espécie vegetal e cultivar em produção (CARMELLO e ROSSI, 1997). De acordo com esses autores, na preparação da solução nutritiva, os sais devem ser dissolvidos separadamente, nunca se deve misturar de forma concentrada soluções de nitrato de cálcio e sulfatos, uma vez que, poderá ocorrer precipitação do cálcio como sulfato de cálcio.

A forragem hidropônica de milho constitui-se em excelente opção, uma vez que, trata-se de alimento volumoso com bons níveis de proteína bruta e digestibilidade, permitindo o consumo por ruminantes e não ruminantes.

Como principais vantagens da forragem hidropônica de milho, OLIVEIRA (1998), destaca o ciclo rápido e contínuo, desenvolvendo-se independente das condições agro-climáticas; alta produtividade por m²; eliminação do uso de agrotóxicos, devido ao rápido sistema de produção, especialmente no que diz respeito à inexistência de ervas daninhas; baixo custo de produção; possibilidade de implantação em qualquer região, independente das condições topográficas; dispensa altos investimentos em maquinário para ensilagem, fenação ou armazenamento; além de necessitar de pouca mão-de-obra e baixo custo de instalação da estrutura.

Apesar das inúmeras vantagens dessa técnica, ainda não se dispõe de pesquisas que oriente técnicos e produtores rurais quanto às diversas fases do processo produtivo. Diante deste fato, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes densidades de plantio, estádios de crescimento e volumes de solução nutritiva.

2 CAPÍTULO I

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO (*Zea mays L.*) EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO

RESUMO - A produção de volumosos de qualidade torna-se a cada dia mais importante na busca de melhores rendimentos na pecuária. Objetivando-se avaliar a produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho, foi conduzido um experimento no mês agosto de 2003, no Colégio Agrícola de Teresina (CAT/UFPI), onde foram avaliadas seis densidades de plantio (0,8; 1,2; 1,6; 2,0; 2,4 e 2,8 kg de sementes/m²), em substrato casca de arroz. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos (densidades de plantio) e quatro repetições. A colheita ocorreu 15 dias após o plantio e as variáveis avaliadas foram produtividade de matéria natural (MN) e matéria seca (MS) e teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina. A produtividade de MN e os teores de MS, PB, cinza, FDA e lignina da forragem hidropônica de milho foram influenciados pela densidade de plantio ($P < 0,05$), não se verificando efeito significativo ($P > 0,05$) para teor de FDN. A produtividade MN e teor de PB atingiram melhores resultados no tratamento 2,8 kg de sementes/m², alcançando 19,12 kg/m² e 5,84%, respectivamente. Os maiores valores para MS (34,32%), cinza (13,86%), FDN (81,83%), FDA (65,03%) e lignina (13,81%), foram alcançados em densidade de plantio 0,8 kg de sementes/m². O aumento da densidade de plantio elevou a produtividade de matéria natural e o teor de proteína bruta. Contribuiu para redução dos teores de matéria seca, cinza e FDA. A composição químico-bromatológica do substrato casca de arroz deve ser considerado, devido sua participação proporcionalmente elevada em densidades de plantio mais baixas, com substancial efeito sobre o valor nutritivo da forragem hidropônica de milho. É necessário se avaliar densidades de plantio superiores a 2,8 kg de sementes/m², devido ao aumento da produção de fitomassa e teor de proteína bruta associado à redução do teor de FDA obtido até essa densidade.

PALAVRAS-CHAVE: casca de arroz, densidade de plantio, hidroponia, valor nutritivo.

PRODUCTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE HYDROPONIC CORN FORAGE (*Zea mays* L.) IN DIFFERENT PLANTING DENSITIES

ABSTRACT – The production of quality roughage is providing better yield in the livestock production. This work was developed to evaluate the productivity and chemical composition of the hydroponic corn forage cultivated in rice peel substratum, with six planting density (0.8; 1.2; 1.6; 2.0; 2.4 and 2.8 kg of seed/m²). The experiment was conducted, in 2003, August, in “Colégio Agrícola de Teresina”, of the Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí. The experimental design was completely randomized with six treatments (planting densities) and four replications. The crop time happened to the fifteen days after the planting. The variables studied were productivity of natural and dry matter, and dry matter contents (% DM), crude protein (%CP), ash (%), neutral detergent fiber (%NDF), acid detergent fiber (%ADF) and lignin (%). The productivity of natural matter and the DM (%), CP (%), ash (%), ADF (%) and lignin (%) of the hydroponic corn forage were influenced by planting density ($P < .05$). However, NDF (%) was not influenced ($P > .05$) by planting density. The NM productivity and CP content reached best results in treatment 2.8 kg seeds/m², reaching 19.12 kg/m² and 5.84%, respectively. The biggest values for DM (34.32%), Ash (13.86%), NDF (81.83%), ADF (65.03%) and Lignin (13.81%) were reached in planting density 0.8 kg seeds/m². Planting density increase raised productivity of natural matter and in crude protein content (%) and it contributed for the decrease of dry matter, ash and FDA. The chemical composition of rice peel substratum is important because its participation proportionality high in low planting densities can have effect on nutritive value of the hydroponic corn forage. It is necessary to evaluate the planting density larger than to 2.8 kg seed/m², because the increase of fitomass production and crude protein (%) is associated to FDA contents decrease obtained until that density.

KEY WORDS: chemical composition, hydroponic, planting density, rice peel

2.1 INTRODUÇÃO

A produção pecuária brasileira é caracterizada pela alimentação a pasto, o que tem contribuído fortemente com as exportações brasileiras, especialmente após o surgimento, na Inglaterra, da encefalopatia espongiiforme bovina. A exportação de carnes e derivados no ano de 2003 foi de 3.439.000 t, representando 4.092 bilhões de dólares (MAPA, 2003).

A grande vantagem da carne produzida no Brasil em relação aos principais produtores mundiais, Austrália e Estados Unidos, está na forma de manejo, onde nosso

rebanho tem como base alimentar o pasto, sendo assim denominado “boi verde”. No entanto, essa condição privilegiada, constatada especialmente nos Cerrados do Brasil Central, onde há 45 a 50 milhões de hectares com área de pastagem e responde por 60% da produção de carne bovina do Brasil (BARCELOS, 1996), não ocorre no Nordeste brasileiro, particularmente no semi-árido, que apresenta como principal característica a sazonalidade climática, tornando a agropecuária atividade de risco.

Na tentativa de resolver esses problemas, pesquisadores e técnicos vêm tentando desenvolver sistemas de exploração e manejo de pastagens capazes de elevar a quantidade e qualidade da forragem disponível durante o período seco, como forma de melhorar o nível nutricional dos rebanhos neste período e assegurar produção mais estável e econômica de carne ao longo do ano (SOUZA e ESPÍNDOLA, 2000). Uma das alternativas é a produção de forragem hidropônica de milho, baseada no uso de solução nutritiva, através da fertirrigação, como única forma de nutrição das plantas.

A produção de forragem hidropônica de milho surgiu da necessidade de obtenção de forragem de boa qualidade e palatabilidade nos períodos críticos de disponibilidade das pastagens nativas e/ou cultivadas, em função da irregularidade na distribuição e frequência das chuvas na região Nordeste. A forragem hidropônica apresenta-se como alternativa alimentar, se destacando pela alta produção da matéria natural em ciclo curto, podendo ser produzida durante todo o ano. É um produto obtido a partir da germinação e desenvolvimento inicial das plantas, resultando em uma forragem de alta digestibilidade e qualidade nutricional (FAO, 2001).

Um dos aspectos de relevância na produção da forragem hidropônica de milho diz respeito à quantidade de sementes que deve ser utilizada por metro quadrado. Trabalho desenvolvido por OLIVEIRA (1998), sugere a densidade de plantio 3,5 kg de sementes/m²; REGO FILHO et al. (2003), afirmam não ocorrer diferença de produtividade entre as densidades de plantio 2 e 3 kg de sementes/m²; enquanto, CAMPELO et al. (submetido), ao avaliarem produção e qualidade da forragem hidropônica de milho, utilizando 2,5 kg de sementes/m² em dois tipos de substratos, obtiveram 24,5 e 21,5 kg de MN, respectivamente, para os substratos casca de arroz e capim elefante.

Apesar da grande importância e potencial da forragem hidropônica de milho para as regiões semi-áridas, destaca-se a necessidade de trabalhos que descrevam as várias fases do processo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e

composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho em diferentes densidades de plantio.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Colégio Agrícola de Teresina (CAT), vinculado à Universidade Federal do Piauí - UFPI em Teresina, PI, situado a 5°05'21" de latitude Sul e 42°48'07" de longitude Oeste, no mês de agosto de 2003, que apresenta médias pluviométricas 11,6 mm e temperatura média 28,1°C, para o mês de agosto (INMET, 1992).

Foram utilizados canteiros confeccionados em madeira serrada, com fundo em madeirite, e dimensões 1,0 m de largura, 3,0 m de comprimento e 4,0 cm de profundidade, revestidos com filme de polietileno preto de 150 micras, segundo recomendação de OLIVEIRA (1998). Em uma das extremidades dos canteiros, foram feitas aberturas com 1,0 m de largura e 1,0 cm de altura, na parte inferior da parede, permitindo drenagem do excedente de água de irrigação. Para facilitar a drenagem, os canteiros foram instalados com declividade 2%.

O substrato utilizado foi casca de arroz em estado natural, cuja relação foi de 3,55 kg por metro quadrado de canteiro e apresentou a seguinte composição químico-bromatológica, segundo metodologia recomendada por SILVA e QUEIROZ (2002), matéria seca (MS) 85,82%; e, com base na MS, PB 2,55%; cinza 9,06%; FDN 86,67%; FDA 64,82% e lignina 16,76%, que ao final do processo de produção foi incorporado à forragem hidropônica.

Utilizou-se a variedade de milho São Vicente, bastante difundida, por adaptar-se bem às condições climáticas do Estado do Piauí. As sementes não sofreram nenhum tratamento com agroquímicos, foram efetuados testes de germinação segundo LANARV (1980), obtendo-se índice de 90%, e a seguinte composição químico-bromatológica, conforme SILVA e QUEIROZ (2002), matéria seca (MS) 87,73%; e, com base na MS, PB 8,76%; cinza 1,28%; FDN 10,05% e FDA 2,62%.

A solução nutritiva foi composta por dois componentes: Nutrimil-HP* - fertilizante foliar em pó, solúvel em água, contendo 10% de Nitrogênio total (N), 12% de fósforo (P_2O_5), 27% de Potássio (K_2O), 2,5% de Enxofre (S), 0,05% de Zinco (Zn), 0,1% de Ferro (Fe), 2,5% de Magnésio (Mg), 0,05% de Boro (B) e 0,0005% de Molibdênio (Mo), e o FTS - Cálcio Nítrico*, fertilizante líquido, fonte complementar de Cálcio (Ca) e Nitrogênio (N), composto por 10% de N e 12% de Ca. As soluções foram preparadas seguindo-se orientação do fabricante para produção de forragem hidropônica de milho, ou seja, solução A - Nutrimil-HP, 2,5 g para 10 L de água, e solução B – FTS - Cálcio Nítrico, 2,5 mL para 10 L de água.

Foram preparadas as soluções A e B, em quantidades suficientes para os 12 dias de fertiirrigação, sendo as mesmas depositadas em recipientes plásticos, e misturadas em água por ocasião da rega.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições, distribuídos em 24 canteiros agrupados em três filas com oito parcelas, distanciadas entre si 60 cm. Os tratamentos consistiram das densidades de plantio, sendo assim constituídos: Tratamento 1 (0,8 kg de sementes/m²), Tratamento 2 (1,2 kg de sementes/m²), Tratamento 3 (1,6 kg de sementes/m²), Tratamento 4 (2,0 kg de sementes/m²), Tratamento 5 (2,4 kg de sementes/m²) e Tratamento 6 (2,8 kg de sementes/m²).

O substrato, casca de arroz, foi colocado nos canteiros no dia anterior ao plantio, sendo distribuído em camada de 4,0 cm de espessura e regado com 7 L de água quatro vezes ao dia, com o objetivo de melhorar a capacidade de retenção de água pela casca de arroz.

As sementes de milho foram distribuídas em 24 baldes de plástico, nas quantidades correspondentes a cada repetição, para em seguida completá-los com água, deixando-as submersas por 24 horas. Com esse procedimento objetivou-se saturar as sementes, criando uma condição de pré-germinação (OLIVEIRA, 1998).

Passado o período de pré-germinação, procedeu-se o cultivo do milho. Retirou-se todo o substrato dos canteiros, para em seguida distribuí-lo, inicialmente numa camada de 2,0 cm de espessura, seguido de rega com 7 L de água/canteiro para melhor fixação do mesmo. Após distribuição uniforme das sementes em todas as

* Nutrimil – HP e FTS – Cálcio Nítrico, fabricados por Nutriplant Indústria e Comércio Ltda., Av. Constante Pavan, 1155, Paulínia, SP.

parcelas, estas foram cobertas por uma camada de 2,0 cm de substrato e procedeu-se nova rega, com a mesma quantidade de água.

As regas foram realizadas nas seguintes quantidades e horários: 1º e 2º dias após plantio, rega às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00, com 1,75 L de água/m²; do 3º ao 12º dias, regas com 2,45 L de solução nutritiva/m², às 8:00 e 14:00, e com 1,05 L de água/m², às 11:00 e 17:00; do 13º ao 15º dia, rega com 1,75 L de água/m², às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00.

A suspensão da fertirrigação a partir do 13º dia objetivou drenagem do excesso de sais, segundo recomendação de OLIVEIRA (1998), tornando a forragem mais apropriada ao consumo animal. No 15º dia realizou-se a coleta e pesagem da forragem (parte aérea + sistema radicular + substrato).

Para quantificação da produtividade e análise da composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho, os canteiros foram sub-divididos em três partes iguais, cada uma com 1,0 m², das quais pesou-se a parte central (1,0 m²), correspondente a cada repetição, coletando-se as amostras, que foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e conduzidas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFPI para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, conforme recomendado por SILVA e QUEIROZ (2002).

Os resultados foram interpretados por meio das análises da variância e regressão e a escolha do melhor modelo foi feita com base na significância dos coeficientes de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os procedimentos PROC GLM e PROC REG do logicário estatístico SAS (2000).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos para produtividade de matéria natural (MN) e matéria seca (MS), e para teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina da forragem

hidropônica de milho cultivada em diferentes densidades de plantio estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Produtividade de matéria natural e matéria seca e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho em diferentes densidades de plantio

Table 1 – Natural and dry matter productivity and chemical composition of hydroponic corn forage in different planting densities

Parâmetros	Densidade de plantio (kg de sementes/m ²)					
	<i>Planting Density (kg seed/m²)</i>					
	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
Matéria natural (kg/m ²) <i>Natural matter (kg/m²)</i>	12,87	15,88	17,27	16,58	17,02	19,12
Matéria seca (kg/m ²) <i>Dry matter (kg/m²)</i>	4,42	4,61	3,69	4,14	4,31	4,49
Matéria seca (%) <i>Dry Matter (%)</i>	34,32	30,96	21,45	25,02	25,48	23,30
Com base da matéria seca (%) <i>In basis of dry matter (%)</i>						
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	3,62	4,55	5,02	5,14	5,39	5,84
Cinza <i>Ash</i>	13,86	13,07	13,51	12,46	12,10	11,66
Fibra detergente neutro <i>Neutral detergent fiber</i>	81,83	78,23	79,05	78,32	77,46	78,75
Fibra detergente ácido <i>Acid detergent fiber</i>	65,03	61,03	64,47	59,85	56,02	57,62
Lignina <i>Lignin</i>	13,81	10,04	11,33	11,56	13,38	13,79

A produtividade de MN da forragem hidropônica de milho foi influenciada pela densidade de plantio ($P < 0,05$). Por meio da análise de regressão, obteve-se a equação para produtividade de MN, em função da densidade de plantio, onde observou-se efeito quadrático (Figura 1), não atingindo-se ponto de máximo até a densidade 2,8 kg de sementes/m². A produtividade obtida para esta densidade de plantio foi 19,12 kg de MN/m², verificando-se aumento de 48,56% em relação à densidade 0,8 kg de sementes/m² (Tabela 1), o que pode ser explicado pela quantidade de sementes por área, ocorrendo assim maior número de plantas e conseqüente efeito no peso da MN. SANTOS et al. (2004), trabalhando com forragem hidropônica, utilizaram seis espécies

vegetais aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), centeio (*Secale cereale* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), milho (*Zea mays* L.) e milheto (*Pennisetum americanum* L.) e cinco densidades de plantio (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 3,0 kg/m²), e demonstraram que a produção de MN aumenta com o aumento na densidade de plantio. Segundo TONETTO et al. (2004), a forragem hidropônica de milho produzida em substrato capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em quatro densidades de plantio (0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 kg/m²), apresentou teor de MN superior para o tratamento com maior densidade de plantio, confirmando resultados obtidos neste trabalho.

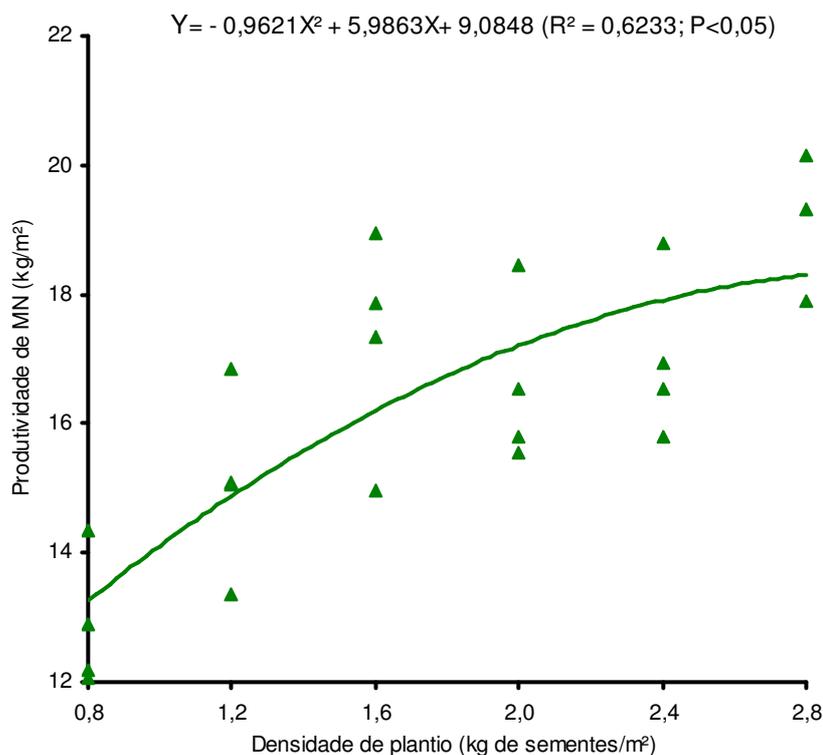


Figura 1- Produtividade de matéria natural (MN) da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes densidades de plantio.

A produtividade de MS da forragem hidropônica de milho não sofreu influência da densidade de sementes ($P > 0,05$). O mesmo comportamento foi obtido por OLIVEIRA et al. (2001), ao avaliarem a forragem hidropônica de milho, utilizando

densidades de 1,0; 1,5 e 2,0 kg de sementes/m² em substrato forragem de guandu (*Cajanus cajan* L.) com 2,0 e 4,0 kg/m².

A densidade de plantio influenciou os teores de MS da forragem hidropônica de milho ($P < 0,05$). A partir da análise de regressão, obteve-se a equação para teor de MS em função da densidade de plantio. Houve decréscimo linear de aproximadamente 5% de MS por kg de semente acrescido por m² de área cultivada (Figura 2). Este resultado pode ser explicado pelo aumento na produção de MN em maiores densidades de plantio, refletindo em menor impacto da MS do substrato casca de arroz nos tratamentos compostos por densidades mais elevadas.

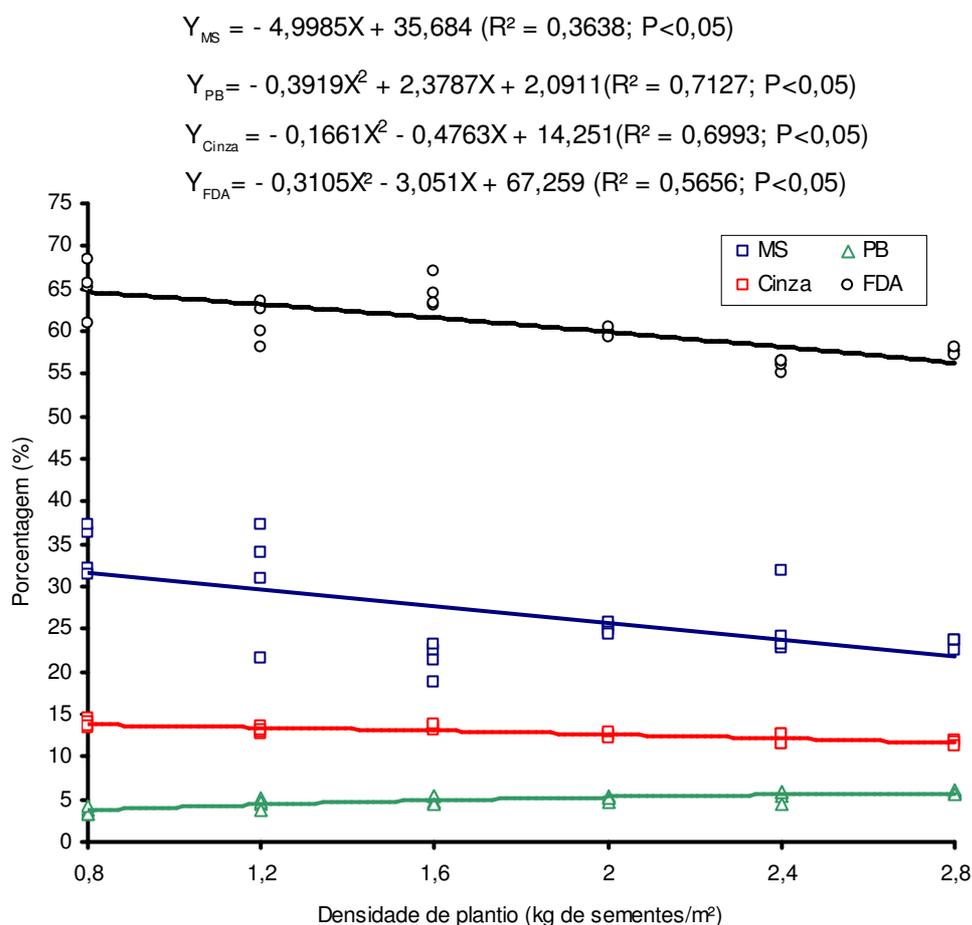


Figura 2 - Porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza e fibra em detergente ácido (FDA) da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes densidades de plantio.

O teor de MS da casca de arroz (85,82%), justifica a diferença nos teores de MS entre as densidades 0,8 e 2,8 kg de sementes/m². Trabalhos desenvolvidos por REGO FILHO et al. (2003), demonstraram que as densidades de plantio 2 e 3 kg de semente/m² não interferiram no teor de MS, o que também foi observado neste trabalho, considerando-se o mesmo intervalo avaliado pelos autores. Segundo BALIEIRO et al. (2000), o percentual de MS da forragem hidropônica varia com o substrato utilizado, sendo elevado quando utiliza-se a casca de arroz, porém a qualidade da forragem é afetada negativamente por este substrato. OLIVEIRA et al. (2001), trabalhando com forragem hidropônica de milho, utilizando densidade de plantio 1,0; 1,5; e 2,0 kg de sementes/m² e dois substratos, forragem de guandu (*Cajanus cajan* L.) e bagaço de cana-de açúcar nas densidades 2,0 e 4,0 kg/m², verificaram que a densidade de plantio exerce pouca influência na produção de MS e que a qualidade da forragem foi influenciada pelo tipo e quantidade do substrato.

Os expressivos valores encontrados para teor de MS, especialmente nas densidades mais baixas, devem ser questionados quanto à importância alimentar, devido à grande proporção de MS no substrato casca de arroz (85,82%), que se caracteriza ainda pelo baixo teor de PB (2,55%) e elevados teores de sílica. DELLA et al. (2001), obtiveram até 90% de silício na casca de arroz, mineral que em grande quantidade na forragem funciona como inibidor do consumo de MS (RIBEIRO, 1997).

Os teores de PB da forragem hidropônica de milho foram influenciados pela densidade de plantio ($P < 0,05$). A partir da análise de regressão, obteve-se a equação para teor de PB em função da densidade de plantio. Houve efeito quadrático, não atingindo-se o ponto de máximo até a densidade 2,8 kg de sementes/m² (Figura 2). O teor de PB obtido na densidade 2,8 kg de sementes/m² apresentou incremento de 61,32%, em relação à densidade 0,8 kg de sementes/m². Estes resultados estão de acordo com trabalhos de ISEPON et al. (2002) e TONETTO et al. (2004), que obtiveram incremento no teor de PB da forragem hidropônica de milho com o aumento na densidade de plantio. A relação observada entre o acréscimo nos teores de PB e o aumento na densidade de plantio pode encontrar suporte no fato da semente de milho utilizada no experimento apresentar teor de PB da ordem de 8,76% e quanto maior a densidade de sementes/m², maior a produção de MN, material com maior teor de PB que o substrato casca de arroz. Os resultados obtidos para teor de PB (Figura 2), comprometem a forragem hidropônica de milho produzida em substrato casca de arroz

como alternativa alimentar para ruminantes, uma vez estes animais necessitam de dietas com pelo menos 6 a 8% de PB, para que possam alcançar níveis de consumo e digestibilidade suficientes para sua manutenção (VAN SOEST, 1994).

Os teores de cinza da forragem hidropônica de milho foram influenciados pela densidade de plantio ($P < 0,05$). A partir da análise de regressão, obteve-se a equação para teor de cinza em função da densidade de plantio. Houve efeito quadrático, não atingindo o ponto de mínimo até a densidade 2,8 kg de sementes/m² (Figura 2). Os teores de cinza obtidos nos seis tratamentos avaliados evidenciam a influência do substrato casca de arroz no material analisado, especialmente na densidade 0,8 kg de sementes/m², decorrente provavelmente da predominância do substrato casca de arroz no material analisado, uma vez este material apresentar 9,06% de cinza. O teor de cinza obtido na densidade 2,8 kg de sementes/m² (11,66%), apresentou decréscimo de 15,87%, quando comparado à densidade 0,8 kg de sementes/m² (13,86%), confirmando o efeito da densidade de plantio nos teores de cinza obtidos para a forragem hidropônica de milho. Esta redução, pode ser explicada pelo aumento na produção de MN em maiores densidades de plantio, refletindo em menor impacto da cinza do substrato casca de arroz (9,06%) nos tratamentos compostos por densidades mais elevadas, uma vez que, segundo CAMPELO et al. (submetido), o teor de cinza obtido na planta de milho produzida por hidroponia é 1,53%.

ISEPON et al. (2002), produzindo forragem hidropônica de milho com (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 kg de sementes/m²) em substrato bagaço de cana-de-açúcar, também, obtiveram decréscimos no teor de cinza com o aumento da densidade de plantio.

O teor de FDN da forragem hidropônica de milho não sofreu influência da densidade de sementes ($P > 0,05$), com média 78,94% na MS. O mesmo comportamento foi obtido por TONETTO et al. (2004), ao produzirem forragem hidropônica de milho no substrato capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), utilizando quatro densidades de plantio (0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 kg de sementes/m²).

A densidade de plantio influenciou os teores de FDA da forragem hidropônica de milho ($P < 0,05$). A partir da análise de regressão, obteve-se a equação para teor de FDA em função da densidade de plantio. Houve efeito quadrático, não atingindo-se o ponto de mínimo até a densidade 2,8 kg de sementes/m² (Figura 2). O teor de FDA, obtido na densidade 2,8 kg de sementes/m² (57,62%) apresentou decréscimo de

11,39%, em relação à densidade 0,8 kg de sementes/m² (65,03%), confirmando o efeito da densidade de plantio nos teores de FDA da forragem hidropônica de milho. Em todos os tratamentos avaliados, os teores de FDA foram elevados, justificando-se pelo elevado teor de FDA obtido no substrato casca de arroz (64,82%) utilizado neste trabalho. OLIVEIRA et al. (2001), ao avaliarem a forragem hidropônica de milho, cultivada nos substratos forragem de guandu (*Cajanus cajan* L.) e bagaço de cana-de-açúcar, nas proporções 2 e 4 kg/m², com densidades de plantio 1,0; 1,5 e 2,0 kg de sementes/m², verificaram que o aumento na proporção do substrato elevou o teor de FDA em todas as densidades de plantio, verificando-se ainda que a menor densidade de plantio, 1,0 kg de sementes/m², resultou em acréscimo no teor de FDA em relação às demais densidades, indicando que a composição químico-bromatológica do substrato contribui para elevar o teor de FDA da forragem. Hidropônica.

Nas condições do semi-árido, onde em determinadas épocas do ano as condições climáticas, inviabilizam a produção de alimentos para os animais, a forragem hidropônica de milho apresenta-se não como opção para engorda do rebanho e sim uma das poucas alternativas alimentares para sobrevivência do rebanho. Como afirmam CAMPELO et al. (submetido), nestas condições ambientais, o principal objetivo deve ser de saciar a fome, garantindo a manutenção e o bem-estar dos animais, merecendo destaque a produção de maior quantidade de alimento com pequenas quantidades de água.

De forma geral, o teor de lignina mostrou-se elevado, sendo maior na densidade 0,8 kg de sementes/m² e menor na densidade 1,2 kg de sementes/m² (P<0,05) (Tabela 1). O elevado teor de lignina da forragem hidropônica de milho em avaliação é justificado pela presença deste constituinte no substrato utilizado, composto por casca de arroz (16,76%).

2.4 CONCLUSÕES

O aumento da densidade de plantio elevou a produção de matéria natural, no entanto, não alterou a produtividade da matéria seca e elevou o teor de proteína bruta. Contribuiu para redução dos teores de matéria seca, cinza e FDA.

A composição químico-bromatológica do substrato casca de arroz deve ser considerada, devido sua participação proporcionalmente elevada em densidades de plantio mais baixas, com substancial efeito sobre o valor nutritivo da forragem hidropônica de milho.

É necessário se avaliar densidades de plantio superiores a 2,8 kg de sementes/m², devido ao aumento da produção de fitomassa e teor de proteína bruta, associado à redução do teor de FDA obtido até essa densidade.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALIEIRO, G.; FERREIRA, J.J.; VIANA, A.C. et al. Produção de forragem hidropônica de milho com diferentes substratos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1 CD.

BARCELOS, A.O. Sistemas extensivos e semi-extensivos de produção pecuária bovina de corte nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS, 8., Brasília, 1996. *Anais...* Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1996. p.130-136.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Estatísticas Comércio Exterior Brasileiro*. <http://www.agricultura.gov.br/docs/>.

CAMPELO, J.E.G.; OLIVEIRA, J.C.G.; ROCHA, A.S. et al. Forragem de milho hidropônico: volumoso para a estação seca no semi-árido piauiense. *Revista Brasileira de Zootecnia*, submetido.

DELLA, V.P.; KÜHN, I.; HOTZA, D. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. *Química Nova*, v. 24, n.6, p.778-782, 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Forraje Verde Hidroponico*. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 2001. 11p. (Manual Técnico).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). *Normais Climatológicas Aparentes, (1961-1990)*. Brasília: INMET, 1992. 84p.

ISEPON, O.J.; SILVA, A.C.M.; MATSUMOTO, E. et al. Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, sorgo e milheto em diferentes densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA VEGETAL (LANARV). *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: LANARV, 1980. 188p.

- OLIVEIRA, A.C.L. *Fornagem hidropônica de milho: alternativa para o desenvolvimento sustentável do agente produtivo*. Fortaleza: BNB, 1998. 18p. (Apostila).
- OLIVEIRA, A.L.; ISEPON, O.J.; BUZETTI, S. et al. Produção de milho pelo sistema de hidroponia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1 CD.
- REGO FILHO, J.G.N.; OLIVEIRA, J.C.G.; CAMPELO, J.E.G. et al. Efeito da densidade de cultivo e tipo de substrato na produtividade de forragem de milho hidropônico. In: REUNIÃO DE PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 6., Teresina, 2003. *Anais...* Teresina: CCA/UFPI, 2003. p.371-376.
- RIBEIRO, S.D.A. *Caprinocultura: Criação racional de caprinos*. São Paulo: Nobel, 1997. 318p.
- SANTOS, O.S.; HAUT, V.; MÜLLER, L. et al. Produção de forragem hidropônica de gramíneas anuais com diferentes densidades de semeadura no outono. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD.
- SAS. *SAS/STAT User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute, 2000.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SOUZA, A.A.; ESPÍNDOLA, G.B. Bancos de proteína de leucena e de guandu para suplementação de ovinos mantidos em pastagens de capim-buffel. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.365-372, 2000.
- TONETTO, C.J.; HAUT, V.; MÜLLER, L. et al. Produção e características bromatológicas de forragem hidropônica de milho sob diferentes densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004 *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

3 CAPÍTULO II

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO (*Zea mays L.*) EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE CRESCIMENTO.

RESUMO - Numa região marcada pela sazonalidade climática, com implicações em déficit na oferta de alimentos ao rebanho, especialmente no período seco, a forragem hidropônica de milho destaca-se por possibilitar aumento na produção de alimentos, principalmente em pequenas áreas de cultivo, através da conversão de grãos em matéria verde em curto espaço de tempo, independente das condições meteorológicas. Objetivando-se avaliar a produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho, foi conduzido experimento no mês de setembro de 2003, no Colégio Agrícola de Teresina (CAT/UFPI), onde foram avaliados seis estádios de crescimento da forragem hidropônica de milho (12, 14, 16, 18, 20 e 22 dias), em densidade 2,8 kg de sementes/m² e substrato casca de arroz. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos (estádios de crescimento) e quatro repetições. As variáveis avaliadas foram produtividade de matéria natural (MN) e matéria seca (MS) e teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina. A produtividade de MN e os teores de MS, FDN e FDA da forragem hidropônica de milho foram influenciados pelo estágio de crescimento ($P < 0,05$). MN (23,52 kg /m²), PB (7,49%), MS (31,15%) alcançaram os melhores resultados, respectivamente com 14, 18 e 20 dias. Os maiores valores para cinza (12,62%), FDN (78,55%), FDA (59,08%) e lignina (13,98%) foram alcançados aos 22 dias. Apesar da redução linear da produtividade de matéria natural com o avanço no estágio de crescimento, este não comprometeu a produtividade de matéria seca. Justifica-se o uso da forragem entre 12 e 18 dias, uma vez que esses tratamentos permitem menor consumo de água, maior produtividade por unidade de tempo e redução dos teores de fibra. Com o avanço do estágio vegetativo houve incremento dos teores de fibra, no entanto, a qualidade da fibra não foi avaliada neste trabalho, embora os teores se aproximem dos comumente obtidos para a maioria das plantas forrageiras convencionalmente utilizadas

PALAVRAS-CHAVE: casca de arroz, hidroponia, tempo de colheita, valor nutritivo

PRODUCTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE HYDROPONIC CORN FORAGE (*Zea mays* L.) IN DIFFERENT PLANT GROWING STAGES.

ABSTRACT - The northeast region of Brazil, characterized by seasonal climatic variation, it presents problem related with supply of foods to livestock, especially in drought.season. The hydroponic corn forage constituted alternative important to increase food production, mainly in small cultivation areas in short space of time, through of the conversion of grains in green matter, independent of meteorological conditions. This work was developed to evaluate the productivity and chemical composition of the hydroponic corn forage cultivated in rice peel substratum, with six plant growing stages (12, 14, 16, 18, 20 and 22 days). The experiment was conducted, in 2003, September, in "Colégio Agrícola de Teresina", of the Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI. The experimental design was completely randomized with six treatments (plant growing stages) and four replications. The studied variables were productivity of natural and dry matter, and dry matter (%), crude protein (%), ash (%), neutral detergent fiber (%), acid detergent fiber (%) and lignin (%). The productivity of NM and the contents of DM (%), NDF (%) and ADF (%) of the hydroponic corn forage were influenced by the plant growing stage ($P < .05$). NM (23.52 kg/m²), CP (7.49%), DM (31.15%) reached best results, respectively, to the 14, 18 and 20 days. The biggest values for ash (12.62%), NDF (78.55%), ADF (59.08%) and lignin (13.98%) were reached to the 22 days. In spite of the lineal reduction of NM productivity with the increase in the plant growing stage, this didn't compromised the DM productivity. It justifies the use of forage between 12 and 18 days, because in these treatments there is the smallest water consumption, the biggest productivity a unity of time and fiber content reduction. With the vegetative stage progress there was increment of fiber contents, however, fiber quality was not evaluated in this work, although the contents approach the commonly obtained for most of the plants forage conventionally used.

KEY WORDS: crop time, hydroponic, nutritious value: rice peel

3.1 INTRODUÇÃO

O semi-árido brasileiro, com 754.600 km², onde encontra-se aproximadamente 46% da população nordestina (SILVA et al., 2000), apresenta como principal característica a sazonalidade climática, onde distingue-se dois períodos climáticos bem definidos, um chuvoso, com duração de 4 a 6 meses, e outro seco, com 6 a 8 meses. No período chuvoso, ocorre renovação das pastagens, garantindo produção de forragem abundante e de qualidade. Durante o período seco, com a ausência das

chuvas, que impossibilita a renovação das pastagens, o pasto remanescente perde rápida e progressivamente seu valor nutritivo (MESQUITA, 1985 e ARAÚJO FILHO et al., 1990), em virtude do processo fisiológico de lignificação das plantas e da seletividade com que os animais pastejam, consumindo preferencialmente as partes mais tenras e mais nutritivas das plantas forrageiras (PIMENTEL et al., 1992 e LIMA et al., 1998).

Na tentativa de minimizar a escassez de alimentos nos períodos críticos, estão disponíveis várias alternativas tecnológicas a partir de plantas forrageiras adaptadas à região, como o uso de cactáceas forrageiras, leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.), guandu (*Cajanus cajan* L.) e algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.), entre outras.

Nos últimos anos, surgiu mais uma alternativa tecnológica para produção de forragem, trata-se da forragem hidropônica, a qual é recomendável para uso em pequenas e médias propriedades que apresentam dificuldade na produção regular de forragem durante o ano (AMORIM et al., 2000). Segundo TONETTO et al. (2004), a hidroponia ressalta-se por possibilitar um incremento na produção de alimento, principalmente em pequenas áreas de cultivo, através da conversão de grãos em fitomassa em curto intervalo de tempo.

Várias alternativas têm sido testadas na busca de maior produtividade e qualidade da forragem hidropônica. AMORIM et al. (2000), testando quatro substratos (bagaço de cana-de-açúcar, bagaço de cana hidrolisado, grama e cama de frango) e duas densidades de plantio 1 e 2 kg/m², colhendo a forragem aos 14, 21, 28 e 35 dias após o plantio, obtiveram bons resultados para todos os substratos avaliados aos 28 dias após o plantio. SANTOS et al. (2004), trabalhando com forragem hidropônica, utilizando sementes de milho (*Zea mays* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.) em três estádios de crescimento (7, 14 e 21 dias), constataram que essas gramíneas mantiveram a fitomassa praticamente constante durante os 7 a 14 dias, vindo a diferir somente aos 21 dias.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes estádios de crescimento.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Colégio Agrícola de Teresina (CAT), vinculado à Universidade Federal do Piauí-UFPI, em Teresina, PI, situado a 5°05'21" de latitude Sul e 42°48'07" de longitude Oeste, no mês de setembro de 2003, que apresenta médias pluviométricas 16,9 mm e temperatura média 29,1°C, para o mês de setembro (INMET, 1992).

Foram utilizados canteiros confeccionados em madeira serrada, com fundo em madeirite, e dimensões 1,0 m de largura, 3,0 m de comprimento e 4,0 cm de profundidade, revestidos com filme de polietileno preto de 150 micras, segundo recomendação de OLIVEIRA (1998). Em uma das extremidades dos canteiros foram feitas aberturas com 1,0 m de largura e 1,0 cm de altura, na parte inferior de parede, permitindo drenagem do excedente de água de irrigação. Para facilitar a drenagem, os canteiros foram instalados com declividade 2%.

O substrato utilizado foi casca de arroz em estado natural, cuja relação foi de 3,55 kg por metro quadrado de canteiro e apresentou a seguinte composição químico-bromatológica, segundo metodologia recomendada por SILVA e QUEIROZ (2002), matéria seca (MS) 85,82%; e, com base na MS, PB 2,55%; cinza 9,06%; FDN 86,67%; FDA 64,82% e lignina 16,76%, que ao final do processo de produção foi incorporado à forragem hidropônica.

Utilizou-se a variedade de milho São Vicente, bastante difundida, por adaptar-se bem às condições climáticas do Estado do Piauí. As sementes não sofreram nenhum tratamento com agroquímicos. Foram efetuados testes de germinação, segundo LANARV (1980), obtendo-se índice de 90%, e a seguinte composição químico-bromatológica, conforme recomendado por SILVA e QUEIROZ (2002); matéria seca (MS) 87,73%; e, com base na MS, PB 8,76%; cinza 1,28%; FDN 10,05% e FDA 2,62%.

A solução nutritiva foi composta por dois componentes: Nutrimil-HP*, fertilizante foliar em pó, solúvel em água, contendo 10% de Nitrogênio total (N), 12% de fósforo (P₂O₅), 27% de Potássio (K₂O), 2,5% de Enxofre (S), 0,05% de Zinco (Zn), 0,1% de

* Nutrimil – HP e FTS – Cálcio Nítrico, fabricados por Nutriplan Indústria e Comércio Ltda., Av. Constante Pavan, 1155, Paulínia, SP.

Ferro (Fe), 2,5% de Magnésio (Mg), 0,05% de Boro (B) e 0,0005% de Molibdênio (Mo), e o FTS - Cálcio Nítrico, fertilizante líquido, fonte complementar de Cálcio (Ca) e Nitrogênio (N), composto por 10% de N e 12% de Ca. As soluções foram preparadas seguindo-se orientação do fabricante para produção de forragem hidropônica de milho, ou seja, solução A - Nutrimil-HP 2,5 g para 10 L de água, e solução B – FTS - Cálcio Nítrico, 2,5 mL para 10 L de água.

Foram preparadas as soluções A e B, em quantidades suficientes para todo o período experimental, sendo as mesmas depositadas em recipientes plásticos, e misturadas em água por ocasião da rega.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições, distribuídos em 24 canteiros agrupados em três filas com oito parcelas, distanciadas entre si 60 cm. Os tratamentos consistiram dos estádios de crescimento, sendo assim constituídos: Tratamento 1 (12 dias), Tratamento 2 (14 dias), Tratamento 3 (16 dias), Tratamento 4 (18 dias), Tratamento 5 (20 dias) e Tratamento 6 (22 dias). Utilizou-se a densidade de plantio 2,8 kg de sementes/m², uma vez esta densidade ter apresentado melhores resultados, conforme dados obtidos no Capítulo I.

O substrato, casca de arroz, foi colocado nos canteiros no dia anterior ao plantio, sendo distribuído em camada de 4,0 cm de espessura e regado com 7 L de água quatro vezes ao dia, com o objetivo de melhorar a capacidade de retenção de água pela casca de arroz.

As sementes de milho foram distribuídas em 24 baldes de plástico, nas quantidades correspondentes a cada repetição, para em seguida completá-los com água, deixando-as submersas por 24 horas. Com esse procedimento objetivou-se saturar as sementes, criando uma condição de pré-germinação (OLIVEIRA, 1998).

Passado o período de pré-germinação, procedeu-se o cultivo do milho. Retirou-se todo o substrato dos canteiros, para em seguida distribuí-lo, inicialmente numa camada de 2,0 cm de espessura, seguido de rega com 7 L de água/canteiro para melhor fixação do mesmo. Após distribuição uniforme das sementes em todas as parcelas, estas foram cobertas por uma camada de 2,0 cm de substrato e procedeu-se nova rega, com a mesma quantidade de água.

As regas foram realizadas nas seguintes quantidades e horários: 1° e 2° dias após plantio, rega às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00, com 1,75 L de água/m². As

fertiirrigações, efetuadas a partir do 3º dia, seguiram a seguinte distribuição: regas com 2,45 L de solução nutritiva/m², às 8:00 e 14:00, e 1,05 L de água/m², às 11:00 e 17:00. A suspensão da fertiirrigação ocorreu em dias diferentes, conforme o tratamento avaliado: Tratamento 1 - 10º dia após o plantio, Tratamento 2 - 11º dia após o plantio, Tratamento 3 - 13º dia após o plantio, Tratamento 4 - 14º dia após o plantio, Tratamento 5 - 16º dia após o plantio, Tratamento 6 - 18º dia após o plantio, e teve como finalidade a drenagem do excesso de sais, tornando a forragem mais apropriada ao consumo animal (OLIVEIRA, 1998). A partir da suspensão da fertiirrigação até a colheita da forragem para análise, adotou-se rega apenas com água, às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00, com 1,75 L/m².

A colheita, pesagem e acondicionamento da forragem hidropônica de milho (parte aérea + sistema radicular + substrato) para quantificação da produtividade e composição químico-bromatológica ocorreram, respectivamente, aos 12, 14, 16, 18, 20 e 22 dias após o plantio, e adotou-se o seguinte procedimento: os canteiros foram subdivididos em três partes iguais, cada uma com 1,0 m², das quais pesou-se a parte central (1,0 m²), correspondente a cada repetição, coletando-se daí as amostras, que foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e conduzidas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFPI para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, conforme recomendado por SILVA e QUEIROZ (2002).

Os resultados foram interpretados por meio das análises da variância e regressão e a escolha do melhor modelo foi feita com base na significância dos coeficientes de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os procedimentos PROC GLM e PROC REG do logicário estatístico SAS (2000).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos para produtividade de matéria natural (MN) e matéria seca (MS), e para teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina da forragem hidropônica de milho colhida em diferentes estádios de crescimento, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Produtividade de matéria natural e matéria seca e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho em diferentes estádios de crescimento

Table 2 – Natural and dry matter Productivity and chemical composition of hydroponic corn forage in different plant growing stage

Parâmetros	Estádio de crescimento (dias)					
	<i>Plant growing stage (days)</i>					
	12	14	16	18	20	22
Matéria natural (kg/m ²) <i>Natural matter (kg/m²)</i>	21,47	23,52	22,07	16,06	14,56	15,76
Matéria seca (kg/m ²) <i>Dry matter (kg/m²)</i>	4,52	4,54	4,40	4,50	4,52	4,41
Matéria seca (%) <i>Dry matter (%)</i>	21,04	19,37	19,88	28,14	31,15	27,99
Com base na matéria seca (%) <i>In bases of dry matter (%)</i>						
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	6,20	6,40	6,44	7,49	6,23	6,40
Cinza <i>Ash</i>	11,77	11,95	12,29	12,35	12,31	12,62
Fibra detergente neutro <i>Neutral detergent fiber</i>	71,18	73,68	74,05	75,80	76,07	78,55
Fibra detergente ácido <i>Acid detergent fiber</i>	47,09	57,06	55,70	54,64	55,45	59,08
Lignina <i>Lignin</i>	5,99	9,82	10,74	9,76	13,26	13,98

A produtividade de MN da forragem hidropônica de milho foi influenciada pelo estágio de crescimento ($P < 0,05$). Por meio da análise de regressão, obteve-se a equação para produtividade de MN em função do estágio de crescimento da forragem.

Houve decréscimo linear de 0,88 kg na produção de MN para cada dia de permanência da forragem nos canteiros (Figura 3). Constatou-se perda de vigor e progressivo processo de decomposição da forragem em função do estágio de crescimento. Este fato pode estar relacionado a um progressivo déficit hídrico e nutricional em função do estágio de crescimento, ocasionando queda no crescimento vegetativo e conseqüente perda de fitomassa. Comportamento semelhante foi constatado por BALIEIRO et al. (2000), ao trabalharem com forragem hidropônica de milho nos substratos capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), bagaço de cana-de-açúcar e feno de capim-sudão (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), ocorrendo redução do teor de MS de 5,17%; 6,22% e 6,96%, após 15 dias do plantio, respectivamente.

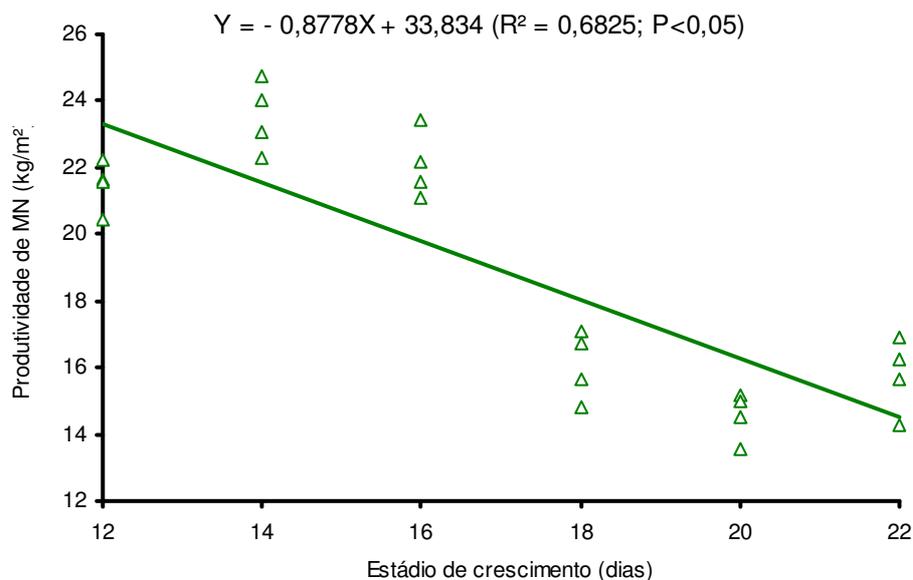


Figura 3 - Produtividade de matéria natural (MN) da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes estádios de crescimento.

A produtividade de MS não foi influenciada pelos diferentes estádios de crescimento ($P > 0,05$), apresentando média 4,48 kg MS/m². Este comportamento pode estar relacionado com a perda de vigor e progressivo processo de decomposição da forragem, em função da gradativa redução na capacidade de retenção de umidade das plantas com o avanço no estágio de crescimento; mantendo-se, no entanto, estável a produtividade de matéria seca.

O teor de MS da forragem hidropônica de milho foi influenciado pelo estágio de crescimento ($P < 0,05$). A partir da análise de regressão, obteve-se a equação para teor de MS em função do estágio de crescimento. Houve acréscimo linear de 1,12% no teor de MS por dia de permanência da forragem nos canteiros (Figura 4).

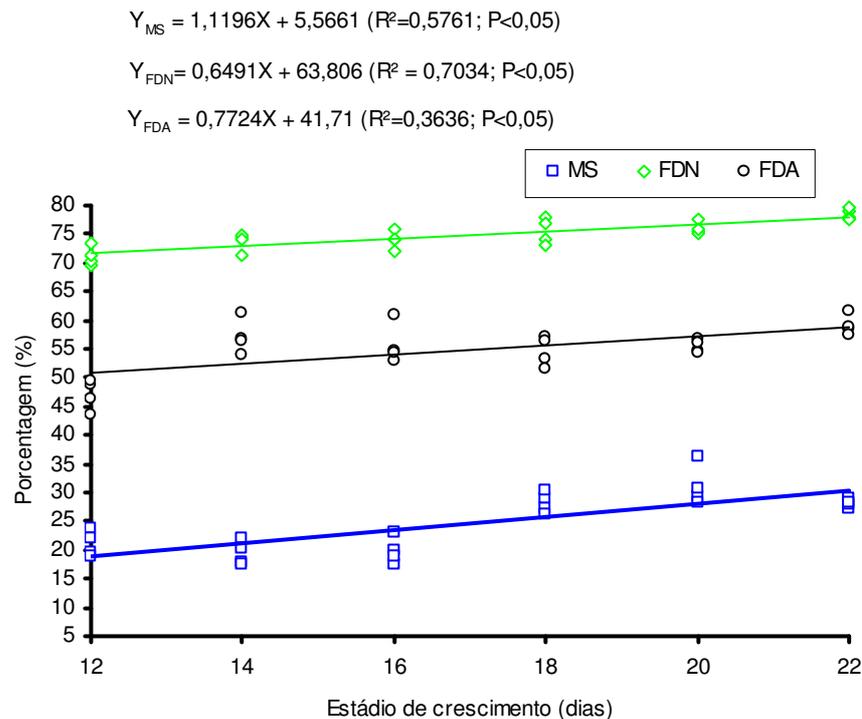


Figura 4 - Porcentagem de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes estágios de crescimento.

A elevação do teor de MS, está relacionada ao incremento de fitomassa em função do estágio de crescimento. As estimativas para teor de MS da forragem colhida aos 15 dias (22,36% de MS) são superiores aos valores obtidos por OLIVEIRA (1998) que obteve 20,4% de MS para a forragem hidropônica de milho colhida aos 15 dias. No entanto, CAMPELO et al. (submetido), obtiveram 29,24% de MS aos 15 dias, com densidade de 2,5 sementes/m², superior à obtida neste trabalho. Essas diferenças podem estar relacionadas, em parte, ao tempo de utilização da fertiirrigação (14 dias) e

sua qualidade nutricional, utilizada por CAMPELO et al. (submetido), proporcionando incremento na produtividade de MN, uma vez que a solução nutritiva utilizada apresentava 2,0 gramas de um composto de macro-nutrientes (340 g de fosfato mono amônio, 2.080 g de nitrato de cálcio, 1.100 g de nitrato de potássio) e 2,0 mL de uma solução de micronutrientes (492 g de sulfato de magnésio, 0,48 g de sulfato de cobre, 12,5 g de sulfato de manganês, 1,2 g de sulfato de zinco, 6,2 g de ácido bórico, 0,02 g de molibdato de amônio, 15 g de quelato de ferro), ambos os compostos diluídos em 10 litros de água, portanto, composição química diferente da utilizada neste trabalho.

Os teores de PB e cinza da forragem hidropônica de milho não sofreram efeito do estágio de crescimento ($P>0,05$), alcançando-se médias de 6,53 e 12,21% na MS, respectivamente. No entanto, o teor protéico satisfaz os limites descritos por VAN SOEST (1994), ao afirmarem que os ruminantes necessitam de dietas com pelo menos 6 a 8% de PB, para que possam alcançar níveis de consumo e digestibilidade suficientes para sua manutenção.

Os teores de FDN e FDA da forragem hidropônica de milho foram influenciados pelo estágio de crescimento ($P<0,05$). A partir da análise de regressão, obteve-se as equações para teores de FDN e FDA em função do estágio de crescimento da forragem. Houve acréscimo linear de 0,65% e 0,77% nos teores de FDN e FDA, respectivamente, por dia de permanência da forragem nos canteiros (Figura 4).

Os aumentos nos teores de FDN e FDA, obtidos entre o 12^o e 22^o dias, foram de 10,35 e 25,46% respectivamente, caracterizando o efeito do estágio de crescimento nos teores de FDN e FDA da forragem hidropônica de milho. Sabendo-se que o substrato casca de arroz utilizado contém 86,67% de FDN e 64,82% de FDA, é possível afirmar que os teores de FDN e FDA obtidos neste trabalho também estejam relacionados às características de composição bromatológica da casca de arroz utilizada como substrato na produção da forragem hidropônica de milho.

Os resultados encontrados na forragem hidropônica de milho para teores de MS, FDN e FDA confirmam a afirmação de VAN SOEST (1994) que, com o avanço do estágio de crescimento as plantas forrageiras apresentam maiores teores de MS e de fibra, em decorrência da maior proporção de parede celular.

De forma geral, o teor de lignina mostrou-se elevado, sendo maior aos 22 dias de plantio (13,98%) e menor aos 12 dias (5,99%) ($P<0,05$). O aumento dos teores de

lignina entre os tratamentos caracteriza o efeito do estágio de crescimento sobre a composição bromatológica da forragem hidropônica de milho.

3.4 CONCLUSÕES

Apesar da redução linear da produtividade de matéria natural com o avanço no estágio de crescimento, este não comprometeu a produtividade de matéria seca. Justifica-se o uso da forragem entre 12 e 18 dias, uma vez que esses tratamentos permitem menor consumo de água, maior produção por unidade de tempo e redução dos teores de fibra.

Com o avanço do estágio de crescimento houve incremento dos teores de fibra, no entanto, a qualidade da fibra não foi avaliada neste trabalho, embora os teores se aproximem dos comumente obtidos para a maioria das plantas forrageiras convencionalmente utilizadas.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A.C.; RESENDE, K.T.; MEDEIROS, A.N. et al. Produção de milho (*Zea mays*) para forragem, através de sistema hidropônico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1CD.

ARAÚJO FILHO, J.A.; LEITE, E.R.; MESQUITA, R.C. *Dieta e desempenho de caprinos em bancos de proteína na região de Sobral, Ceará*. Sobral: EMBRAPA/CNPC, 1990. 14p. (Boletim de Pesquisa, 15).

BALIEIRO, G.; FERREIRA, J.J.; VIANA, A.C. et al. Produção de forragem hidropônica de milho com diferentes substratos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1 CD.

CAMPELO, J.E.G.; OLIVEIRA, J.C.G.; ROCHA, A.S. et al. Forragem de milho hidropônico: volumoso para a estação seca no semi-árido piauiense. *Revista Brasileira de Zootecnia*, submetido.

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). *Normais Climatológicas Aparentes, (1961-1990)*. Brasília: INMET, 1992. 84p.
- LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA VEGETAL (LANARV). *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: LANARV, 1980. 188p.
- LIMA, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; QUEIROZ, A.C. et al. Seletividade por bovinos em pastagem natural. 2. Valor nutritivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.3, p.444-452, 1998.
- MESQUITA, R.S. *Seasonal feeding behaviour and forage selection by goats in cleared and thinned deciduous woodlands in Northeast, Brasil*. Logan Utah State University, 1985. 124p. Dissertation (Magister of Science)-Utah State University, 1985.
- OLIVEIRA, A.C.L. *FORAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO: alternativa para o desenvolvimento sustentável do agente produtivo*. Fortaleza: BNB, 1998. 18p. (Apostila).
- PIMENTEL, J.C.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ARAÚJO FILHO, J.A. et al. Composição química e DIVMO da dieta de ovinos em área de caatinga raleada no sertão centro-norte do Ceará. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.2, p.224-232, 1992.
- SANTOS, O.S.; HAUT, V.; MÜLLER, L. et al. Produção de forragem hidropônica de gramíneas anuais com diferentes densidades de semeadura no outono. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004 *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD.
- SAS. *SAS/STAT User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute, 2000.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, F.N.; BRAGA, A.P.; LOPES, S.H. et al. Milheto (*Pennisetum americanum*, L.) uma alternativa forrageira para a alimentação animal no município de Mossoró. *Revista Científica de Produção Animal*, v.2, n.1, p.41-46, 2000.
- TONETTO, C.J.; HAUT, V.; MÜLLER, L. et al. Produção e características bromatológicas de forragem hidropônica de milho sob diferentes densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

4 CAPÍTULO III

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO (*Zea mays* L.) EM DIFERENTES VOLUMES DE SOLUÇÃO NUTRITIVA.

RESUMO - A redução na produção e qualidade da forragem apresentada pelas espécies tropicais durante o período seco do ano, são alguns dos fatores responsáveis pelos baixos índices da produtividade da pecuária brasileira, e nordestina em particular. Esse fato leva à necessidade de se buscar alternativas para produzir forragens de alto valor nutricional para alimentar os animais nessa época do ano. Necessita-se, portanto, de plantas forrageiras que apresentem altas produções de matéria seca e com ciclo curto de produção, independente das condições meteorológicas. Objetivando-se avaliar a produtividade e as características químico-bromatológicas da forragem hidropônica de milho, foi conduzido um experimento nos meses de outubro de 2003, no Colégio Agrícola de Teresina (CAT/UFPI), onde foram avaliados seis volumes de solução nutritiva (5, 6, 7, 8, 9 e 10 L/m²) no cultivo de milho (*Zea mays* L.), semeado em densidade 2,8 kg de sementes/m², em substrato casca de arroz. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. A colheita foi realizada 18 dias após o plantio e as variáveis avaliadas foram produtividade de matéria natural (MN) e matéria seca (MS), teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina. A produtividade de MN, MS e os teores de MS, cinza, FDN e FDA foram influenciados pelo volume de solução nutritiva (P<0,05). A PB não sofreu influência da variação no volume de solução nutritiva. O incremento do volume de solução nutritiva resultou em maior produtividade de fitomassa e redução nos teores de matéria seca. Justifica-se a fertirrigação até 7 L de solução nutritiva/m², uma vez que, resulta em estabilização da produtividade de matéria seca, associada à manutenção do teor de proteína bruta em níveis adequados ao bom funcionamento ruminal. Embora o teor máximo de FDN tenha sido obtido quando da fertirrigação com 7 L de solução nutritiva/m², o teor de FDA mostrou-se crescente até os 10 L de solução nutritiva/m². No entanto, este teor aproxima-se dos comumente verificados nas forrageiras convencionais, sendo necessário melhor avaliação da qualidade da fibra.

PALAVRAS-CHAVE: casca de arroz, fertirrigação, hidroponia, valor nutritivo

PRODUCTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE HYDROPONIC CORN FORAGE (*Zea mays* L.) IN DIFFERENT NUTRITIOUS SOLUTION VOLUMES

ABSTRACT - The reduction of forage production and quality presented by the tropical species, during the drought season of the year, constitute some responsible factors for low indexes of productivity in Brazilian livestock, in special, of the Northeast region. This fact characterizes the need of looking for alternatives to produce forages of high nutritional value to feed the animals in this time of the year. It needing, therefore, forage plants that present high productivity, with short cycle of production independent of meteorological conditions. Objectiving to evaluate the productivity and chemical characteristic of hydroponic corn forage, the experiment was conducted, in 2003, October, in "Colégio Agrícola de Teresina", of the Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, where were evaluated six nutritious solution volumes (5, 6, 7, 8, 9, and 10 L/m²) in corn cultivation (*Zea mays* L.) and with the planting density of 2.8 kg of seed/m² in rice peel substratum. The experimental design was completely randomized with six treatments (irrigation water amount) and four replications. The crop time was of eighteen days after the planting. The variables evaluated were: productivity of natural matter (NM) and dry matter contents (%MS), crude protein (%PB), ash (%), neutral detergent fiber (%NDF), acid detergent fiber (%ADF) and lignin (%). The productivity of fitomass, DM and the contents of DM, ash, NDF (%) and ADF (%) were influenced (P<.05) by the amount of nutritious solution. The CP didn't suffer influence from the nutritious solution amount. The increment in the nutritious solution volume resulted in larger fitomass productivity and decrease in dry matter contents, it justifies the fertirrigation until 7 L of nutritious solution/m², because results in stabilization of the dry matter productivity and to maintenance of crude protein contents in appropriate levels to the good ruminal function. Although the maximum contents of NDF (%) has been obtained when of the fertirrigation amount with 7 L of nutritious solution/m², the contents of ADF (%) increased up to 10 L of nutritious solution/m². However, this contents approaches of those requested for conventional forages, being necessary better evaluation of the fiber quality.

KEY WORDS: fertirrigation, hydroponic, nutritious value, rice peel,

4.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a pecuária é uma das mais importantes atividades econômicas. Este fato está relacionado à disponibilidade de pastagem, no entanto, em determinados períodos do ano, particularmente na região Nordeste, a dificuldade de se obter alimentos volumosos no período seco torna-se fator limitante para o desenvolvimento da pecuária. Nesse contexto, a alimentação tem peso significativo na viabilização dos

sistemas pecuários nordestinos (LIMA e MACIEL, 1998). Segundo RIBEIRO (1997), dentre os componentes da produção, a nutrição tem recebido destaque, uma vez a alimentação ser responsável por 60% dos custos de produção.

Numa região marcada pela estacionalidade na produção de forragem, a produção quantitativa e qualitativa de volumosos exerce um papel fundamental para a lucratividade dos sistemas pecuários, pela diminuição das diferenças sazonais na oferta de forragem e menor necessidade de suplementações energéticas e/ou protéicas (LIMA e MACIEL, 1998).

Técnica que vem sendo utilizada como alternativa para a produção de volumoso na Região Nordeste, notadamente no período seco, a forragem hidropônica de milho consiste no cultivo deste cereal em substrato irrigado com solução nutritiva, apresentando como vantagens o uso de diferentes espécies forrageiras, maior produtividade por unidade de área, eliminação do uso de defensivos agrícolas, ciclo de produção mais curto e independência dos fatores meteorológicos. Segundo MÜLLER et al. (2004), na forragem hidropônica, o substrato possui grande importância para o desenvolvimento das plantas, interferindo na retenção de água, solução nutritiva e aeração das raízes, podendo-se utilizar materiais de baixo custo disponíveis na região. Outro aspecto a ser mencionado é a melhora do valor nutritivo do substrato, o qual normalmente é de baixa qualidade, e ainda o aproveitamento total da planta de milho, inclusive das raízes, que normalmente não são utilizadas na dieta dos ruminantes (OLIVEIRA et al., 2001).

Embora se disponha de alguns trabalhos sobre a forragem hidropônica de milho, faz-se necessário, mais informações quanto ao comportamento dessa técnica, especialmente no Nordeste brasileiro, que em função de suas características climáticas apresenta déficit quantitativo e qualitativo de forragem no período seco do ano.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho em diferentes volumes de solução nutritiva.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Colégio Agrícola de Teresina (CAT), vinculado à Universidade Federal do Piauí-UFPI, em Teresina, PI, situado a 5°05'21" de latitude Sul e 42°48'07" de longitude Oeste, no mês de outubro de 2003, que apresenta médias pluviométricas 18 mm e temperatura média 29,1°C, para o mês de outubro (INMET, 1992).

Foram utilizados canteiros confeccionados em madeira serrada, com fundo em madeirite, e dimensões 1,0 m de largura, 3,0 m de comprimento e 4,0 cm de profundidade, revestidos com filme de polietileno preto de 150 micras, segundo recomendação de OLIVEIRA (1998). Em uma das extremidades dos canteiros, foram feitas aberturas com 1,0 m de largura e 1,0 cm de altura, na parte inferior da parede, permitindo drenagem do excedente de água de irrigação. Para facilitar essa drenagem, os canteiros foram instalados com declividade 2%.

O substrato utilizado foi a casca de arroz em estado natural, cuja relação foi 3,55 kg por metro quadrado de canteiro e apresentou a seguinte composição químico-bromatológica, segundo metodologia recomendada por SILVA e QUEIROZ (2002), matéria seca (MS) 85,82%; e, com base na MS, PB 2,55%; cinza 9,06%; FDN 86,67%; FDA 64,82% e lignina 16,76%, que ao final do processo de produção foi incorporado à forragem hidropônica.

Utilizou-se a variedade de milho São Vicente, bastante difundida, por adaptar-se bem às condições climáticas do Estado do Piauí. As sementes não sofreram nenhum tratamento com agroquímicos. Foram efetuados testes de germinação, segundo LANARV (1980), obtendo-se índice de 90%, e a seguinte composição químico-bromatológica, conforme descrito por SILVA e QUEIROZ (2002); matéria seca (MS) 87,73%; e, com base na MS, PB 8,76%; cinza 1,28%; FDN 10,05% e FDA 2,62%.

A solução nutritiva foi composta por dois componentes: Nutrimil-HP*, fertilizante foliar em pó, solúvel em água, contendo 10% de Nitrogênio total (N), 12% de fósforo (P₂O₅), 27% de Potássio (K₂O), 2,5% de Enxofre (S), 0,05% de Zinco (Zn), 0,1% de Ferro (Fe), 2,5% de Magnésio (Mg), 0,05% de Boro (B) e 0,0005% de Molibdênio (Mo), e o FTS - Cálcio Nítrico*, fertilizante líquido, fonte complementar de cálcio (Ca) e

* Nutrimil – HP e FTS – Cálcio Nítrico, fabricados por Nutriplant Indústria e Comércio Ltda. Av. Constante Pavan, 1155, Paulínia, SP.

Nitrogênio (N), composto por 10% de N e 12% de Ca. As soluções foram preparadas, seguindo-se orientação do fabricante para produção de forragem hidropônica de milho, ou seja, solução A – Nutrimil-HP 2,5 g para 10 L de água, e solução B – FTS - Cálcio Nítrico, 2,5 mL para 10 L de água.

Foram preparadas as soluções A e B, em quantidades suficientes para os 14 dias de fertirrigação, sendo as mesmas depositadas em recipientes plásticos, e misturadas em água por ocasião da rega.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições, distribuídos em 24 canteiros agrupados em três filas com oito parcelas, distanciados entre si 60 cm. Os tratamentos consistiram de diferentes volumes de água de irrigação, sendo assim constituídos: Tratamento 1 (5 L de água/m²), Tratamento 2 (6 L de água/m²), Tratamento 3 (7 L de água/m²), Tratamento 4 (8 L de água/m²), Tratamento 5 (9 L de água/m²) e Tratamento 6 (10 L de água/m²). Utilizou-se a densidade de plantio 2,8 kg de sementes/m² e a forragem foi colhida aos 18 dias, uma vez estes tratamentos terem apresentado melhores resultados, conforme dados obtidos nos Capítulos I e II.

O substrato, casca de arroz, foi colocado nos canteiros no dia anterior ao plantio, sendo distribuído em camada de 4,0 cm de espessura e regado com 7 L de água quatro vezes ao dia, com o objetivo de melhorar a capacidade de retenção de água pela casca de arroz.

As sementes de milho foram distribuídas em 24 baldes de plástico, nas quantidades correspondentes a cada repetição, para em seguida completá-los com água, deixando-as submersas por 24 horas. Com esse procedimento objetivou-se saturar as sementes, criando uma condição de pré-germinação (OLIVEIRA, 1998).

Passado o período de pré-germinação, procedeu-se o cultivo do milho. Retirou-se todo o substrato dos canteiros, para em seguida distribuí-lo, inicialmente numa camada de 2,0 cm de espessura, seguido de rega com 7 L de água/canteiro para melhor fixação do mesmo. Após distribuição uniforme das sementes em todas as parcelas, estas foram cobertas com uma camada de 2,0 cm de substrato e procedeu-se nova rega, com a mesma quantidade de água.

As regas foram realizadas, nas seguintes quantidades e horários: 1° e 2° dias após plantio, rega com água às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00, com as seguintes quantidades diárias: Tratamento 1 – 5 L/m², Tratamento 2 – 6 L/m², Tratamento 3 – 7

L/m², Tratamento 4 – 8 L/m², Tratamento 5 – 9 L/m², Tratamento 6 – 10 L/m². As fertirrigações, efetuadas a partir do 3º dia, seguiram a seguinte distribuição: Tratamento 1 - 1,75 L de solução nutritiva/m², às 8:00 e 14:00, e 0,75 L de água/m², às 11:00 e 17:00; Tratamento 2 - 2,10 L de solução nutritiva/m², às 8:00 e 14:00, e 0,90 L de água/m², às 11:00 e 17:00; Tratamento 3 - 2,45 L de solução nutritiva/m², às 8:00 e 14:00, e 1,05 L de água/m², às 11:00 e 17:00; Tratamento 4 - 2,80 L de solução nutritiva/m², às 8:00 e 14:00, e 1,20 L de água/m², às 11:00 e 17:00; Tratamento 5 - 3,15 L de solução nutritiva/m², às 8:00 e 14:00, e 1,35 L de água/m², às 11:00 e 17:00; Tratamento 6 - 3,50 L de solução nutritiva/m², às 8:00 e 14:00, e 1,50 L de água/m², às 11:00 e 17:00. As fertirrigações ocorreram até o 14º dia após o plantio; do 15º ao 17º dia, foram feitas regas com água às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 com 5, 6, 7, 8, 9 e 10 L/m²/dia, para os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

A suspensão da fertirrigação no 14º dia, objetivou drenagem do excesso de sais, tornando a forragem mais apropriada para o consumo animal, segundo OLIVEIRA (1998).

A colheita, pesagem e acondicionamento da forragem hidropônica de milho (parte aérea + sistema radicular + substrato), para quantificação da produtividade e composição químico-bromatológica, ocorreu 18 dias após o plantio, e adotou-se o seguinte procedimento: os canteiros foram sub-divididos em três partes iguais, cada uma com 1,0 m², das quais pesou-se a parte central (1,0 m²), correspondente a cada repetição, coletando-se daí as amostras, que foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e conduzidas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFPI para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, conforme recomendado por SILVA e QUEIROZ (2002).

Os resultados foram interpretados por meio das análises de variância e regressão e a escolha do melhor modelo foi feita com base na significância dos coeficientes de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os procedimentos PROC GLM e PROC REG do logicário estatístico SAS (2000).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos para produtividade de matéria natural (MN) e matéria seca (MS), e para teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinza, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina da forragem hidropônica de milho submetida a diferentes volumes de solução nutritiva, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 Produtividade de matéria natural e matéria seca e composição químico-bromatológica da forragem hidropônica de milho em diferentes volumes de solução nutritiva

Table 3 – Natural and dry matter productivity and chemical composition of the hydroponic corn forage in different nutritious solution volumes

Parâmetros	Volumes de solução nutritiva (L/m ²)					
	<i>Nutritious solution volumes (L/m²)</i>					
	5	6	7	8	9	10
Matéria natural (kg/m ²) <i>Natural matter (kg/m²)</i>	13,81	15,04	15,14	16,97	18,45	19,50
Matéria seca (kg/m ²) <i>Dry matter (kg/m²)</i>	4,83	4,80	5,22	5,44	5,53	5,08
Matéria seca (%) <i>Dry matter (%)</i>	35,00	31,98	34,53	32,08	29,96	26,17
Com base na matéria seca (%) <i>In basis of dry matter (%)</i>						
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	8,26	8,75	8,72	8,36	8,61	8,57
Cinza <i>Ash</i>	9,65	9,40	10,79	10,56	11,06	11,12
Fibra detergente neutro <i>Neutral detergent fiber</i>	72,54	74,39	75,77	75,34	72,72	72,34
Fibra detergente ácido <i>Acid detergent fiber</i>	50,76	50,60	52,78	55,59	52,20	53,56
Lignina <i>Lignin</i>	12,43	9,94	12,90	13,65	12,39	11,37

A produtividade de MN foi influenciada pelo volume de solução nutritiva ($P < 0,05$). A partir da análise de regressão, obteve-se a equação para produtividade de MN em função do volume de solução nutritiva. Houve acréscimo linear de 1,66 kg de MN por litro de solução nutritiva adicionada por m² (Figura 5). Ocorreu aumento de

41,2% de MN entre os tratamentos 5 e 10 L de solução nutritiva/m², caracterizando o efeito da solução nutritiva na elevação de produtividade de MN. A maior produtividade foi 19,5 kg de MN, com 10 L de solução nutritiva/m². Esse resultado foi inferior aos obtidos por OLIVEIRA (1998), ao utilizar 3,5 kg de sementes/m² e rega com 6 L de solução nutritiva/m², com rendimento médio de 25 kg de MN/m², valor próximo ao obtido por CAMPELO et al. (submetido), (24,5 kg de MN/m²), utilizando a mesma quantidade de solução nutritiva (6 L/m²) e densidade de plantio 2,5 kg de sementes/m². Esses resultados podem estar relacionados às diferentes densidades de plantio, que aumentaria a produção da MN, assim como à qualidade da fertiirrigação, proporcionando incremento na produtividade de MN, uma vez que as soluções nutritivas utilizadas, apresentavam como compostos de macronutrientes 340 g de fosfato mono amônio, 2.080 g de nitrato de cálcio, 1.100 g de nitrato de potássio, e de micronutrientes 492 g de sulfato de magnésio, 0,48 g de sulfato de cobre, 12,5 g de sulfato de manganês, 1,2 g de sulfato de zinco, 6,2 g de ácido bórico, 0,02 g de molibdato de amônio e 15 g de quelato de ferro, portanto, composição química diferente da utilizada neste trabalho.

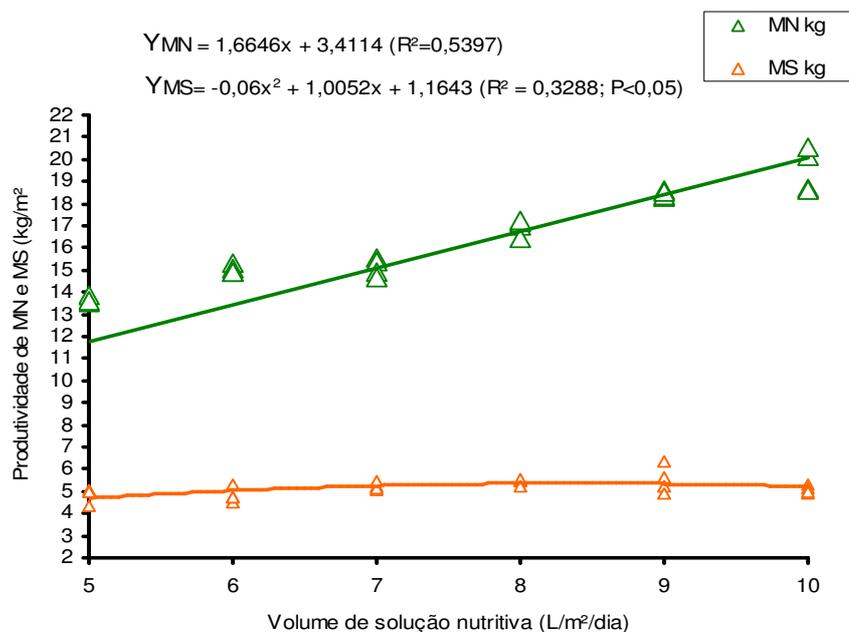


Figura 5 - Produtividade de matéria natural (MN) e matéria seca (MS) da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes volumes de solução nutritiva.

A produtividade de MS da forragem hidropônica de milho foi influenciada pelos diferentes volumes de solução nutritiva. A análise de regressão indicou efeito quadrático ($P < 0,05$) dos diferentes volumes de solução nutritiva na produtividade de MS, encontrando-se valor máximo 5,53 kg de MS para 9 L de solução nutritiva/m² (Figura 5).

Os teores de MS foram influenciados pelos diferentes volumes de solução nutritiva ($P < 0,05$). A partir da análise de regressão, obteve-se a equação para teor de MS em função do volume de solução nutritiva. Houve decréscimo linear de 1,5% de MS por litro de solução nutritiva adicionada por m² (Figura 6). Ocorreu redução de 25,22% no teor de MS entre os tratamentos 5 e 10 L de solução nutritiva/m² (Tabela 3), caracterizando o efeito dos diferentes volumes de solução nutritiva. Este fato pode ser explicado pelo aumento na produtividade de MN nos tratamentos com maiores volumes de solução nutritiva, refletindo em menor impacto da MS do substrato casca de arroz nestes tratamentos. O resultado obtido com 6 L de solução nutritiva/m² (31,98%) foi superior aos obtidos por OLIVEIRA (1998), CAMPELO et al. (submetido) e REGO FILHO et al. (2003), respectivamente, 20,4; 29,24; e 24,69% de MS na forragem hidropônica de milho, utilizando 6 L de solução/m². Como afirmam BALIEIRO et al. (2000), quando se utiliza casca de arroz como substrato, os teores de MS tornam-se elevados.

O teor de PB da forragem hidropônica de milho não sofreu influência do volume de solução nutritiva utilizado/m² ($P > 0,05$), com média 8,54% na MS. Os resultados obtidos para teores de PB, credenciam a forragem hidropônica de milho produzida em substrato de casca de arroz como alternativa alimentar para ruminantes, uma vez que estes animais necessitam de dietas com pelo menos 6 a 8% de PB, para que possam alcançar níveis de consumo e digestibilidade suficientes para sua manutenção (VAN SOEST, 1994).

O teor de cinza foi influenciado pelo volume de solução nutritiva ($P < 0,05$). A partir da análise de regressão, obteve-se a equação para teor de cinza em função do volume de solução nutritiva utilizado/m². Houve aumento linear no teor de cinza de 0,35% por litro de solução nutritiva/m² (Figura 6), com incremento de 18,29% no teor de cinza entre os tratamentos 6 e 10 L de solução nutritiva/m², caracterizando o efeito da solução nutritiva nos teores de cinza da forragem hidropônica de milho. Por outro lado, o teor de cinza da casca de arroz foi 9,06% na MS, valor que evidencia a contribuição

deste substrato no teor de cinza obtido. ISEPON et al. (2002), ao produzirem forragem hidropônica de milho com 2,5 kg de sementes/m², obtiveram 7,37% de matéria mineral (cinza), usando como substrato bagaço de cana-de-açúcar, em regas de 10 L de solução/m², caracterizando a influência do tipo e composição químico-bromatológica do substrato utilizado.

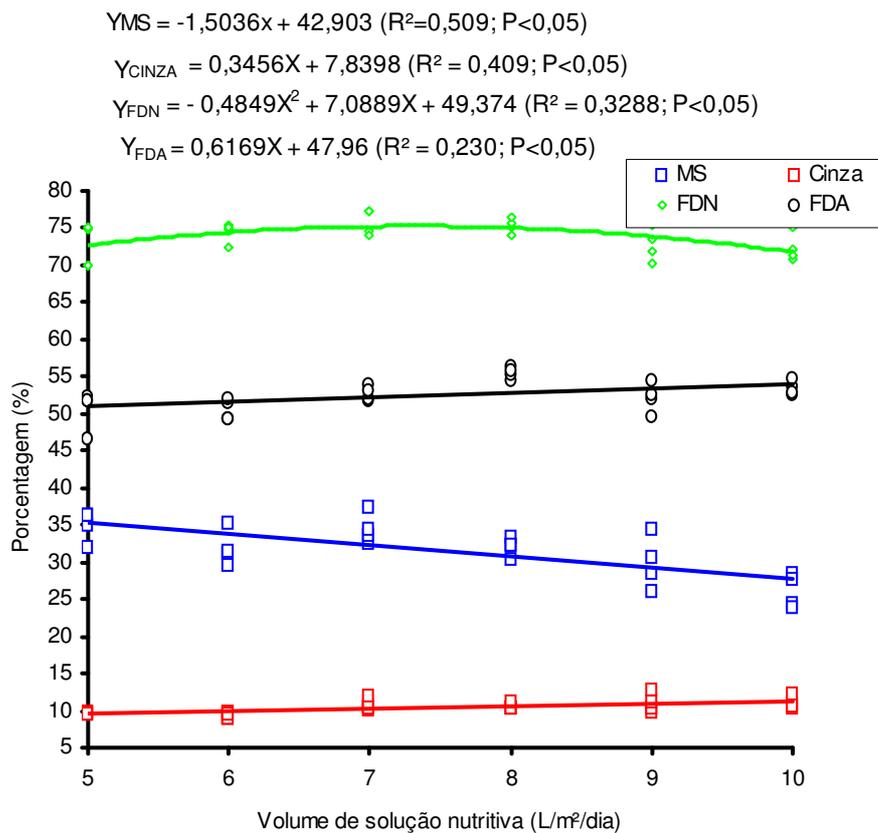


Figura 6- Porcentagem de matéria seca (MS), cinza, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da forragem hidropônica de milho produzida com diferentes volumes de solução nutritiva.

O volume de solução nutritiva influenciou os teores de FDN da forragem hidropônica de milho. A análise de regressão indicou efeito quadrático ($P<0,05$) da quantidade de solução nutritiva no teor de FDN, encontrando-se valor máximo 75,77% de FDN para 7 L de solução nutritiva/m² (Figura 6). O teor de FDN encontrado no substrato casca de arroz (86,67%), evidencia que os elevados teores de FDN obtidos

na forragem hidropônica de milho estão diretamente relacionados à composição químico-bromatológica do substrato utilizado. PEREIRA et al. (2003), produzindo forragem hidropônica de milho, utilizando 2 kg de sementes/m², em sete diferentes substratos (esterco bovino, bagaço de cana-de-açúcar, casca de café, serragem, palhada de feijão, capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e casca de arroz), obtiveram teores de FDN que variaram de 60,67 a 73,84%, em função do tipo de substrato utilizado.

A partir da análise de regressão, obteve-se a equação para teor de FDA em função dos diferentes volumes de solução nutritiva. Houve acréscimo linear de 0,62% nos teores de FDA para cada litro de solução nutritiva adicionada/m² (Figura 6). O teor de FDA obtido na casca de arroz (64,82%), evidencia que os elevados teores de FDA da forragem hidropônica de milho estão diretamente relacionados à composição químico-bromatológica do substrato utilizado, comportamento também observado por OLIVEIRA et al. (2001), ao avaliarem a forragem hidropônica de milho cultivada nos substratos forragem de guandu (*Cajanus cajan* L.) e bagaço de cana-de-açúcar, nas proporções 2 e 4 kg/m², com densidades de plantio 1,0; 1,5 e 2,0 kg/m², e verificaram que o aumento na proporção de substrato elevou o teor de FDA em todas as densidades de plantio e que os teores de FDA variaram em função do tipo de substrato utilizado.

Os teores de lignina foram elevados (Tabela 3), sendo maior quando utilizou-se 8 L de solução nutritiva/m² (13,65%) e menor com 6 litros de solução nutritiva/m² (9,94%) (P<0,05). Esses valores são justificados pela presença deste constituinte em grandes proporções no substrato utilizado (16,76%), composto por casca de arroz.

4.4 CONCLUSÕES

O incremento do volume de solução nutritiva resultou em maior produtividade de fitomassa e redução nos teores de matéria seca. Justifica-se a fertirrigação até 7 L de solução nutritiva/m², uma vez que, resulta em estabilização da produtividade da matéria seca associada à manutenção do teor de proteína bruta em níveis adequados ao bom funcionamento ruminal.

Embora o teor máximo de FDN tenha sido obtido quando da fertirrigação com 7 L de solução nutritiva/m², o teor de FDA mostrou-se crescente até os 10 L de solução nutritiva/m². No entanto, este teor aproxima-se dos comumente verificados nas forrageiras convencionais, sendo necessário melhor avaliação da qualidade da fibra.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALIEIRO, G.; FERREIRA, J.J.; VIANA, A. C. et al. Produção de forragem hidropônica de milho com diferentes substratos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1 CD.

CAMPELO, J.E.G.; OLIVEIRA, J.C.G.; ROCHA, A.S. et al. Forragem de milho hidropônico: volumoso para a estação seca no semi-árido piauiense. *Revista Brasileira de Zootecnia*, submetido.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). *Normais Climatológicas Aparentes (1961-1990)*. Brasília: INMET, 1992. 84p.

ISEPON, O.J.; SILVA, A.C.M.; MATSUMOTO, E. et al. Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, sorgo e milheto em diferentes densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA VEGETAL (LANARV). *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: LANARV, 1980. 188p.

LIMA, G.F.C.; MACIEL, F.C. A ensilagem como uma das ferramentas de inserção da pecuária nordestina nos mercados globalizados. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., Fortaleza, 1998. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1998. p.59-77.

MÜLLER, L.; PIRES, C.C.; TONETTO, C.J. et al. Desempenho de cordeiros alimentados com forragem hidropônica de capim elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD.

OLIVEIRA, A.C.L. *Forragem hidropônica de milho: alternativa para o desenvolvimento sustentável do agente produtivo*. Fortaleza: BNB, 1998. 18p. (Apostila).

OLIVEIRA, A.L.; ISEPON, O.J.; BUZETTI, S. et al. Produção de milho pelo sistema de hidroponia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1 CD.

PEREIRA, R.C.; BANYS, V.L.; COSTA, R.G et al. Produção de milho fertirrigado em diferentes tipos de substratos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. *Anais...* Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, 1 CD.

REGO FILHO, J.G.N.; OLIVEIRA, J.C.G.; CAMPELO, J.E.G. et al. Efeito da densidade de cultivo e tipo de substrato na produtividade de forragem de milho hidropônico. In: REUNIÃO DE PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 6., Teresina, 2003. *Anais...* Teresina: CCA/UFPI, 2003. p.371-376.

RIBEIRO, S.D.A. *Caprinocultura: criação racional de caprinos*. São Paulo: Nobel, 1997. 318p.

SAS. *SAS/STAT User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute, 2000.

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

VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho indica efeito da densidade de plantio, estágio de crescimento e volume de solução nutritiva na disponibilidade de fitomassa e composição químico-bromatológica de forragem hidropônica de milho.

Os resultados obtidos sugerem a necessidade de se avaliar substratos diferentes da casca de arroz, com o objetivo de se melhorar o valor nutritivo da forragem hidropônica produzida, principalmente quando do plantio em baixas densidades ou sob reduzido volume de solução nutritiva, quando a proporção de substrato na fitomassa total se torna elevada.

É necessário se avaliar densidades de plantio superiores às adotadas neste trabalho, devido ao seu efeito na redução do teor de fibra e incremento nitrogenado.

Quando da avaliação da forragem hidropônica de milho, sugere-se atenção especial aos teores mínimos de proteína exigidos ao perfeito funcionamento ruminal, bem como à qualidade da fibra em relação à utilização dos nutrientes dessa fonte alimentar. A relação entre produtividade de fitomassa e de matéria seca deve ser considerada com base na variação do teor de matéria seca na matéria natural, em função dos tratamentos adotados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ALVES, E. Especulações a respeito da agricultura brasileira. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, v.13, n.1, p.93-102, 1996.

AMORIM, A.C.; RESENDE, K.T.; MEDEIROS, A.N. et al. Produção de milho (*Zea mays*) para forragem, através de sistema hidropônico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1CD.

ANDRIOLO, J.L. *Fisiologia das Culturas Protegidas*. Santa Maria: Editora UFSM, 1999. 142p.

ARAÚJO FILHO, J.A.; LEITE, E.R.; MESQUITA, R.C. *Dieta e desempenho de caprinos em bancos de proteína na região de Sobral, Ceará*. Sobral: EMBRAPA/CNPC, 1990. 14p. (Boletim de Pesquisa, 15).

BALIEIRO, G.; FERREIRA, J.J.; VIANA, A.C. et al. Produção de forragem hidropônica de milho com diferentes substratos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. 1 CD.

BARCELOS, A.O. Sistemas extensivos e semi-extensivos de produção pecuária bovina de corte nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS, 8., Brasília, 1996. *Anais...* Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1996. p.130-136.

BASSO, E.N.; BERNARDES, L.J.L. *Hidroponia: Técnica e implantação comercial do cultivo da alface*. Charqueada: ESALQ, 1993. 62p. (Apostila).

BLANC, D. Nutrition hydrique et minerale. In: BLANC, D. *Les Cultures Hors*. 2. ed., Paris: INRA, 1987. 409p., p.109-121.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Estatísticas Comércio Exterior Brasileiro*. [http:// www.agricultura.gov.br/docs](http://www.agricultura.gov.br/docs)

CAMPELO, J.E.G.; OLIVEIRA, J.C.G.; ROCHA, A.S. et al. Forragem de milho hidropônico: volumoso para a estação seca no semi-árido piauiense. *Revista Brasileira de Zootecnia*, submetido.

CARMELLO, Q.A.C. Cuidados com a solução nutritiva. In: *Hidropomanias & Cia*, v.1, p.6, 1996.

CARMELLO, Q.A.C.; ROSSI, F. *Hidroponia: solução nutritiva*. Viçosa: CPT, 1997. 56p.

DELLA, V.P.; KUHN, I.; HOTZA, D. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. *Química Nova*, v.24, n.6, p.778-782, 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Forraje Verde Hidroponico*. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 2001. 11p. (Manual Técnico).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). *Normais Climatológicas Aparentes (1961-1990)*. Brasília: INMET, 1992. 84p.

ISEPON, O.J.; SILVA, A.C.M.; MATSUMOTO, E. et al. Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, sorgo e milheto em diferentes densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD.

INSTITUTE NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA). *L'INRA et les Cultures sous Serre*. Paris: INRA, 1983. 230p.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA VEGETAL (LANARV). *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: LANARV, 1980. 188p.

LIMA, G.F.C.; MACIEL, F.C. A ensilagem como uma das ferramentas de inserção da pecuária nordestina nos mercados globalizados. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., Fortaleza, 1998. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1998. p.59-77.

LIMA, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, A.C. et al. Seletividade por bovinos em pastagem natural. 2. Valor nutritivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.3, p.444-452, 1998.

MARULANDA, C. *A Horta Popular*. Santiago, Chile: FAO, 1995. 45p.

MENDES, B.V. *Plantas e Animais para o Nordeste*. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1987, 167p.

MESQUITA, R.S. *Seasonal Feeding Behaviour and Forage Selection by Goats in Cleared and Thinned Deciduous Woodlands in Northeast, Brasil*. Logan Utah State University, 1985. 124p. Dissertation (Magister of Science) - Utah State University, 1985.

MÜLLER, L.; PIRES, C.C.; TONETTO, C.J. et al. Desempenho de cordeiros alimentados com forragem hidropônica de capim elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD.

OLIVEIRA, A.C.L. *Forragem Hidropônica de Milho: alternativa para o desenvolvimento sustentável do agente produtivo*. Fortaleza: BNB, 1998. 18p. (Apostila).

OLIVEIRA, A.L.; ISEPON, O.J.; BUZETTI, S. et al. Produção de milho pelo sistema de hidroponia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1 CD.

PEREIRA, R.C.; BANYS, V.L.; COSTA, R.G. et al. Produção de milho fertirrigado em diferentes tipos de substratos. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, 1 CD.

PIMENTEL, J.C.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ARAÚJO FILHO, J.A. et al. Composição química e DIVMO da dieta de ovinos em área de caatinga raleada no sertão centro-norte do Ceará. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.2, p.224-232, 1992.

REGO FILHO, J.G.N.; OLIVEIRA, J.C.G.; CAMPELO, J.E.G. et al. Efeito da densidade de cultivo e tipo de substrato na produtividade de forragem de milho hidropônico. In: REUNIÃO DE PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 6., Teresina, 2003. *Anais...* Teresina: CCA/UFPI, 2003. p.371-376.

RIBEIRO, S.D.A. *Caprinocultura: criação racional de caprinos*. São Paulo: Nobel, 1997. 318p.

SANTOS, O.S.; HAUT, V.; MÜLLER, L. et al. Produção de forragem hidropônica de gramíneas anuais com diferentes densidades de semeadura no outono. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD.

SAS. *SAS/STAT User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute, 2000.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUSA, P.V.D.; KÄMPF, A.N. et al. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural*, v.32, n.6, p.937-944, 2002.

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

SILVA, F.N.; BRAGA, A.P.; LOPES, S.H. et al. Milheto (*Pennisetum americanum* L.) uma alternativa forrageira para a alimentação animal no município de Mossoró. *Revista Científica de Produção Animal*. v.2, n.1, p.41-46, 2000.

SOUZA, A.A.; ESPÍNDOLA, G.B. Bancos de proteína de leucena e de guandu para suplementação de ovinos mantidos em pastagens de capim-buffel. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.365-372, 2000.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE). *Pacto Nordeste: ações estratégicas para um salto de desenvolvimento regional*. Recife: SUDENE, 1996. 100p.

TEIXEIRA, N.T. *Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas*. Guaíba: Editora Agropecuária, 1996. 86p.

TONETTO, C.J.; HAUT, V.; MÜLLER, L. et al. Produção e características bromatológicas de forragem hidropônica de milho sob diferentes densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.