

CRESCIMENTO E PROTEÍNA BRUTA DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO FERTILIZADO COM URINA HUMANA E MANIPUEIRA

Narcísio Cabral de Araújo¹

Mônica de Amorim Coura²

Rui de Oliveira³

Celeide Maria Belmont Sabino Meira⁴

Andréa Carla Lima Rodrigues⁵

RESUMO: A forragem verde hidropônica é uma alternativa prática e econômica para o produtor, possibilitando a obtenção de forragem de grande valor proteico e energético, servindo como suplementação alimentar para o rebanho. Esta pesquisa foi conduzida no período entre os meses de março a abril de 2013 e objetivou analisar o crescimento e proteína bruta em forragem verde hidropônica de milho fertilizado com soluções nutritivas compostas por diferentes concentrações de urina humana associada à manipueira. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, sendo adotado delineamento experimental em blocos ao acaso, composto por seis tratamentos e quatro blocos. Foram avaliadas a altura da forragem, cinzas e proteína bruta, em função dos tratamentos. Dos resultados obtidos, foi possível concluir que a urina humana associada à manipueira mostrou-se eficaz na fertilização da forragem hidropônica de milho cultivado em sistema hidropônico com substrato de bagaço de cana-de-açúcar; quanto maior a concentração de urina humana associada à manipueira maior será a altura e os teores de cinza e proteína bruta na forragem e que a solução contendo 5% de urina humana adicionada de manipueira até pH 6,4 é a mais indicada para o cultivo da forragem verde hidropônica de milho.

¹ Doutor em Engenharia Agrícola, na área de irrigação e drenagem, pela UFCG. Professor Adjunto do Centro de Formação em Tecnociências e Inovação - CFTCI da Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB, Brasil. E-mail: narcisioaraujo@ufsb.edu.br

² Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora titular da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil.

³ Professor Doutor D do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Brasil.

⁴ Doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora/orientadora credenciada da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG e professora Associado A da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Brasil.

⁵ Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Professora na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG na Unidade Acadêmica de Engenharia Civil - UAEC na área de Engenharia Sanitária e Ambiental, Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Águas amarelas; Bagaço de cana-de-açúcar; Saneamento ambiental; *Zea mays* L.

GROWTH AND CRUDE PROTEIN OF HYDROPONIC FORAGE OF CORN FERTILIZED BY HUMAN URINE AND MANIPUEIRA

ABSTRACT: Hydroponic green forage is a practical and economic alternative for producers since forage has high protein and energy rates, excellent for cattle feed supplement. Research was conducted between March and April 2013 and analyzed the growth and crude protein of hydroponic green forage of corn fertilized by nutrition solutions with different concentrations of human urine and manipueira. Experiment was undertaken in a restricted area, with randomized blocks composed of six treatments and four blocks. High forage, ash and crude protein rates were evaluated according to treatments. Results show that human urine plus manipueira were efficient for the fertilization of hydroponic forage of corn cultivated hydroponically with sugarcane bagasse as substrate. The higher the concentration of human urine associated to manipueira, the higher the height, ash and crude protein rates in the forage. Solution 5% of human urine plus manipueira up to pH 6.4 is recommended for the culture of hydroponic green forage of maize.

KEY WORDS: Yellow water; Sugarcane bagasse; Environmental sanitation; *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

A forragem verde hidropônica (FVH) é produto tecnológico da produção de biomassa vegetal a partir da germinação e crescimento de sementes de cereais (LÓPEZ *et al.*, 2013), que se desenvolve em um período de 10 a 15 dias, captando energia do sol e assimilando os minerais contidos em uma solução nutritiva (MÜLLER *et al.*, 2005).

A manipueira é o líquido de constituição das raízes de mandioca, que apresenta aspecto leitoso, cor amarela-clara e odor fétido (ARAÚJO *et al.*, 2014). O efluente é gerado na etapa de prensagem da massa ralada com vistas à obtenção da fécula ou farinha de mandioca, que, fisicamente, se apresenta na forma de suspensão aquosa e, quimicamente, como miscelânea de compostos, como goma, açúcares, proteínas, linamarina e sais minerais diversos (SARAIVA *et al.*, 2007).

A manipueira é rica em macro e micronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, zinco e manganês e pode ser utilizada como um potencial fertilizante (CONCEIÇÃO *et al.*, 2013). Tendo em vista a facilidade para a obtenção e o baixo custo da manipueira, a sua utilização como fertilizante pode ser uma alternativa de substituição dos adubos químicos industrializados (SANTOS *et al.*, 2010).

Reporta-se que, na década de 50, com o aparecimento das amidonarias, começaram a ser utilizados os subprodutos do beneficiamento da mandioca nas atividades agropecuárias devido ao aporte de nutrientes relacionados a esses insumos e pela falta de acesso às informações sobre o tratamento dos efluentes e resíduos gerados pelo beneficiamento da mandioca (DUARTE *et al.*, 2012).

A urina humana é um produto líquido eliminado pelo corpo humano, secretado pelos rins por um processo de filtração do sangue chamado de micção e excretado através da uretra (KARAK; BHATTACHARYYA, 2011). Nos últimos dez anos, estudos baseados na separação de urina e fezes têm mostrado novos conceitos de desenvolvimento para o saneamento, reduzindo o desperdício de água potável nos banheiros e mostrando uma nova concepção ecológica e também econômica (SOUSA *et al.*, 2009).

Segundo Lind, Ban e Bydén (2001) a urina humana contém cloreto de sódio (NaCl), ureia [CO(NH₂)₂], potássio (K), cálcio (Ca), sulfato (SO₄) e fósforo que está disponível como superfosfatos (H₂PO₄⁻ ou HPO₄²⁻). Das excretas humanas, a urina contribui com cerca de 90% do nitrogênio, 50-65% do fósforo e 50-80% do potássio (HEINONEN-TANSKI; SIJBESMA, 2005).

É preciso perceber que, embora ainda existam empecilhos, tais como substituição de aparelhos sanitários e adequação das instalações intradomiciliares, além de muitos estudos a serem realizados, a reciclagem de nutrientes da urina para fins agrícolas é uma boa alternativa para solucionar o problema da escassez de rochas ricas em fosfatos, que futuramente pode gerar impactos na fabricação de fertilizantes e na produção de alimentos (LOURO *et al.*, 2012). Segundo Mihelcic, Fry e Shaw (2011) as tecnologias de reciclar nutrientes de urina humana têm se demonstrado bastante viáveis, tanto para os países subdesenvolvidos como para os desenvolvidos.

O uso de urina diluída como solução nutritiva em cultivo hidropônico deve ser avaliado como uma possibilidade de produção de determinadas culturas em regiões áridas, semiáridas e áreas urbana e periurbana (SILVA *et al.*, 2007). Neste contexto, esta pesquisa objetivou analisar o crescimento e o teor de proteína bruta em forragem verde hidropônica de milho fertilizado com solução nutritiva composta por urina humana e manipueira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os meses de março a abril de 2013 em uma casa de vegetação instalada no Campus I da Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Campina Grande (7° 13' 50" S, 35° 52' 52" W, 551 m de altitude), no Estado da Paraíba, Brasil.

A casa de vegetação foi construída com estrutura de madeira, modelo "capela", com 5 m de comprimento, 3 m de largura e 2,5 m de altura e revestida por cortinamento lateral, com telas finas de polipropileno, com capacidade para reter 30% da luz e coberta com polietileno de baixa densidade (PEBD), ambiente controlado quanto à radiação solar e precipitações. No interior da casa de vegetação foram instaladas duas bancadas para suportar as células hidropônicas (bandejas de plástico com 45 cm de comprimento, 29 cm de largura e 4 cm de profundidade).

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, composto por quatro blocos e seis tratamentos, o que correspondeu a 24 células hidropônicas, distanciadas 15 cm entre si e com 2% de declividade.

O sistema hidropônico utilizado foi de três fases (líquido com nutriente, ar e substrato) e não circulante (sem recirculação das soluções fertilizantes), com utilização de bagaço de cana-de-açúcar como substrato vegetal. O substrato foi analisado quimicamente e apresentou as seguintes características: 6,83 g.kg⁻¹ de nitrogênio; 3,23 g.kg⁻¹ de fósforo; 4,36 g.kg⁻¹ de potássio; 0,10 g.kg⁻¹ de cálcio; 0,19 g.kg⁻¹ de sódio; 5,90 mg.kg⁻¹ de enxofre e 62,7 mg.kg⁻¹ de ferro.

Em cada célula hidropônica foram espalhadas 150 g de bagaço de cana-de-açúcar e feita a semeadura do milho. Foram utilizadas sementes de milho não tratadas quimicamente, com densidade de semeadura de 2,5 kg.m⁻², de acordo

com FAO (2001), ou seja, em cada célula (0, 1305 m²) foram semeados 326,3 g do milho. Para acelerar o processo de emergência, antes da semeadura, as sementes foram submetidas à hidratação, sendo embebidas em água por período de 24 horas (pré-germinação). Após este tempo e, feita a drenagem da água, foi procedida à semeadura, a lanço. Em seguida, as sementes foram cobertas com outra camada homogênea de 120 g do substrato.

Durante o período de emergência das sementes (5 dias após a semeadura - DAS) as células eram irrigadas três vezes ao dia com apenas água de abastecimento. Após este período, foram iniciadas as fertilizações, ou seja, diariamente e parceladas em três vezes, cada célula era fertilizada com taxa de aplicação de 5 L.m⁻².d⁻¹, com as soluções que foram caracterizadas pelos seguintes tratamentos: 1 (testemunha) - Solução nutritiva utilizada no cultivo de forragem verde hidropônica (FAO, 2001) e cinco soluções compostas por 1, 2, 3, 4 e 5% de urina humana diluída em água com pH ajustado para 6,4 com manipueira, ou seja, para ajustar o pH das diluições de urina foram utilizados os seguintes volumes de manipueira por litro da diluição: 20; 35; 45; 67,5; e 87,5 mL, respectivamente. A manipueira foi adicionada em cada diluição de urina para ajustar o pH para 6,4 pois, segundo recomendações da FAO (2001), o pH da solução nutritiva utilizada no cultivo da forragem verde hidropônica deve estar entre 5,2 e 7,0.

A solução nutritiva utilizada no tratamento 1 foi preparada a partir de duas soluções concentradas ("A" e "B"). A solução "A" foi constituída por: monofosfato de amônio, nitrato de cálcio e nitrato de potássio; e a solução "B" por: sulfato de magnésio, sulfato de cobre, sulfato de manganês, sulfato de zinco, ácido bórico, molibdato de amônio e quelatos de ferro. Estas soluções foram preparadas de acordo com as recomendações do Manual Técnico da FAO (2001). Diariamente, antes da irrigação, eram preparados 4 litros contendo respectivamente 1,25 mL. L⁻¹ da solução "A" e 0,5 mL. L⁻¹ da solução "B".

A urina humana utilizada foi coletada por um período de sete dias consecutivos, em três residências no município de Campina Grande(PB), e armazenada em um recipiente hermeticamente fechado, por período de um mês, antes de começar a ser utilizada. Já a manipueira foi coletada na mesma semana da

sua utilização sendo adquirida em uma casa de farinha no município de Puxinanã (PB).

Na Tabela 1 estão os parâmetros da caracterização físico-química da solução nutritiva (tratamento 1), urina humana (U) e manípueira (M) que foram analisados, segundo metodologia preconizada no *Standard Methods for Wastewater* (APHA, 2005).

Tabela 1. Caracterização físico-química da solução nutritiva, urina e manípueira utilizadas no experimento

Tratamentos	Parâmetros							
	NTK	N-NH ₃	Pt	K	Cl ⁻	Na	pH	CE
mg. L ⁻¹						-	mS.cm ⁻¹
Sol. nutritiva	3,0	2,40	12,17	7,27	269,54	15,99	7,0	1,689
Urina	6889,4	5759,79	403,92	201,56	6103,19	674,66	9,0	42,63
Manípueira	968,24	218,47	419,69	475,26	760,87	98,53	4,17	7,68

NTK: Nitrogênio total; N - NH₃: Nitrogênio amoniacal; Pt: Fósforo total; K: Potássio; Cl⁻: Cloreto; Na: Sódio; pH: Potencial hidrogeniônico; e CE: Condutividade elétrica.

Os tratamentos foram aplicados até o 9º dia após a emergência (DAE). As regas eram realizadas manualmente com auxílio de um minirregador, confeccionado a partir de uma pisseta. O líquido percolado em cada célula era drenado, através de drenos com 3 mm de diâmetro, para garrafas PET, sendo descartado posteriormente.

Durante a condução do experimento foi realizado o monitoramento diário da temperatura interna da casa de vegetação. Os resultados das temperaturas, máximas e mínimas diárias, estão ilustrados na Figura 1. A média das temperaturas máximas observadas, durante a realização do experimento, foi de 28,87 °C e a das mínimas de 23,73 °C.

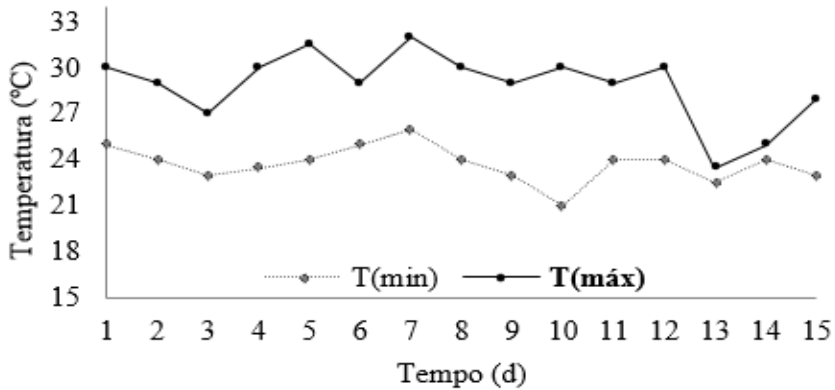


Figura 1. Temperaturas máximas e mínimas diárias (°C) registradas no interior da casa de vegetação durante o ciclo de cultivo da forragem.

No 10^o DAE, as células foram irrigadas com apenas água e no dia seguinte foi determinadas a altura da forragem (AF) e coletada a parte aérea e raízes com substrato (cortando as plantas com um estilete rente ao substrato). Após o fracionamento, a parte aérea e substrato com raízes foram colocados em sacos de papel, previamente furados e identificados, para secagem em estufa com temperatura controlada (65 °C) e circulação forçada de ar, por um período de 72 horas. Após a secagem, as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey para as determinações de cinzas e proteína bruta, segundo metodologia descrita por Rodrigues (2010).

Os resultados das variáveis, altura da forragem (AF), cinzas (C/N) e proteína bruta (PB - quantidade de nitrogênio x 6,25) foram submetidos à análise de variância utilizando-se o *software ASSISTAT v. 7.7 Beta* (SILVA; AZEVEDO, 2016), e comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância da altura (AF), cinzas da parte aérea (C/N (PA)), cinzas do substrato com raízes (C/N (SR)), proteína bruta da parte aérea (PB (PA)) e do substrato com raízes (PB (RS)) da forragem hidropônica do milho estão apresentados na Tabela 2.

De acordo com a Tabela 2 a AF e C/N (PA) apresentaram respostas significativas diante do nível de 5% de probabilidade, enquanto que as demais variáveis apresentaram resposta significativa em relação ao nível de 1% de probabilidade, indicando que as concentrações de urina humana associadas à manipueira exerceram influência no crescimento, material mineral (cinzas) e proteína bruta da forragem.

Tabela 2. Quadrados médios da análise de variância da altura (AF), cinzas (C/N) e proteína bruta (PB) da forragem verde hidropônica de milho

	Quadrado Médio					
	FV	GL	AF	C/N (PA)	C/N (RS)	PB (PA)
Tratamento	5	3,74000*	5,06389**	2,56667*	15,32988**	4,31261**
Bloco	3	2,86556 ^{ns}	0,05401 ^{ns}	0,70988 ^{ns}	2,63331 ^{ns}	0,50816 ^{ns}
Resíduo	15	1,25222	0,41698	0,59136	1,11560	0,26890
CV%	-	3,67	7,95	13,77	2,96	3,63

** , * e ^{ns} - Significativo a 1 e a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente (Teste F).

Legenda: FV: Fonte de Variação; GL: Grau de liberdade; AF: Altura da forragem; C/N (PA): Cinzas da parte aérea; C/N (RS): Cinzas do substrato com raízes; PB (PA): Proteína bruta da parte aérea; PB (RS): Proteína bruta do substrato com raízes; CV: Coeficiente de variação.

Conforme ilustra a Figura 2, as médias da altura da forragem apresentaram diferença significativa entre si para as fertilizações com as soluções contendo 1 (solução 2) e 5% (solução 5) de urina associada à manipueira. A máxima média foi de 31,37 cm obtida no cultivo com a solução 5, que corresponde a 2,77% de incremento, quando comparado com a testemunha (solução 1).

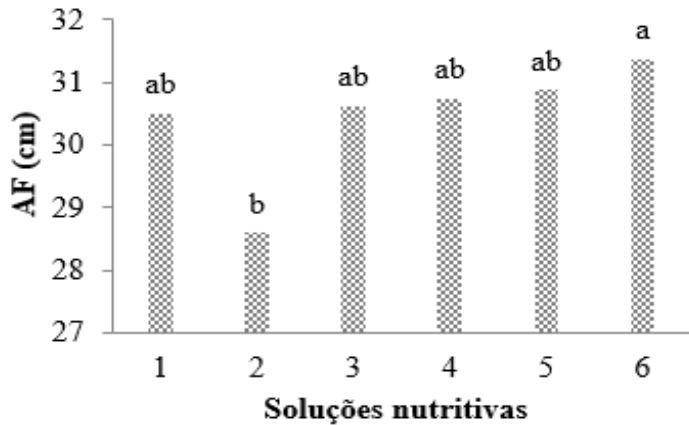


Figura 2. Altura da forragem (AF, cm) em função das concentrações de urina humana associadas à manipueira.

Analisando a altura da forragem verde hidropônica do milho, fertilizado com solução nutritiva com sais fertilizantes (MÜLLER *et al.*, 2005), com diferentes níveis de salinidade na água (AMORIM *et al.*, 2005) e vinhoto como solução alternativa (ARAÚJO *et al.*, 2008; MANHÃES *et al.*, 2011), foi constatado efeito significativo.

A Figura 3 apresenta os resultados das cinzas na parte aérea (3A) e cinzas no substrato com raízes (3B) da forragem, em função das soluções nutritivas utilizadas no cultivo.

De acordo com as Figuras 3A e 3B, as médias das cinzas da parte aérea e substrato com raízes da forragem também apresentaram diferença estatística entre si. Para a parte aérea a máxima média foi de aproximadamente 9,92%, obtida no cultivo com a solução 5. E no substrato com raízes foram de 6,33%, obtidas com as soluções nutritivas 3 (2% de urina associada à manipueira) e solução 5. O máximo incremento de cinza da parte aérea foi de 24,40%, referente ao cultivo com a solução 5, e no substrato com raízes foi de 31,60%, referente às soluções 3 e 5, em comparação com a testemunha (solução 1). Estes valores estão bem próximos aos obtidos por Bezerra *et al.* (2008) (9,57%) e Rocha *et al.* (2014) (11,66%) ao cultivarem milho hidropônico com substratos de bagaço de cana-de-açúcar e casca de arroz com densidades de semeadura de 2,5 e 2,8 kg. m⁻², respectivamente.

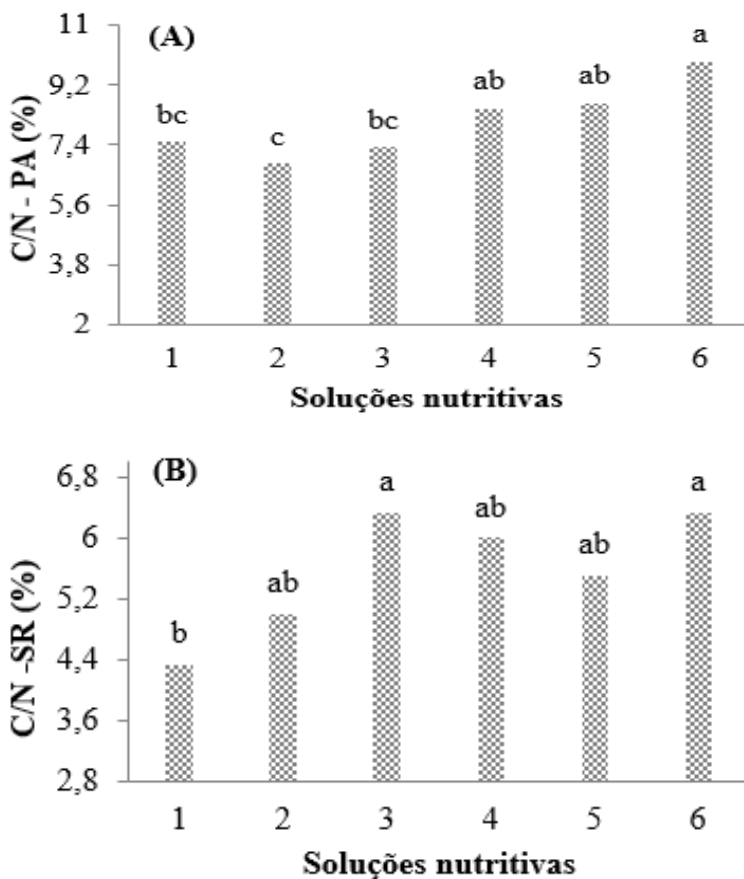


Figura 3. Cinzas na parte aérea (C/N - PA, 3A) e substrato com raízes (C/N - SR, 3B) da forragem verde de milho em função das soluções nutritivas compostas por urina humana e manieueira.

As médias dos teores de proteína bruta na parte aérea (Figura 4A) e substrato com raízes (Figura 4B) da forragem apresentaram diferença estatística significativa entre si. Para a parte aérea a máxima média foi de 38,7% obtida com o cultivo da solução que continha 5% de urina associada à manieueira (solução nutritiva 6). No substrato com raízes, a máxima média foi de 15,84%, obtida através do cultivo com a solução 6. Os máximos incrementos da proteína bruta foram de 14,37 e 15,75%, referentes à dose de 5% na parte aérea e no substrato com raízes, respectivamente, em comparação com a testemunha.

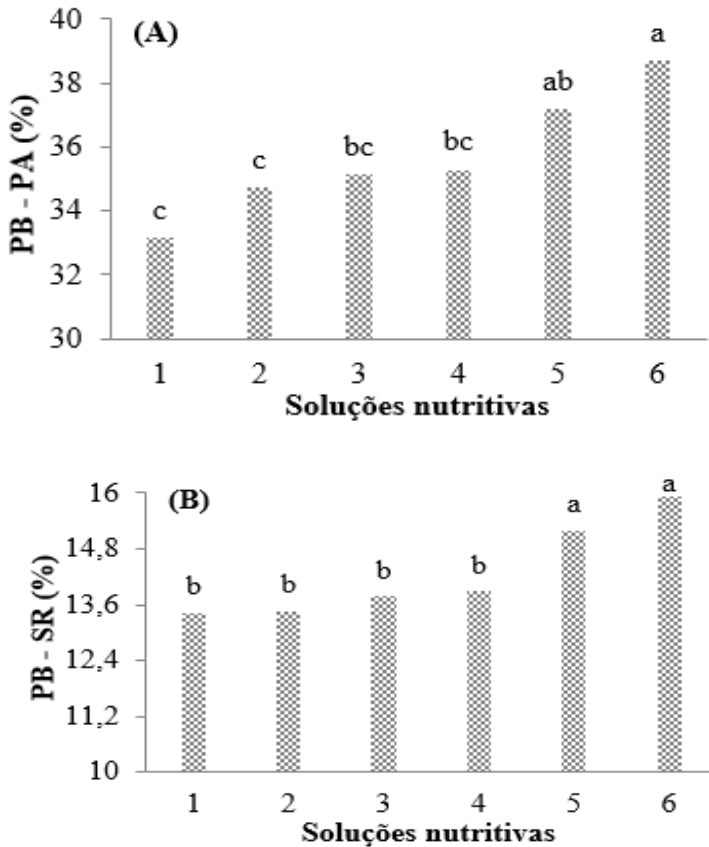


Figura 4. Proteína bruta na parte aérea (PB - PA, 4A) e no substrato com raízes (PB - SR, 4B) da forragem verde de milho em função das soluções nutritivas compostas por urina humana e manipueira.

Conforme ilustrado nas Figuras 4A e 4B a forragem verde hidropônica de milho cultivada com as soluções compostas por urina humana e manipueira apresentou elevada percentagem de proteína bruta, quando comparada com os dados relatados na literatura, pois cultivando forragem hidropônica de milho, Rocha *et al.* (2014), Rocha *et al.* (2007), Campêlo *et al.* (2007) e Müller *et al.* (2005) obtiveram 5,84; 8,54; 20,09; e 18,26% de proteína bruta (PB), respectivamente. Os acréscimos nos teores de proteína bruta, na parte aérea e no substrato com raízes da forragem, observados com o aumento da concentração de urina humana, podem ser atribuídos à elevada concentração de nitrogênio presente na urina humana.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto maior a concentração de urina humana associada à manipueira maiores foram a altura e os teores de cinza e proteína bruta na forragem verde hidropônica.

A solução nutritiva composta por 5% de urina humana associada à manipueira foi a que proporcionou os máximos teores de cinzas na parte aérea da forragem e teores de proteína bruta tanto na parte aérea quanto no substrato com raízes.

A solução contendo 5% de urina humana adicionada de manipueira até pH 6,4 é a mais indicada para o cultivo da forragem verde hidropônica de milho.

REFERÊNCIAS

AMORIM, D. M. B.; NOTARO, Í. A.; FURTADO, D. A.; GHEYI, H. R.; BARACUHY, J. G. V. Avaliação de diferentes níveis de salinidade da água utilizada na produção de forragem hidropônica de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, (Suplemento), p. 339-342, 2005.

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington: APHA, 2005.

ARAÚJO, N. C.; GUIMARÃES, P. L. F.; OLIVEIRA, S. J. C.; LIMA, V. L. A.; BANDEIRA, F. A.; ARAÚJO, F. A. C. Quantificação da geração de resíduos em uma casa de farinha no Estado da Paraíba. **Revista Monografias Ambientais - REMOA**, v. 13, n. 5, p. 3793-3799, 2014. DOI: 10.5902/2236130814984

ARAÚJO, V. S.; COELHO, F. C.; CUNHA, R. C. V.; LOMBARDI, C. T. Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e vinhoto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 3, p. 251-264, 2008.

BEZERRA, L. L.; MELO, D. R. M.; FERNANDES, D.; ANDRADE, R.; SANTOS, J. G. R. Produção de forragem hidropônica de milho em função de concentrações de biofertilizante e densidade de sementes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvol-**

vimento Sustentável, v. 3, n. 4, p. 110-116, 2008.

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

CONCEIÇÃO, A. A.; RÊGO, A. P. B.; SANTANA, H.; TEIXEIRA, I.; MATIAS, A. G. C. Tratamento de efluentes resultantes do processamento da mandioca e seus principais usos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 118-130, 2013.

DUARTE, A. S.; SILVA, Ê. F. F.; ROLIM, M. M.; FERREIRA, R. F. A. L.; MALHEIROS, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 262-267, 2012.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. **Forraje verde hidropónico**. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Manual Técnico. Primera Parte, 2001, 68p.

HEINONEN-TANSKI, H.; VAN WIJK-SIJBESMA, C. Human excreta for plant production. **Bioresource Technology**, v. 96, p. 403-411, 2005.

LOURO, C. A. L.; VOLSCHAN JR., I.; ÁVILA, G. M. Sustentabilidade ambiental: Estudo sobre o aproveitamento de nutrientes da urina humana para fins agrícolas. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 7, n. 3, p. 440-447, 2012.

LÓPEZ, P. J.; RODRÍGUEZ, H. J. M.; VILLA, M. S.; DANÉS, A. A. G.; CRESPO, E. C.; ROSETE, C. R. J.; ORTEGA, J. A.; SANTIAGO, G. A.; CATÓN, M. O. Producción de forraje verde hidropónico. **Revista Fuente Nueva Época**, n. 13, p. 16-26, 2013.

LIND, B. B.; BAN, Z.; BYDÉN, S. Volume reduction and concentration of nutrients in human urine. **Ecological Engineering**, v. 16, n. 4, p. 561-566, 2001.

MANHÃES, N. E.; SANT'ANA, J. G.; COELHO, F. C.; GARCIA, L. N. C.; LOMBARDI, C. T.; FRANCELINO, F. M. A. Forragem de milho hidropônico cultivado em bagaço

de cana-de-açúcar, com diferentes densidades de semeadura e concentrações de vinhoto. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

MIHELICIC, J. R.; FRY, L. M.; SHAW, R. Global potential of phosphorus recovery from human urine and feces. **Chemosphere**, v. 84, n. 6, p. 832-839, 2011.

MÜLLER, L.; SANTOS, O. S.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; HAUT, V.; DOURADO NETO, D.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C. Produção e qualidade bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico. **Revista da FZVA**, v. 12, n. 1, p. 88-97, 2005.

ROCHA, R. J. S.; SALVIANO, A. A. C.; ALVES, A. A.; LOPES, J. B.; NEIVA, J. N. M. Produtividade e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho produzida em diferentes volumes de solução nutritiva. **Revista de Produção Científica Animal**, v. 9, n. 1, p. 9-17, 2007.

ROCHA, R. J. S.; SALVIANO, A. A. C.; ALVES, A. A.; NEIVA, J. N. M.; LOPES, J. B.; SILVA, L. R. F. Produtividade e composição química da forragem hidropônica de milho em diferentes densidades de semeadura no substrato casca de arroz. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 25-31, 2014.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pelotas, 2010. (Documentos, 306). 177p.

SARAIVA, F. Z.; SAMPAIO, S. C.; SILVESTRE, M. G.; QUEIROZ, M. M. F.; NÓBREGA, L. H. P.; GOMES, B. M. Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 30-36, 2007.

SANTOS, M. H. V.; ARAÚJO, A. C.; SANTOS, D. M. R.; LIMA, N. S.; LIMA, C. L. C.; SANTIAGO, A. D. Uso da manipueira como fonte de potássio na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 729-733, 2010.

SILVA, A. B.; COHIM, E.; KIPERSTOK, A.; TRINDADE, A. V.; COVA, A. M. W.; BON-

FIM, A. C.; PASSOS, V.; NASCIMENTO, F. R. Avaliação do desenvolvimento inicial da helicônia *bibai* em substrato inerte irrigado com diferentes níveis de diluição de urina humana em casa de vegetação. *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL EM SANEAMENTO SUSTENTÁVEL: SEGURANÇA ALIMENTAR E HÍDRICA PARA A AMÉRICA LATINA. ECOSAN, Fortaleza, 2007 **Anais** [...]. Disponível em: http://teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art67.pdf. Acesso em: 27 abr. 2016.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. They assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research (AJAR)**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

SOUSA, J. T.; HENRIQUE, I. N.; LOPES, W. S.; LEITE, V. D. Gerenciamento sustentável de água residuária doméstica. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 9, p. 38-46, 2009.

Recebido em: 14/09/2016

Aceito em: 01/04/2019