

Produção de milho ‘Potiguar’ fertirrigado com água amarela e manipueira

Production of maize ‘Potiguar’ fertigated with yellow water and cassava wastewater

Narcísio Cabral de Araújo^{1,*}, Vera Lucia Antunes de Lima², Leandro Fabrício Sena², Geovani Soares de Lima², Elysson Marcks Gonçalves Andrade², José Alberto Ferreira Cardoso³ e Suenildo Jósemo Costa Oliveira⁴

¹Centro de Formação em Tecno-ciências e Inovações da Universidade Federal do Sul da Bahia, Itabuna – BA, Brasil

²Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Campina Grande – PB, Brasil

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Dianópolis – TO, Brasil

⁴Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca – PB, Brasil

(*E-mail: narcisioufsb@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/RCA18170>

Recebido/received: 2018.07.06

Recebido em versão revista/received in revised form: 2018.07.27

Aceite/accepted: 2018.08.29

RESUMO

Esta pesquisa objetivou avaliar a produção de milho Potiguar fertirrigado com urina humana e manipueira associadas à adubação mineral com NPK. Adotou-se delineamento inteiramente casualizados, composto por oito tratamentos (1 - testemunha sem fertirrigação; 2 - fertirrigações com NPK; 3 - apenas urina humana; 4 - apenas manipueira; 5 - urina humana mais manipueira; 6 - urina humana mais PK; 7 - manipueira mais NP; e 8 - urina humana, manipueira e P) e cinco repetições. Aos 110 dias após emergência foram avaliados comprimento e diâmetro da espiga, número de grão por espiga, fileiras de grãos por espigas, grãos por fileira, massa seca da parte aérea, massa seca da espiga com e sem palha, massa seca dos grãos e massa seca de 100 grãos. Com exceção da massa seca de 100 grãos, houve diferença estatística significativa entre tratamentos e entre médias analisadas. Urina humana pode substituir a adubação nitrogenada e a manipueira a potássica aplicada via fertirrigação na cultura do milho. A associação destes efluentes tem potencial para substituir a adubação mineral requerida pela cultura do milho. Com exceção dos tratamentos 1 e 4, os demais podem ser indicados como os melhores tratamentos.

Palavras-chave: *Zea mays* L., ecossaneamento, urina humana, reciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the production of Potiguar maize fertirrigated with human urine and, cassava wastewater associated with mineral fertilization with NPK. A completely randomized design was used, consisting of eight treatments (1 - control without fertigation, 2 - fertigations with NPK, 3 - only human urine, 4 - only cassava wastewater, 5 - cassava wastewater plus human urine, 6 - human urine plus PK; - cassava wastewater plus NP, and 8 - human urine, cassava wastewater and P) and five replicates. At 110 days after emergence were evaluated the length and diameter of the spike, number of grain per spike, rows of grain per spike, grain per row, dry mass of the aerial part, dry mass of the spike with and without straw, dry mass of the grains and mass dry of 100 grains. Except for the dry matter of 100 grains, there was a statistically significant difference between treatments and between analyzed means. Human urine can substitute the nitrogen fertilization and the cassava wastewater applied via fertirrigation substitute the potassium in the maize crop. The association of these effluents has the potential to replace the mineral fertilization required by the maize crop. With the exception of treatments 1 and 4, the others can be indicated as the best treatments.

Keywords: *Zea mays* L., eco sanitation, human urine, recycling nutrients.

INTRODUÇÃO

O uso agrícola de resíduos orgânicos é uma alternativa sustentável para reciclar nutrientes e minimizar os impactos ambientais negativos resultantes da destinação final inadequada de resíduos. A utilização de resíduos como fertilizantes na atividade agrícola pode trazer benefícios ao desenvolvimento da cultura (Magalhães *et al.*, 2014).

Um resíduo que apresenta rica fonte de nutrientes é a urina humana, pois segundo Karak e Bhattacharyya (2011), vem sendo utilizada na agricultura desde tempos antigos; porém, em termos de pesquisa científica, poucos estudos foram desenvolvidos; os mais recentes foram os realizados por Araújo *et al.* (2015), Santos Júnior *et al.* (2015), Santos *et al.* (2016) e Botto *et al.* (2017) que avaliaram o uso agrícola do efluente no cultivo de forragem verde hidropônica de milho, no cultivo do sorgo, gramas e mamona, respectivamente.

Outro resíduo que apresenta grande potencialidade para a reciclagem dos nutrientes, através do uso agrícola, é a manipueira que é um efluente líquido de aspecto leitoso que apresenta cor amarela e odor fétido, gerado no processamento das raízes de mandioca ralada. Segundo Conceição *et al.* (2013) a manipueira é bastante rica em macro e micronutrientes. Nos últimos cinco anos diversas pesquisas analisando o potencial fertilizante na manipueira em culturas agrícolas foram publicadas: Barreto *et al.* (2014) estudaram o desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho; Araújo *et al.* (2015) avaliaram o crescimento e a produtividade de milho fertilizado via foliar; Dantas *et al.* (2015) analisaram o crescimento do girassol; Leal *et al.* (2015) avaliaram os efeitos das adubações via foliar e substrato na produção do coentro; Pessuti *et al.* (2015) estudaram o cultivo da soja e Dantas *et al.* (2017) que, estudaram o uso do efluente como fonte de nutrientes nos componentes morfológicos e de produção do girassol. Todas essas pesquisas indicaram que o efluente apresenta potencial fertilizante para ser reciclado em cultivos agrícolas.

Apesar existirem estudos realizados com a manipueira e alguns com a urina humana em cultivo agrícola, ainda são escassos estudos com

associação dos dois efluentes. Neste contexto, o uso de urina humana associada à manipueira pode, portanto, ser uma alternativa viável para a fertirrigação de milho (*Zea mays* L.), pois esses efluentes contêm concentrações consideráveis de nutrientes, sobretudo nitrogênio e potássio que juntamente com o fósforo são os principais macronutrientes requeridos pela cultura. Portanto, este trabalho objetivou avaliar a produção de milho “Potiguar” fertirrigado com urina humana associada à manipueira e essas associadas a fertilizantes minerais.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de novembro de 2015 a fevereiro de 2016, em condições de casa de vegetação, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na cidade de Campina Grande (7° 13' 50" S, 35° 52' 52" W, 551 m de altitude), estado da Paraíba. A cidade de Campina Grande tem clima do tipo Aw'i, segundo a classificação climática de Koppen e é considerado como seco sub-úmido (Sousa Júnior, 2006).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizados, com quatro repetições e oito tratamentos, totalizando 32 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram de uma testemunha sem fertirrigação (tratamento 1 - SF); fertirrigações com NPK (tratamento 2 - NPK); apenas urina humana (tratamento 3 - U); apenas manipueira (tratamento 4 - M); urina humana mais manipueira (tratamento 5 - U+M); urina humana mais PK (tratamento 6 - U+PK); manipueira mais NP (tratamento 7 - M+NP) e urina humana, manipueira e P (tratamento 8 - U+M+P). Os fertilizantes minerais eram compostos por ureia (45,9 % de N), superfosfato simples (18,9 % de P₂O₅) e cloreto de potássio (60 % de K₂O).

No ambiente de pesquisa foram montadas unidades experimentais compostas por vasos plásticos adaptados como lisímetros de 30 L de capacidade, instalados em espaçamento de 1,0 m entre fileira e 0,50 m dentro da fileira, visando determinar o volume de água consumido pela planta, a partir do volume de água aplicado e do volume drenado.

Cada vaso foi perfurado na base para introdução de um dreno, ou seja, uma mangueira com 15 cm de comprimento e 6 mm de diâmetro nominal, a qual foi acoplada a uma garrafa plástica com 2,0 L de capacidade para coleta do efluente de drenagem, permitindo sua recirculação no vaso de origem que, tinha por finalidade evitar possíveis perdas de nutrientes lixiviados por excesso de volumes de águas drenado da irrigação. No preenchimento, os vasos receberam uma camada de 1,0 kg de brita (número zero) a qual cobriu a base e outra de 34,0 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa, devidamente destorroado e peneirado, proveniente da zona rural do município de Esperança, PB, com as seguintes características: pH (H₂O) = 5,58; CE (extrato de saturação) = 0,56 mmhos cm⁻¹; Al = 0,00 cmol_c dm⁻³; Mg = 2,78 cmol_c dm⁻³; Ca = 9,07 cmol_c dm⁻³; K = 0,33 cmol_c dm⁻³; Na = 1,64 cmol_c dm⁻³; P = 3,98 mg dm⁻³; S = 13,72 cmol_c dm⁻³; CO = 1,70%; MO = 2,93% e Ds = 1,28 g cm⁻³. Deixou-se um espaço de 4,0 cm do nível do solo até a bordadura do lisímetro.

Após o preenchimento dos vasos com o solo elevou-se o teor de umidade do solo até atingir a capacidade de campo; posteriormente realizou-se a semeadura depositando cinco sementes por vaso de milho, cultivar Potiguar; aos 15 dias após a semeadura (DAS) realizou-se o desbaste deixando-se duas plantas por vaso, sendo que aos 50 DAS uma dessas foi coletada permanecendo a outra para avaliação da produção.

A cultivar de milho Potiguar é resultante do programa de melhoramento genético da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte SA (EMPARN SA); apresenta ciclo precoce, porte médio, bom empalhamento de espiga e espigas com padrão comercial para o consumo *in natura* e foi adaptada para a Região Nordeste do Brasil (EMPARN, 2018).

Os volumes de água para as irrigações foram estimados individualmente para cada parcela experimental com turno de rega de dois dias com base no balanço de água (diferença entre o volume médio aplicado e o drenado suficiente para manter o solo à capacidade de campo acrescido de 20%, com o propósito de suprir as perdas de água por evapotranspiração). A água utilizada na irrigação foi coletada na rede de abastecimento pública da cidade de Campina Grande, PB.

As fertirrigações foram iniciadas aos 15 DAS. Em cada parcela foi aplicado o equivalente a 100 mg de N kg⁻¹ de solo, 300 mg de P kg⁻¹ de solo e 150 mg de K kg⁻¹ de solo, conforme recomendações de Novais *et al.* (1991) que se baseia no volume de solo utilizado.

As quantidades de urina humana e manipueira aplicadas em cada parcela, foram estimadas com base na dose recomendada por Novais *et al.* (1991) (100 mgN kg⁻¹ de solo e 150 mg K kg⁻¹ de solo) considerando-se as concentrações de nitrogênio e potássio presentes nos efluentes (Quadro 1).

A urina humana passou por tratamento que consistiu no armazenamento em balde de plástico com capacidade para 20,0 L e mantido hermeticamente fechado durante 60 dias antes de ser utilizada. A manipueira também passou por um tratamento, que consistiu em uma digestão anaeróbia pelo período de 90 dias, em um recipiente de plástico com capacidade para 85 litros, deixando-se porém, um espaço vazio de 10 cm no seu interior e fechada. Na tampa do balde foi instalada uma mangueira com a outra extremidade mergulhada num recipiente com água na altura de 10 cm, para a saída dos gases gerados durante a biodigestão do efluente.

Quadro 1 - Atributos físico-químicos da urina humana e da manipueira utilizada no experimento

Efluentes	Atributos								
	NTK	N-NH ₃	NO ₃	P-PO ₄ ³⁻	K	Na	Ca + Mg	pH	CE
g L ⁻¹							-	mS cm ⁻¹
Urina	6,668	5,257	0,002	0,325	1,558	2,509	0,034	9,12	42,7
Manipueira	1,199	0,336	0,019	0,338	4,004	0,096	2,800	3,75	11,75

NTK: Nitrogênio Total Kjeldahl; N - NH₃: Nitrogênio Amoniacal; NO₃: Nitrato P - PO₄³⁻: Ortofosfato solúvel; K: Potássio; Na: Sódio; Ca + Mg: dureza total; pH: Potencial hidrogeniônico e CE: Condutividade Elétrica.

Após o tratamento os efluentes foram analisados segundo metodologia preconizada no Standard Methods for Wastewater (APHA, 2005), cujos atributos estão apresentados no Quadro 1.

As fertirrigações com os fertilizantes minerais foram parceladas em quatro vezes e aplicadas aos 15, 22, 29 e 37 DAS; já nos tratamentos que continham urina humana e/ ou manipueira (tratamentos 2, 3, 4, 5, 6 e 7) as fertirrigações foram parceladas em 12 vezes e aplicadas aos 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35 e 37 DAS.

Para avaliação das componentes de produção, aos 110 dias após a emergência (DAE), todas as espigas e parte aérea das plantas foram coletadas e acondicionadas, separadamente, em sacos de papel previamente identificados para secagem em estufa com temperatura controlada em 65 °C durante 72 horas.

Após a secagem foram realizadas as seguintes determinações: Massa seca da parte aérea (MSPA), determinada através da pesagem de todas as folhas mais colmo com panícula coletadas em parcela (g por planta); massa seca de espiga com palha (MSE_p), estimada através da pesagem da espiga com palha coletada em cada parcela (g por planta); massa seca de espiga despalhada (MSE_d), mensurada através da pesagem das espigas sem palha coletada em cada parcela (g por planta); comprimento da espiga despalhada (CE_d): com as espigas já despalhadas foi medida a distância entre o primeiro e o último grão da linha mais longa obtendo-se, assim, o valor médio do comprimento da espiga em centímetros; diâmetro da espiga despalhada (DE_d), obtido na região mediana da espiga sem palha e com auxílio de um paquímetro digital (mm); número de filas de grãos por espiga (NFGE), determinados mediante simples contagem das fileiras nas espigas amostradas; número de grãos por espiga (NGE), determinados mediante simples contagem dos grãos em cada espigas amostradas; número de grãos por fileira (NGF), determinado mediante simples contagem dos grãos presentes em cada fileira das espiga amostrada.

Após a debulha das espigas foi determinada a massa seca dos grãos (MSG), obtida através da pesagem de todos os grãos coletados em cada parcela e massa seca de 100 grãos (M100 g), obtida

através da pesagem de 100 grãos. Todas as pesagens foram realizadas em balança digital com precisão de 0,001 g.

Os resultados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1 e 5% de probabilidade, pelo software ASSISTAT v. 7.7 Beta (Silva e Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Quadro 2, houve diferença dos tratamentos sob todas as variáveis avaliadas, pois a análise de variância indicou diferença estatística significativa ($p < 0,01$) entre os tratamentos. Estes resultados diferem dos obtidos por Goes *et al.* (2012) que ao estudarem os efeitos de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em sistema de plantio direto não obtiveram respostas significativas para comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de grão por espiga (NGE), número de fileiras de grãos por espigas (NFGE) e número de grãos por fileira (NGF).

O comprimento de espigas (CE_d) apresentou diferença significativa com fertirrigações de apenas manipueira (4 – M) que proporcionou o menor valor (10,25 cm). A máxima média do CE_d foi de 17,00 cm foi obtida quando as fertirrigações foram com urina humana associada aos fertilizantes fosfatados e potássicos (6 – U+PK) e manipueira associada a fertilizantes nitrogenados e fosfatados (7 – M+NP). Neste contexto, pode-se inferir que as plantas conseguiram assimilar o nitrogênio presente na urina humana e do potássio presente na manipueira, pois na urina humana o nitrogênio foi constatado em maior concentração e na manipueira foi o potássio. Por outro lado, as médias dos demais tratamentos não se diferenciaram estatisticamente entre si ($p > 0,05$). Comprimentos médio de espigas de milho semelhantes aos da presente pesquisa, foram obtidos por Moraes *et al.* (2014) ao avaliarem a utilização de dejetos líquidos de suínos em substituição à adubação mineral da cultura de milho em cultivado em Latossolo Vermelho de textura muito argilosa.

Segundo Kappes *et al.* (2009) e Goes *et al.* (2012), o comprimento de espiga é uma característica que

Quadro 2 - Resumo da análise de variância e médias do comprimento da espiga (CE_d, cm), diâmetro da espiga (DE, mm), número de grão por espiga (NGE), número de fileiras de grãos por espigas (NFGE) e número de grãos por fileira (NGF) de milho fertirrigado com urina humana e manipueira

FV	Quadro Médio					
	GL	CE _d	DE	NGE	NFGE	NGF
Tratamentos	7	20,30544**	45,13123**	115513,31696**	15,49554**	463,31452**
Resíduo	24	7,86122	6,08717	6461,96875	3,40625	24,79629
CV%	-	19,95	5,73	18,24	12,43	16,64
Tratamentos	Médias					
1 - SF		11,74ab	36,89c	110,75b	10,50b	9,82b
2 - (NPK)		13,00ab	46,57a	554,00a	16,50a	33,59a
3 - (U)		15,12ab	42,81ab	478,25a	14,00ab	35,60a
4 - (M)		10,25b	39,40bc	244,00b	15,25a	16,44b
5 - (U+M)		15,25ab	44,63ab	556,00a	15,50a	36,12a
6 - (U+PK)		17,00a	42,90ab	505,25a	14,50ab	34,97a
7 - (M+NP)		17,00a	45,17ab	496,00a	16,00a	32,56a
8 - (U+M+P)		15,87ab	45,91a	581,50a	16,50a	40,32a

FV – Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; SF – Sem fertirrigação; NPK – Nitrogênio, fósforo e potássio; U – Urina humana; M – Manipueira; U + M – Urina mis manipueira; U + PK – Urina mais fósforo e potássio; M + NP – Manipueira mais nitrogênio e fósforo; U+M+P – Urina humana mais manipueira mais fósforo; (ns, **, *) - Não significativo, significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

afeta a produtividade do milho, visto que quanto maior for o comprimento da espiga maior também será o número potencial de grãos a ser formado por fileira. Lopes *et al.* (2007) também afirmam que o comprimento da espiga está correlacionado ao peso de grãos das espigas devido ao efeito indireto do peso dos grãos e ao número de grãos por espiga indicando, assim, que o incremento do comprimento das espigas proporcionado pelo número e tamanho dos grãos, poderá incrementar o rendimento de grãos da cultura do milho (Moraes *et al.*, 2014). Portanto, na presente pesquisa, com exceção das fertirrigação com apenas manipueira (4 – M) e da testemunha (1 – SF), os demais tratamentos (NPK, U, U+M, U+PK, M+NP e U+M+P) proporcionaram os maiores comprimentos da espiga, indicando uma potencialidade para o uso dessas fontes de fertilizantes no cultivo do milho.

Conforme o teste de comparação de médias para diâmetro da espiga (DE) Quadro 2, nota-se que as fertirrigações utilizando fertilizantes minerais compostos por NPK (2 - NPK) e urina humana combinada com manipueira e fósforo (8 - U+M+P) não se diferenciaram entre si, contudo, apresentaram as máximas médias, 46,57 e 45,91 mm, respectivamente. Os mesmos efeitos, dos tratamentos 2 e 8, foram observados para as fertirrigações com apenas urina (3 – U), urina

associada à manipueira (5 - U+M), urina associada a PK (6 – U+PK) e manipueira associada a NP (7 – M+NP), ou seja, as médias desses tratamentos também não se diferenciaram estatisticamente entre si; para esta variável observa-se que as menores médias foram obtidas para os tratamentos sem fertirrigação (1 – SF) (36,89 mm) e fertirrigação com apenas manipueira (4 – M) (39,40 mm).

Segundo Lopes *et al.* (2007), o comprimento e o diâmetro das espigas atuam diretamente para o aumento do peso de grãos. Em conformidade com os dados do Quadro 2, pode-se observar que a utilização de urina associada à manipueira, urina associada a PK, manipueira associada a NP e urina mais manipueira e fertilizante fosfatado, favoreceram os principais componentes de rendimento que atuarão no aumento da produtividade de grãos da cultura do milho indicando grande potencialidade do uso agrícola dessas águas residuárias como fontes de nutrientes em substituição ou complementar à adubação mineral da cultura do milho.

Com relação às médias do número de grãos por espiga (NGE) (Quadro 2), verificou-se diferença estatística entre si quando as plantas não foram fertirrigadas (1–SF) e quando utilizaram apenas manipueira (4–M), apresentaram médias de 110,75 e

244,00 grãos de milho por espiga, respectivamente. As plantas submetidas aos demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si; contudo, o valor máximo obtido foi de 581,50 grãos por espiga, quando cultivadas sob fertirrigação com urina humana associada à manipueira e fertilizante fosfatado (8-U+M+P). Segundo Mundstock e Silva (2005) o aumento do número de grãos por espiga pode ser um dos principais fatores responsáveis pelo incremento do potencial de rendimento de grãos de milho possível de ser comprovada na presente pesquisa de vez que todos os tratamentos com fertirrigação foram superiores a testemunha (sem fertirrigação).

As médias do número de fileiras de grãos por espigas (NFGE) apresentou diferença estatística entre si quando as plantas não foram fertirrigadas (1-SF) e quando receberam urina (3-U) e urina mais fertilizantes minerais compostos por fósforo e potássio (6-U+PK), que apresentaram as menores médias, cujos os valores foram de 10,50, 14,00 e 14,50 grãos por espiga, respectivamente; para os demais tratamentos não houve diferença significativa entre si, sendo máxima de 16,50 grãos por espiga obtidas através da aplicação de fertilizantes minerais (2 - NPK) ou com urina mais manipueira mais fósforo (8 - U+M+P).

As médias do número de grãos por fileira (NGF), também apresentaram diferença estatística entre si para os tratamentos testemunha (1-SF) e fertirrigações com manipueira (4 - M), em relação aos demais tratamentos que não se diferenciaram estatisticamente entre si, sendo a máxima média obtida através da fertirrigação com urina mais manipueira mais fósforo (8 - U+M+P) (40,32 grãos por fileira), indicando efeito positivo do uso dos efluentes e esses associados aos fertilizantes minerais. Esses resultados corroboram com os obtidos por Gazola *et al.* (2014) que, ao estudar os efeitos da aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha, obtiveram respostas significativas para o número de fileiras de grãos por espiga.

Em conformidade com o resumo do quadrado média (Quadro 3), a análise de variância indicou diferença estatística significativa entre tratamentos para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) ($p < 0,05$) e massa seca da espiga com e sem palha (MSE_p e MSE_d) ($p < 0,01$) e massa seca de grãos (MSG) ($p < 0,01$). O mesmo foi constatado para as médias, ou seja, houve diferença estatística entre si para as variáveis MSPA, MSE_p , MSE_d e MSG.

Quadro 3 - Resumo da análise de variância e médias da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da espiga com e sem palha (MSE_p e MSE_d), massa seca dos grão (MSG) e massa seca de 100 grãos (M100g) de milho fertirrigado com urina humana e manipueira

FV	Quadrado Médio					
	GL	MSPA	MSE_p	MSE_d	MSG	M100g
Tratamentos	7	1233,09407*	15574,10605**	8087,28783**	5684,70978**	31,99011 ^{ns}
Resíduo	24	375,03659	368,37581	205,54237	125,28475	19,41025
CV%	-	12,08	11,54	11,99	11,45	19,75
Tratamentos	Médias (g)					
1 - SF		150,87ab	50,56c	32,97b	22,95c	16,02a
2 - (NPK)		164,57ab	176,25b	138,69a	114,08a	21,01a
3 - (U)		152,79ab	182,33ab	127,94a	105,73a	23,69a
4 - (M)		128,78b	88,13c	65,46b	55,29b	23,77a
5 - (U+M)		186,19a	199,69ab	142,56a	116,89a	21,72a
6 - (U+PK)		155,25ab	200,19ab	145,74a	118,57a	24,39a
7 - (M+NP)		175,48a	210,90ab	149,87a	121,90a	24,57a
8 - (U+M+P)		168,92ab	222,32a	153,61a	126,69a	23,26a

FV – Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; SF – Sem fertirrigação; NPK – Nitrogênio, fósforo e potássio; U – Urina humana; M – Manipueira; U + M – Urina mis manipueira; U + PK – Urina mais fósforo e potássio; M + NP – Manipueira mais nitrogênio e fósforo; U+M+P – Urina humana mais manipueira mais fósforo; (^{ns}, **, *) - Não significativo, significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Para a variável massa seca da parte aérea (MSPA) as maiores médias foram obtidas através das fertirrigações com urina humana mais manipueira e manipueira mais NP, que não se diferenciaram estatisticamente entre si. Estudando os efeitos da adubação mineral, orgânica e organomineral na massa seca da parte aérea do milho, Castoldi *et al.* (2011) não constataram efeito significativo de médias entre tratamentos. Araújo *et al.* (2012) ao analisar o crescimento de milho fertilizado via foliar com diferentes concentrações de manipueira, também obtiveram resposta significativa e superior à testemunha para a variável massa seca da parte aérea. Na presente pesquisa apenas as fertirrigações com manipueira (4 – M), manipueira mais urina (5 – U+M) e manipueira mais fertilizantes minerais nitrogenado e fosfato (7 – M+NP) apresentaram diferença significativa entre os demais tratamentos para as médias da MSPA. De acordo com o Quadro 3 o tratamento 4 – M foi o que apresentou o menor valor de MSPA, uma provável explicação para esse valor pode está relacionada utilização dos nutrientes absorvidos pela planta para suprir a demanda nutricional necessária para a produção que foi superior a produção do tratamento testemunha (1 – SF).

As médias da variável massa seca da espiga com palha (MSE_p) apresentaram diferença estatística significativa entre si para os tratamento 1 – SF, 2 – NPK, 4 – M e 8 – U + M + P, sendo a maior média de 222,32 g espiga⁻¹ referente a este ultimo tratamento.

Para as variáveis massa seca da espiga sem palha (MSE_d) e massa seca dos grãos (MSG), foram as médias referentes aos tratamento 1 – SF e 4 - M que apresentaram diferença estatística significativa entre si, em relação aos demais tratamento.

Uma provável explicação para que os tratamentos 1 – SF e 4 – M tenham proporcionados as menores médias das variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da espiga com e sem palha (MSE_p e MSE_d) e massa seca dos grão (MSG) pode está relaciona a baixa disponibilidade de nutrientes disponíveis (nutrientes presentes no solo) para as plantas e a acidez da manipueira que provavelmente tenha interferido na absorção dos seus nutrientes pela planta, respectivamente.

Analisando os efeitos de esgoto doméstico tratado na produção de milho cultivado em condições de campo, Costa *et al.* (2014) constataram incremento significativo na massa verde de espiga com e sem palha que foram fertirrigadas com as doses de água residuária sendo a maior média de 306,24 e 275,6 g, respectivamente, quando fertirrigado com 50% de esgoto e Araújo *et al.* (2015) analisando o crescimento e a produtividade de milho fertilizado via foliar com calda de manipueira, também obtiveram resposta significativa e superior à testemunha para a variável massa seca da espiga.

A massa seca de 100 grãos (M100g) não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos, indicando que nenhuma das fertirrigações influenciaram esta variável.

Gazola *et al.* (2014) obtiveram, estudando os efeitos da aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha, respostas significativas para a massa de 100 grãos. Os resultados da massa de 100 grãos de milho alcançados na presente pesquisa foram semelhantes aos obtidos por Goes *et al.* (2012) que, ao estudar fontes e doses de nitrogênio em cobertura no milho safrinha em sistema de plantio direto, também não obtiveram respostas significativas.

Em conformidade com os dados apresentados nos Quadros 2 e 3, com exceção do tratamento 1 (SF – Sem Fertirrigação) as menores médias foram obtidas quando se realizaram fertirrigações com apenas manipueira indicando que fertirrigações com apenas este efluente podem afetar a produção do milho. Dentre os fatores possíveis de aumentar o rendimento do milho, se destacam o manejo da fertilidade do solo e, em especial, o da adubação nitrogenada (Fontoura e Bayer, 2009). Portanto, uma provável explicação para as reduções das variáveis analisadas é a baixa concentração de nitrogênio presente no efluente (Quadro 1) pois, segundo Oliveira Neto *et al.* (2016) o nitrogênio é o macronutriente de que o milho tem maior exigência.

CONCLUSÕES

O uso de urina humana aplicada via fertirrigação, pode substituir a adubação mineral nitrogenada requerida pela cultura do milho. A manipueira pode substituir a adubação mineral potássica aplicada via fertirrigação na cultura do milho. A urina humana, associada à manipueira aplicada via fertirrigação, apresenta potencialidade para substituir a adubação mineral nitrogenada

e potássica requerida pela cultura do milho. A fertirrigação com apenas manipueira promove redução acentuada na produção do milho.

Com exceção dos tratamentos 1 – SF e 4 – M, os demais tratamentos podem ser indicados como os melhores e nas condições em que foi conduzido o experimento poderão suprir a demanda nutricional do milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA (2005) - *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 21st ed. Washington, DC: APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation.
- Araújo, N.C.; Coura, M.A.; Oliveira, R.; Sabino, C.M.B. & Oliveira, S.J.C. (2015) - Cultivo hidropônico de milho fertirrigado com urina humana como fonte alternativa de nutrientes. *Irriga*, vol. 20, n. 4, p. 718-729. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2015v20n4p718>
- Araújo, N.C.; Ferreira, T.C.; Oliveira, S.J.C.; Gonçalves, C.P. & Araújo, F.A.C. (2012) - Avaliação do uso de efluente de casas de farinha como fertilizante foliar na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Engenharia na Agricultura*, vol. 20, n. 4, p. 340-349. <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v20n04a06>
- Araújo, N.C.; Oliveira, S.J.C.; Ferreira, T.C.; Lima, V.L.A.; Queiroz, A.J.P. & Araújo, F.A.C. (2015) - Crescimento e produtividade de milho fertilizado com manipueira como fonte alternativa de nutrientes. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, vol. 9, n. 2, p. 31-35.
- Barreto, M.T.L.; Magalhães, A.G.; Rolim, M.M.; Pedrosa, E.M.R.; Duarte, A.S. & Tavares, U.E. (2014) - Desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 18, n. 5, p. 487-494. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000500004>
- Botto, M.P.; Muniz, L.F.; Aquino, B. & Santos, A.B. (2017) - Produtividade da mamona Cultivar BRS nordestina fertilizada com urina humana na agricultura de pequeno porte. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: investigación, desarrollo y práctica*, vol. 10, n. 1, p. 113-124.
- Castoldi, G.; Costa, M.S.S.M.; Costa, L.A.M.; Pivetta, L.A. & Steiner, F. (2011) - Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 33, n. 1, p. 139-146. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i1.766>
- Conceição, A.A.; Rêgo, A.P.B.; Santana, H.; Teixeira, I. & Cordeiro Matias, A.G.C. (2013) - Tratamento de efluentes resultantes do processamento da mandioca e seus principais usos. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, vol. 4, n. 2, p. 118-130.
- Costa, V.Z.B.; Gurgel, M.T.; Costa, L.R.; Alves, S.M.C.; Ferreira Neto, M. & Batista, R.O. (2014) - Efeito da aplicação de esgoto doméstico primário na produção de milho no assentamento Milagres (Apodi-RN). *Revista Ambiente & Água*, vol. 9, n. 4, p. 738-751. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1417>
- Dantas, M.S.M.; Rolim, M.M.; Duarte, A.S.; Pedrosa, E.M.R.; Tabosa, J.N. & Dantas, D.C. (2015) - Crescimento do girassol adubado com resíduo líquido do processamento de mandioca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 19, n. 4, p. 350-357. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p350-357>
- Dantas, M.S.M.; Rolim, M.M.; Duarte, A.S.; Lima, L.E. & Silva, M.M. (2017) - Production and morphological components of sunflower on soil fertilized with cassava wastewater. *Revista Ceres*, vol. 64, n. 1, p. 77-82. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201764010011>
- EMPARN (2018) - *Milho Potiguar*. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, Caicó, RN. [cit. 2018.02.20]. <http://adcon.m.gov.br/ACERVO/EMPARN/DOC/DOC00000000017903.pdf>.

- Fontoura, S.M.V. & Bayer, C. (2009) - Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região Centro-Sul do Paraná. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, vol. 33, n. 6, p. 1721-1732. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000600021>
- Gazola, D.; Zucareli, C.; Silva, R.R. & Fonseca, I.C.B. (2014) - Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 18, n. 7, p. 700-707. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000700005>
- Goes, R.J.; Rodrigues, R.A.F.; Arf, O. & Vilela, R.G. (2012) - Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema plantio direto na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, vol. 11, n. 2, p. 169-177. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n2p169-177>
- Kappes, C.; Carvalho, M.A.C.; Yamashita, O.M. & Silva, J.A.N. (2009) - Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 39, n. 3, p. 251-259.
- Karak, T. & Bhattacharyya, P. (2011) - Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture: A flight of fancy or an achievable reality. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 55, n. 4, p. 400-408. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.12.008>
- Leal, F.R.R.; Leal, M.P.C. & Albuquerque, C.L.C.D. (2015) - Avaliação do efeito da manipueira em aplicação via foliar e substrato na produção de coentro. *Cadernos de Agroecologia*, vol. 10, n. 3.
- Lopes, S.J.; Lúcio, A.D.C.; Storck, L.; Damo, H.P.; Brum, B. & Santos, V.J. (2007) - Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. *Ciência Rural*, vol. 37, n. 6, p. 1536-1542. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000600005>
- Magalhães, A.G.; Rolim, M.M.; Duarte, A.S.; Bezerra Neto, E.; Tabosa, J.N. & Pedrosa, E.M.R. (2014) - Desenvolvimento inicial do milho submetido à adubação com manipueira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 18, n. 7, p. 675-681. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000700001>
- Moraes, M.T.; Arnuti, F.; Silva, V.R.; Silva, R.F.; Basso, C.J. & Ros, C.O. (2014) - Dejetos líquidos de suínos como alternativa a adubação mineral na cultura do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 35, n. 6, p. 2945-2954. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p2945>
- Mundstock, C.M. & Silva, P.R.F. (2005) - *Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos*. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 51p.
- Novais, R.F.; Neves, J.C.L. & Barros, N.F. (1991) - Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J. (Ed.) - *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: EMBRAPA-SEA, p. 189-253.
- Oliveira Neto, T.I.; Costa, M.C.G. & Oliveira, V.P.V. (2016) - Acúmulo de nitrogênio em plantas de milho crioulo em resposta à adubação orgânica. *Revista Equador*, vol. 5, n. 4, p. 207-220.
- Pessuti, C.A.A.; Hermes, E.; Neves, A.C.; Silva, R.P.; Penachio, M. & Zenatti, D.C. (2015) - Diferentes doses de biofertilizante proveniente da digestão anaeróbia de efluente de processamento de mandioca no cultivo de soja. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, vol. 4, p. 556-564.
- Santos Júnior, J.A.; Souza, C.F.; Pérez-Marin, A.M.; Cavalcante, A.R. & Medeiros, S.S. (2015) - Interação urina e efluente doméstico na produção do milheto cultivado em solos do semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 19, n. 5, p. 456-463. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n5p456-463>
- Santos, O.S.N.; Teixeira, M.B.; Queiroz, L.M.; Fadigas, F.S.; Paz, V.P.S.; Silva, A.J.P. & Kiperstok, A. (2016) - Nitrogen recycling through fertilization of Bermuda grass using human urine diluted in water. *Revista Brasileira de Agroecologia*, vol. 11, n. 3, p. 164-171.
- Silva, F.A.S. & Azevedo, C.A.V. (2016) - The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 11, n. 39, p. 3733-3740. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>
- Sousa Júnior, I.F. (2006) - *A influência da urbanização no clima da cidade de Campina Grande-PB*. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande: Campina Grande, PB. 94p.