

CULTIVO DE MILHO HÍBRIDO COM MACRONUTRIENTES, URINA HUMANA E MANIPUEIRA APLICADOS VIA FUNDAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO

JAILTON GARCIA RAMOS¹; VERA LUCIA ANTUNES DE LIMA²; MARIANA DE OLIVEIRA PEREIRA³; MARIA TERESA CRISTINA COELHO DO NASCIMENTO⁴; NARCÍSIO CABRAL DE ARAUJO⁵ E MÁRCIA CRISTINA DE ARAUJO PEREIRA⁶

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário, 58428-830, Campina Grande, Paraíba, Brasil, jailtonbiossistemas@gmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário, 58428-830, Campina Grande, Paraíba, Brasil, antuneslia@gmail.com

³ Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770, Pereiros, 58840-000, Pombal, Paraíba, Brasil, marianapereira.agri@gmail.com

⁴ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário, 58428-830, Campina Grande, Paraíba, Brasil, teresacristina.eng@gmail.com

⁵ Centro de Formação em Tecnociências e Inovação, Universidade Federal do Sul da Bahia, Rodovia de Acesso para Itabuna, km 39, 45613-204, Ferradas, Itabuna, Bahia, Brasil, narcisioaraujo@gmail.com

⁶ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário, 58428-830, Campina Grande, Paraíba, Brasil, marcia.cris19@hotmail.com

1 RESUMO

O uso de resíduos orgânicos na produção agrícola é uma realidade em vários países do mundo. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o crescimento do milho híbrido AG1051 cultivado sob fertilização química e orgânica, utilizando nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) e combinações de manipueira e urina humana tratadas, aplicadas via solo e fertirrigação. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande, Campus I, Campina Grande, PB, Brasil. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 14 tratamentos, quatro repetições, totalizando 56 unidades experimentais. Foram analisadas as variáveis altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), fitomassa fresca e seca da parte aérea (FFPA, FSPA), estado de nitrogênio na planta – índice SPAD e área foliar (AF) aos 15 dias após a emergência das plântulas. Todas as variáveis apresentaram melhores resultados em função da fertilização química com NPK, destacando-se a aplicação via fertirrigação, já a adubação orgânica promoveu valores superiores quando aplicada via solo. A variável AF apresentou aumento para todos os contrastes em relação às demais variáveis de até 147%; já a variável NF apresentou menores valores em função dos contrastes, com aumento de 2,25%.

Palavras-chave: *Zea Mays* L., adubação organomineral, ecossaneamento.

RAMOS, J.G.; DE LIMA, V.L.A.; PEREIRA, M.D.P.; NASCIMENTO, M. T. C. C.; DE ARAUJO, N.C.; PEREIRA, M.C.A.

CULTIVATION OF HYBRID MAIZE UNDER MACRONUTRIENTS, HUMAN URINE AND CASSAVA WASTEWATER APPLIED VIA BASAL DRESSING AND FERTIGATION

2 ABSTRACT

The use of organic waste in agricultural production is already a reality in several countries worldwide. In this context, this work aimed to evaluate the growth of hybrid maize (AG1051) under organic and chemical fertilization using nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) and the combination of both treated cassava wastewater and human urine, applied through basal dressing and fertigation in a protected environment. The experiment was carried out at the Federal University of Campina Grande, Campus I, in the municipality of Campina Grande, state of Paraíba, Brazil. A completely randomized design was used, with 14 treatments and 4 replications, totaling 56 experimental units. Plant height (PH), stem diameter (SD), number of leaves (NL), shoot fresh matter (SFM), shoot dry matter (SDM), nitrogen in the plant – SPAD Index and leaf area (LA) variables were analyzed at 15 days after emergence. All variables presented better results as function of chemical fertilization with NPK, specially the application via fertigation. Organic fertilization promoted higher values when applied via basal dressing. The variable leaf area showed higher increase for all contrasts compared to the other variables (up to 147%). The variable number of leaves presented lower values due to the contrasts, with an increase of 2.25%.

Keywords: *Zea Mays* L., organo-mineral fertilization, ecological sanitation.

3 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de expressiva importância econômica e social, produzido quase que em todo mundo, utilizado na alimentação humana e animal, bem como fonte de biocombustível. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial, com uma produção média, para o ano de 2017 de 97 milhões de toneladas, superada apenas pelos Estados Unidos e pela China (EMBRAPA, 2019).

Vários fatores podem afetar o rendimento da cultura do milho, dentre eles a disponibilidade hídrica, a fertilidade e a adubação do solo potencial genético, modernização da mecanização agrícola (VIAN et al., 2016). No que diz respeito ao desenvolvimento da cultura, sua demanda nutricional é baseada principalmente pelo fósforo e nitrogênio (OLIVEIRA et al., 2018). A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado mundialmente, todavia é um fertilizante de fácil volatilização, o que promove perda fácil de nitrogênio, principalmente em países de clima tropical

como o Brasil (SOUZA et al., 2018; FRAZÃO et al., 2014).

Dessa forma, o uso de fertilizantes nitrogenados, além de onerar o processo produtivo, também pode provocar impactos ambientais referentes à falta de gestão (sugerindo a necessidade de alternativas viáveis do ponto de vista ambiental, por meio do qual o uso de biofertilizantes torna-se uma alternativa viável). Schaer-Barbosa, Santos, Medeiros (2014) afirmam que, devido à escassez hídrica, problema que afeta todo o mundo, é necessário a implantação de projetos que busquem alternativas de convívio principalmente em regiões áridas e semiáridas, sendo o reuso agrícola uma oportunidade de valorização dos recursos hídricos (BRITO et al., 2018).

Dentro do ecossaneamento, a manipueira, que corresponde a um resíduo gerado no processamento da mandioca rica em potássio, tem potencialidade de ser utilizado como biofertilizante, atenuando assim os efeitos que o lançamento inadequado desse efluente em corpos hídricos e solo possa vir a provocar, uma vez que possui altas concentrações de

glicosídeos cianogênicos, como a linamarina e a lotaustralina, altamente hidrolisáveis em água, bem como a urina humana que é um resíduo rico em nitrogênio na forma de ureia, sendo esta de fácil aquisição.

O que ainda vem limitando seu uso na agricultura é o medo das pessoas no que diz respeito à presença de microorganismos patogênicos, todavia, quando esta é submetida a um processo de digestão anaeróbica, seu pH se eleva, tornando a urina alcalina, condição em que microorganismos patogênicos não conseguem se desenvolver. Assim, a urina humana e manípueira tratadas podem ser vistas como uma estratégia viável do ponto de vista econômico, ambiental e produtivo, uma vez que possuem nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas que podem ser utilizados a baixo custo de aquisição (RANASINGHE et al., 2016; HOLMER et al., 2003).

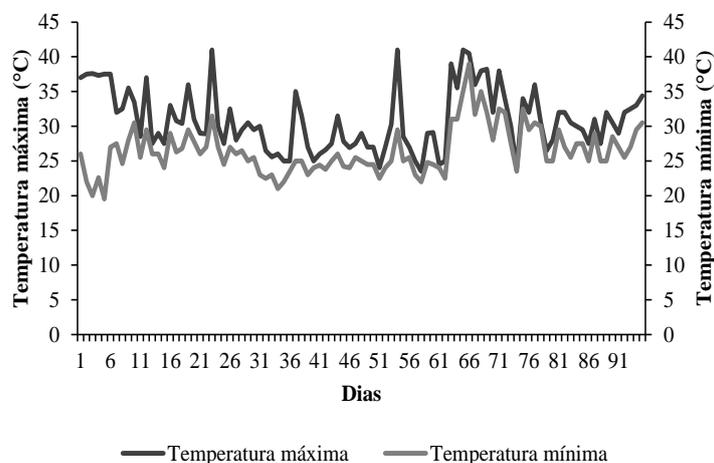
Esses resíduos contêm macro e micronutrientes indispensáveis para o desenvolvimento das plantas (ARAÚJO et al., 2017a). Assim, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o crescimento e a produção do milho híbrido AG1051 sob adubação mineral e orgânica, com manípueira e urina humana, via fundação e fertirrigação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido, no período de agosto a novembro de 2017, na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, município de Campina Grande (PB), situada nas coordenadas geográficas 7° 13' 51" S e 35° 52' 54" W e altitude de 512 m acima do nível do mar. De acordo com Alvares et al. (2013) o clima predominante é AS', semiárido, quente e úmido, com temperatura máxima anual de 28,6°C e mínima de 19,5°C, e pluviosidade média anual de 765 mm. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, em estufa plástica com 32 m de comprimento e 20 m de largura, área de 640 m² e 2,5 m de pé direito, estrutura metálica, do tipo cobertura em arco, coberta com polietileno de baixa densidade de 150 µm e laterais revestidas com tela de sombreamento com índice de proteção de 80%.

Foi realizado o monitoramento da temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação durante todos os estádios de desenvolvimento da cultura. As leituras foram sempre realizadas diariamente às 9 h da manhã com o auxílio de um termômetro digital. A temperatura mínima média no interior da casa de vegetação durante a condução do experimento foi de 26,4°C e temperatura máxima média de 30,8°C (Figura 1).

Figura 1. Valores de temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação



A seleção do milho híbrido AG 1051 levou em conta aceitação pelos agricultores e por expressar potencialidade de produção fresco, seco e/ou beneficiado, além de sua potencialidade como suporte forrageiro utilizado na dieta e complementação alimentar dos rebanhos bovino, caprino, ovino e equino, comumente usada na alimentação animal (CASTRO FILHO et al., 2007).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e quatorze tratamentos totalizando 56 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram de adubação mineral (NPK) e orgânica aplicada via fundação e fertirrigação através de solução composta por 51,3% de manipueira e 48,7% de urina humana tratadas no cultivo do milho híbrido AG1051. Os tratamentos foram: T1 (NPK), e os seguintes volumes de urina humana mais manipueira com: T2 (470 mL), T3 (670 mL), T4 (870 mL), T5 (1070 mL), T6 (1270 mL), T7 (1470 mL) aplicados em fundação, e T8 (F - NPK), T9 (F - 470 mL), T10 (F - 670 mL), T11 (F - 870 mL), T12 (F - 1070 mL), T13 (F - 1270 mL) e T14 (F - 1470 mL) aplicados via fertirrigação.

As fertirrigações foram realizadas em três aplicações com intervalos de cinco dias e o preparo da solução (urina humana mais manipueira) foi realizado objetivando manter o pH com valores próximos à neutralidade. Dessa forma, para cada litro de solução foram utilizados 475 mL de urina humana e 500 mL de manipueira, alcançando assim um pH de 7,15.

A estimativa do volume de solução aplicada foi calculada seguindo recomendação de Novais, Neves, Barros (1991), tomando como base a concentração de nitrogênio presente.

A adubação química (NPK) também foi estimada através da metodologia proposta por Novais, Neves, Barros (1991), na qual a fonte de nitrogênio utilizada foi o nitrato de cálcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ com (15,5% de N) e (19,0%

de Ca), a fonte de fósforo foi o superfostato simples (18% de P_2O_5 , 16% Ca^{2+} , 12% S) e a fonte de potássio foi o cloreto de potássio (60% de K). Para adubação orgânica, a solução de urina humana mais a manipueira foi composta de 51,3% de manipueira e 48,7% de urina humana, ambas tratadas, tomando como base a concentração de nitrogênio presente na solução, seguindo recomendação de adubação proposta por Novais, Neves, Barros (1991).

A urina humana utilizada foi coletada em três residências do município de Campina Grande, esta foi submetida ao tratamento por estocagem, onde esta foi armazenada por um período de 60 dias em recipiente plástico com capacidade de 20 L, hermeticamente fechado e submetido ao processo de digestão anaeróbia (ARAÚJO et al., 2015). Esse processo objetivou elevar o pH e, dessa forma, inativar microorganismos patogênicos que pudessem estar presentes na urina que, na maioria das vezes, são provenientes do contato com fezes, uma vez que a alcalinidade é de extrema importância para digestão anaeróbica (PEREIRA, 2009).

A manipueira foi coletada numa feccularia artesanal, no distrito de Jenipapo, município de Puxinanã – PB, submetida ao tratamento por estocagem, sendo armazenada em recipiente plástico, hermeticamente fechado, com capacidade de 80 L para que fosse submetido ao processo de digestão anaeróbica por um período também de 60 dias. Na tampa do reservatório foi acoplada uma mangueira, a outra extremidade foi conectada a uma garrafa de polietileno tereftalato (PET) com água na altura de 5 cm para liberação dos gases gerados durante a digestão do efluente, principalmente o ácido cianídrico.

Após o período de digestão anaeróbia da urina humana e da manipueira por um período de 60 dias, foi realizada caracterização físico-química de ambos os efluentes, seguindo a metodologia proposta pela *Standard Methods for Wastewater*

(APHA, 2005) no Laboratório de análise da qualidade física, química e microbiológica de águas da UFCG (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização físico-química da urina humana e manipueira tratadas

Urina humana tratada							
	CE	DQO	NTK	PO ₄ ⁻³	K	Na	Ca+Mg
pH	(mS cm ⁻¹)	(mgO ₂ L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg CaCO ₃ L ⁻¹)
9,00	20,07	336,54	14994	761,37	2257,28	3310,52	2,85
Manipueira tratada							
	CE	DQO	NTK	PO ₄ ⁻³	K	Na	Ca+Mg
pH	(mS cm ⁻¹)	(mgO ₂ L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mgCaCO ₃ L ⁻¹)
3,05	10,68	69230,76	945,50	218,26	3307,47	272,95	19,95
Solução (Urina humana + manipueira tratadas)							
	CE	DQO	NTK	PO ₄ ⁻³	K	Na	Ca+Mg
pH	(mS cm ⁻¹)	(mgO ₂ L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg CaCO ₃ L ⁻¹)
7,15	38,08	46246,15	9878,40	438,20	2730,15	2010,15	11,21

pH - Potencial hidrogeniônico; CE - Condutividade elétrica; DQO - Demanda química de oxigênio; NTK - Nitrogênio Total Kjeldahl; PO₄⁻³ - Ortofosfato; K - Potássio; Na - Sódio e Ca+Mg - Dureza total

O material de solo utilizado no experimento foi coletado na profundidade de 0,20 - 0,40 m, camada que possui maior teor de matéria orgânica, no município de Puxinanã (PB). O solo foi classificado como Neossolo litólico eutrófico (EMBRAPA, 2018), e a determinação das características físicas e químicas do mesmo foi realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, adotando as metodologias sugeridas pela Embrapa (2017), apresentando os seguintes resultados: pH em água (1:2:5) = 5,58; CE_{es} = 0,0056 dSm⁻¹; H⁺ + Al³⁺ = 0 cmol^c dm⁻³; Mg²⁺ = 2,78 cmol^c dm⁻³; Ca²⁺ = 9,07 cmol^c dm⁻³; K⁺ = 0,33 cmol^c dm⁻³; Na⁺ = 1,64 cmol^c dm⁻³; P = 3,98 cmol^c dm⁻³; S = 13,72 cmol^c dm⁻³; Carbono orgânico = 1,70%; Matéria orgânica = 2,93% e densidade do solo = 1,28 g cm⁻³.

A distribuição espacial das unidades experimentais foi realizada com espaçamento de 0,8 m entre linhas e de 0,5 m entre plantas. Foram utilizados 56 vasos plásticos com capacidade de 20 L cada. Na extremidade inferior de cada vaso foi realizada perfuração de um orifício para inserção de um tubo transparente flexível

para facilitar a drenagem. Sobre cada orifício foi colocada uma manta geotêxtil com o objetivo de impedir o entupimento do mesmo, em seguida foram adicionados 0,3 kg de brita nº 1 e 33 kg de solo.

Na extremidade inferior, logo após o dreno, foram acopladas garrafas plásticas de 2 L, com o propósito de realizar a reutilização de todo o volume drenado, promovendo assim a recirculação de nutrientes que por ventura viessem a ser lixiviados após cada evento de irrigação. O solo dos vasos foram irrigados com água de chuva com condutividade elétrica (CE) 0,4 dS cm⁻¹. Antes da aplicação dos tratamentos o solo foi colocado sob condição de capacidade de campo.

As adubações via fundação foram realizadas 15 dias antes da semeadura, tempo necessário à estabilização dos nutrientes e volatilização do ácido cianídrico ainda presente na manipueira.

Quando as plantas apresentaram de quatro a cinco folhas totalmente expandidas, foi realizado o desbaste mantendo-se apenas a planta mais vigorosa por vaso. Após o desbaste foram iniciadas as fertigações fracionando cada dose em três aplicações

com intervalos de cinco dias, sendo aplicada manualmente.

A irrigação foi determinada seguindo o princípio da lisimetria de drenagem por metodologia proposta por Bernardo, Mantovani, Soares (2008), a fim de determinar a evapotranspiração da cultura (Eq. 1).

$$ET_c = Va - Vd \quad (1)$$

Em que:

Etc - a evapotranspiração da cultura, mm;

Va - volume aplicado, mL; e,

Vd: - volume drenado, mL.

Aos 15 dias após a emergência (Figura 2), foram analisadas as seguintes variáveis: altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), fitomassa fresca da parte aérea, fitomassa seca da parte aérea (FSPA), índice SPAD e área foliar (AF). A variável AP foi determinada com diastímetro, medida do nível do solo até a extremidade da última folha; para o DC utilizou-se um paquímetro digital com precisão de 0,05 mm, tomando como base a extremidade inferior do caule próximo ao nível do solo; o NF foi determinado por meio da contagem direta.

Figura 2. Milho híbrido ‘AG 1051’ aos 15 dias após a emergência adubado via fundação e fertirrigação com NPK, e solução de urina humana+manipueria tratadas



A fitomassa fresca da parte aérea foi determinada pela pesagem das amostras em balança analítica de precisão de 0,05 g, e a fitomassa seca da parte aérea determinada por meio da secagem das amostras de plantas em estufa com ventilação forçada, a uma temperatura de 65 °C até atingir peso constante; o índice SPAD foi determinado com auxílio de um clorofilômetro portátil SPAD para estimar o teor de clorofilas totais; a AF (cm²) foi estimada segundo metodologia proposta por Francis, Rutger, Palmer, (1969), relacionando a largura superior da folha (B) em cm e a média do comprimento da folha (L) em cm da planta de milho (Eq. 2).

$$AF = (0,75 * L * B) \quad (2)$$

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e a comparação de médias pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$). Os contrastes foram definidos da seguinte forma: \hat{y}_1 (T8 versus T1; T2; T3; T4; T5; T6; T7), \hat{y}_2 (T8 versus T9; T10; T11; T12; T13; T14), \hat{y}_3 (T8 versus T1), \hat{y}_4 (T8 versus T10; T14). Foi utilizado para processamento dos dados o SISVAR – ESALQ (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As adubações fundação e fertirrigação exerceram efeitos significativos ($p \leq 0,01$) sobre todas as

variáveis analisadas (Tabela 2). A altura da planta e o índice SPAD exibiram melhores resultados no tratamento da adubação de NPK via fundação e fertirrigação em comparação com a adubação orgânica. A adubação com NPK via fertirrigação

proporcionou valores superiores sobre o diâmetro do colmo e a área foliar, enquanto o número de folhas aumentou em resposta às adubações via fundação e NPK via fertirrigação.

Tabela 2. Valores médios de altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), índice de SPAD e área foliar (AF) em função de adubação via fundação e fertirrigação

Tratamentos	AP (cm)	DC (mm)	NF	SPAD	AF (cm ²)
	Quadrados médios				
	159,7718**	22,7545**	2,2197**	25,3637**	4959,4222**
T1-NPK	54,00 a	10,82 d	8,00 a	50,80 a	100,60 g
T2-470mL	46,50 d	14,04 c	8,25 a	45,32 b	170,71 b
T3-670mL	51,00 b	15,99 b	8,25 a	46,96 b	163,02 b
T4-870mL	49,00 c	13,77 c	8,50 a	46,13 b	148,02 c
T5-1070mL	47,00 d	15,98 b	8,75 a	44,56 b	128,33 e
T6-1270mL	39,25 e	13,68 c	8,00 a	44,73 b	133,44 e
T7-1470mL	46,50 d	14,06 c	8,25 a	47,20 b	153,05 c
T8-F NPK	55,50 a	17,31 a	9,00 a	52,05 a	247,60 a
T9-F 470mL	41,00 e	11,46 d	7,75 a	45,23 b	123,62 f
T10-F 670mL	36,50 f	9,63 e	7,25 b	46,33 b	117,44 f
T11-F 870mL	40,25 e	10,25 e	7,00 b	44,03 b	138,85 d
T12-F 1070mL	38,00 f	11,51 d	7,50 b	45,40 b	125,88 e
T13-F 1270mL	37,00 f	11,13 d	7,25 b	44,20 b	121,83 f
T14-F 1470mL	41,20 e	11,37 d	6,65 b	43,10 b	145,95 c
CV%	3,15	5,66	10,39	4,41	4,28

CV - Coeficiente de variação; ** - Significativo a 0,01 de probabilidade; Teste de comparação de média Scott Knott ($p < 0,05$).

A adubação orgânica via fertirrigação promoveu decréscimo na AP, DC, NF e AF, no entanto, a adubação via fundação promoveu melhor rendimento da cultura. Esse efeito pode estar associado à forma de aplicação da adubação orgânica, por que a aplicação via fundação, os nutrientes estão dispostos durante m período de tempo, sendo assim mineralizados e absorvidos gradativamente pelas plantas. Barreto et al. (2014), analisando o crescimento de plantas de milho híbrido AG1051 cultivadas em dois solos com texturas diferentes e submetidas a doses crescentes de manipueira, não observaram efeito significativo sobre diâmetro do colmo,

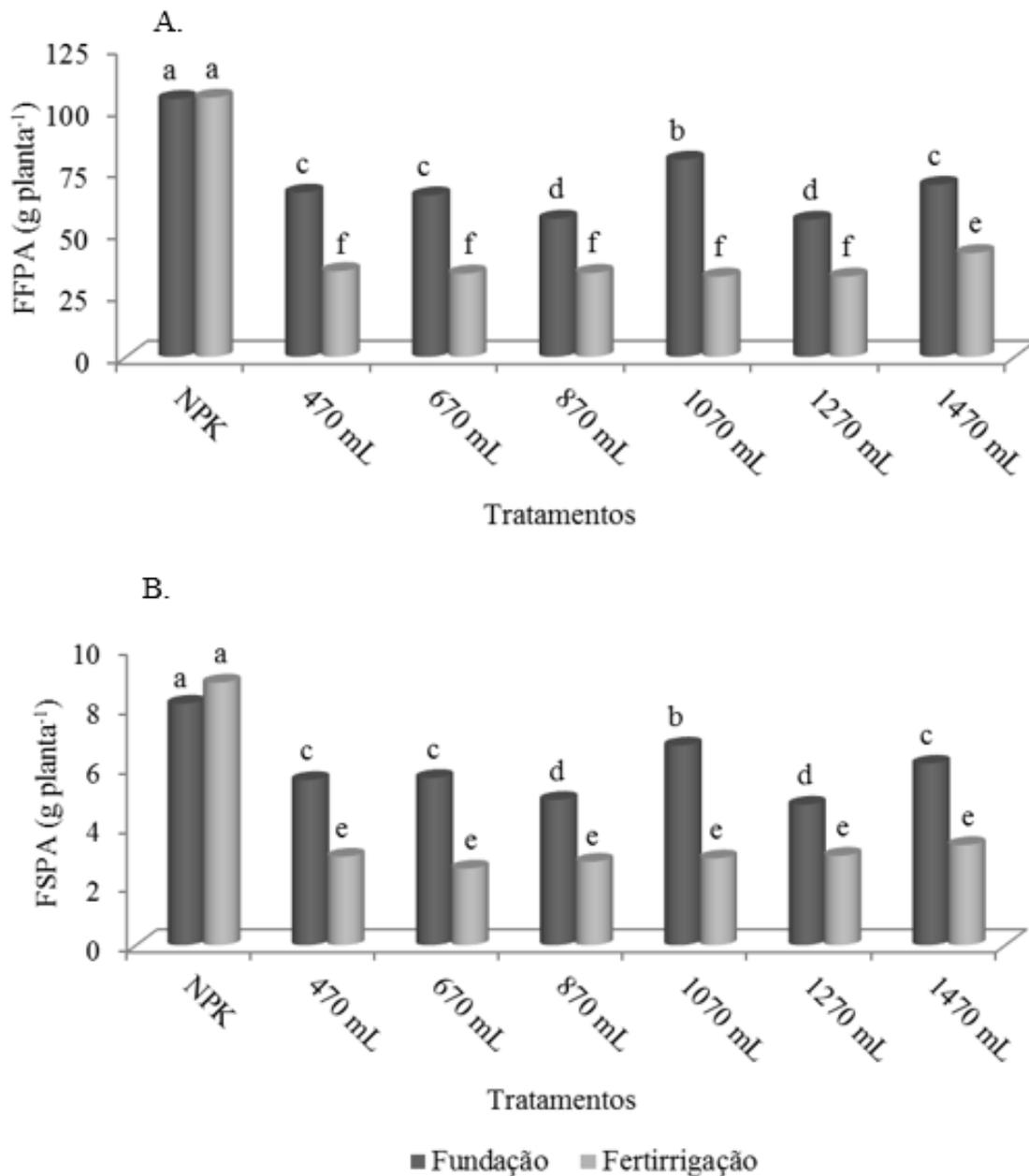
número de folhas e fitomassa seca da parte aérea dessa cultura.

Araújo et al. (2017a), ao avaliarem o efeito de associações de manipueira com urina humana sobre o feijão Vigna, observaram incrementos superiores de altura de planta, diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar, fitomassa fresca da parte aérea e fitomassa seca da parte aérea em relação às plantas fertirrigadas com NPK apenas aos 40 dias após a semeadura. No presente trabalho, mesmo as avaliações tendo sido realizadas aos 15 dias após a semeadura, foi possível observar efeitos significativos em todas as variáveis avaliadas.

Nota-se que a adubação com NPK em ambas as formas de aplicação, fundação e fertirrigação, proporcionou maior acúmulo de massa fresca e seca da parte aérea

(Figuras 2A e B, respectivamente). Em relação à adubação orgânica, houve maior acúmulo de massa nas plantas quando aplicada via fundação (Figuras 2A e B).

Figura 2. Produção de fitomassa fresca da parte aérea - FFPA (A) e produção de fitomassa seca da parte aérea - FSPA (B) do milho híbrido, em função de adubação via fundação e fertirrigação.



Barreto et al. (2014) observaram um decréscimo significativo na AP com o aumento das doses de manipueira, no entanto, em relação à fitomassa fresca da

parte aérea, houve maior acúmulo nas plantas quando se aplicou a maior dose de manipueira, esta não apresentando efeito

negativo em função de sua toxicidade quando aplicada no solo em demasia.

Com relação aos maiores incrementos de fitomassa fresca e seca da parte aérea das plantas que receberam adubação com NPK quando comparados à adubação composta de urina humana + manipueira, esta diferença pode estar associada ao processo de decomposição e mineralização dos nutrientes presentes nestes resíduos, e conseqüentemente a absorção pelas plantas ocorre lentamente (Figuras 2A e B).

Araújo et al. (2017b), ao analisarem fertilização com combinações de urina humana e manipueira como fontes alternativas de fertilizante no cultivo da alface, observaram que a combinação desses efluentes pode favorecer o rendimento produtivo dessa cultura quando aplicada ao solo via fertirrigação, no entanto, a forma de aplicação via fundação, no presente estudo, da urina humana e manipueira no solo para

o cultivo do milho foi a que afetou positivamente essa cultura.

Ao avaliarem os efeitos da combinação de urina humana e manipueira via fertirrigação sobre o feijão-caupi, Araújo et al. (2017a) obtiveram resultados promissores sobre o crescimento da cultura e concluíram, inclusive, que essa combinação de insumos fornecida por fertirrigação pode substituir a adubação mineral.

Observa-se efeito significativo ($p \leq 0,01$) por meio dos contrastes para as variáveis altura de planta, diâmetro do colmo, número de folhas e área foliar, fitomassa fresca e seca da parte aérea e índice SPAD das plantas do milho híbrido, exceto para a altura, número de folhas, fitomassa fresca e seca da parte aérea e índice SPAD por meio do contraste (\hat{y}_3), fitomassa fresca e seca e índice de SPAD em função do contraste T8 versus T1 e do número de folhas em função do contraste \hat{y}_1 (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo dos contrastes para altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF), fitomassa fresca e seca da parte aérea (FFPA, FSPA) e índice SPAD em função de adubação via fundação e fertirrigação

FV	GL	Quadrados médios						
		13	AP	DC	NF	AF	FFPA	FSPA
\hat{y}_1	1	218,0**	37,2**	1,8 ^{ns}	38699,6**	4015,7**	28,8**	106,6**
\hat{y}_2	1	934,4**	141,1**	11,5**	48287,2**	16763,7**	119,0**	184,4**
\hat{y}_3	1	4,5 ^{ns}	84,1**	2,0 ^{ns}	43220,9**	0,6 ^{ns}	1,0 ^{ns}	3,1 ^{ns}
\hat{y}_4	1	739,3**	123,6**	13,5**	35825,5**	11959,0**	91,6**	143,4**
Resíduo	42	1,9	0,5	0,6	38,1	9,1	0,4	4,1
CV%		3,2	5,6	10,4	4,3	5,2	12,6	4,4

\hat{y}_1 (T8 vs T1; T2; T3; T4; T5; T6; T7), \hat{y}_2 (T8 vs T9; T10; T11; T12; T13; T14), \hat{y}_3 (T8 vs T1), \hat{y}_4 (T8 vs T10; T14); FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; ns - Não significativo; ** - Significativo a 0,01 de probabilidade.

A adubação com NPK estimulou a cultura fertilizada por ambas as formas de aplicação (via fundação e fertirrigação), superando os resultados em função da fertilização orgânica em ambas as formas de aplicação. Em relação às estimativas apresentadas para as variáveis em função dos contrastes realizados (Tabela 4),

observa-se que quando comparada a fertirrigação de NPK com a adubação orgânica via fundação (\hat{y}_1), houve acréscimo em todas as variáveis, sendo o maior valor observado para a área foliar e o menor número de folhas. Comportamento semelhante foi obtido nos contrastes \hat{y}_2 e \hat{y}_4 ;

já no contraste \hat{y}_3 o menor acréscimo foi obtido para a fitomassa fresca da parte aérea.

Tabela 4. Estimativas dos contrastes realizados para altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), fitomassa fresca e seca da parte aérea (FFPA, FSPA), índice SPAD e área foliar

Contrastes	Estimativas (%)						
	AP (cm)	DC (mm)	NF (-)	FFPA (g)	FSPA (g)	SPAD (-)	AF (cm ²)
\hat{y}_1	7,89	3,25	0,71	33,87	2,87	5,51	105,15
\hat{y}_2	16,50	6,41	1,83	69,92	5,89	7,33	118,67
\hat{y}_3	1,50	6,48	1,00	0,57	0,71	1,25	147,00
\hat{y}_4	16,65	6,80	2,25	66,96	5,86	7,33	115,90
Resíduo	1,9590	0,5361	0,6666	9,1437	0,3769	4,1400	38,1121
CV%	3,15	5,66	10,39	5,23	12,58	4,41	4,28

\hat{y}_1 (T8 vs T1; T2; T3; T4; T5; T6; T7), \hat{y}_2 (T8 vs T9; T10; T11; T12; T13; T14), \hat{y}_3 (T8 vs T1), \hat{y}_4 (T8 vs T10; T14)

Para a variável área foliar do milho híbrido AG1051, foram obtidas estimativas superiores (de 105,15 a 147%) em função do intervalo dos contrastes realizados, indicando a sensibilidade dessa variável à adubação utilizada na cultura. Na comparação da adubação NPK com a adubação orgânica, ambas aplicadas via fertirrigação, foi observado aumento de 69,92% para a variável FFPA, em contrapartida, houve um aumento de apenas 0,57% nessa variável em função do contraste NPK via fertirrigação versus NPK via fundação.

Rebouças Neto et al. (2016), após avaliarem o crescimento inicial de plantas de milho em solo adubado com concentrações de biofertilizante bovino, verificaram que a área foliar apresentou uma tendência gráfica quadrática com essa adubação orgânica, promovendo uma redução no rendimento quando aplicado 125% da recomendação de esterco bovino, sendo o maior rendimento, quando a cultura recebeu 73,69% de esterco, valor esse estimado por meio da derivação

da equação de ajuste dos dados. Os autores enfatizaram que, mesmo utilizando resíduos orgânicos como biofertilizantes, se faz necessária sua aplicação em concentrações adequadas para evitar problemas de desequilíbrios fisiológicos nas plantas.

6 CONCLUSÕES

A adubação mineral com NPK e orgânica pela combinação de urina humana com manureira no cultivo do milho AG 1051 apresentam-se apropriadas quando aplicadas via fundação e fertirrigação, respectivamente.

A adubação mineral com NPK no cultivo do milho híbrido AG 1051 proporciona maiores incrementos em todas as variáveis analisadas.

O uso de urina humana e manureira tratadas, na produção agrícola, pode ser visto como uma estratégia de adubação orgânica em substituição à adubação mineral, desde que não seja aplicada em excesso.

7 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. KÖPEN'S climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

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 DC: APHA, 2005.

ARAÚJO, N. C.; COURA, M. A.; OLIVEIRA, R.; SABINO, C. M. B.; OLIVEIRA, S. J. C. Cultivo hidropônico de milho fertirrigado com urina humana como fonte alternativa de nutrientes. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 718-729, 2015.

ARAÚJO, N. C.; LIMA, V. L. A. DE.; ANDRADE, E. M. G.; OLIVEIRA, S. J. C.; CARDOSO, J. A. F.; SENA, L. F. Crescimento inicial de feijão Vigna fertirrigado com urina humana e manipueira. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 13, p. 21-31, 2017a.

ARAÚJO, N. C. DE; LIMA, V. L. A. DE; SENA, L. F.; RAMOS, J. G.; BORGES, V. E.; BANDEIRA, F. DE A. Produção orgânica da alface em substrato fertilizado com água amarela e manipueira. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 8, p. 2111-2119, 2017b.

BARRETO, M. T. L.; MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; DUARTE, A. DE S.; TAVARES, U. E. Desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 5, p. 487-494, 2014.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. Viçosa, UFV, 2008. 611p.

BRITO, R. F. D.; FERREIRA NETO, M. I. G. U. E. L.; MORAIS, M. A.; DIAS, N. D. S.; LIRA, R. B. D. Use of wastewater in the production of aroeira seedlings. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 687-694, 2018.

CASTRO FILHO, M. A.; BARBOSA, M. A. A. D. F.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; GASTAL, D. W. Valor nutritivo da palha de milho verde para bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 8, n. 2, p. 112-121, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017. 573p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2018. 356p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos**, SÉRIE DESAFIOS DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO (NT2), 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCIS, C. A.; RUTGER, J. N.; PALMER, A. F. E. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Washington, v. 9, n. 5, p. 537-539, 1969.

FRAZÃO, J. J.; SILVA, A. R.; SILVA, V. L.; OLIVEIRA, V. A.; CORRÊA, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p. 1262-1267, 2014.

HOLMER, R. J.; CLAVEJO, M. T.; DONGUS, S.; DRESCHER, A. **Allotment gardens for Philippine cities**. Urban Agriculture Magazine, Friburgo, v. 11, n. 1, p. 29-31, 2003.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. (ed.) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, p. 189-253, 1991.

OLIVEIRA, S. M.; ALMEIDA, R. E. M.; CIAMPITTI, I. A.; PIEROZAN JUNIOR, C.; LAGO, B. C.; TRIVELIN, P. C. O.; FAVARIN, J. L. Understanding N timing in corn yield and fertilizer N recovery: an insight from an isotopic labeled-N determination. **Plos One**, São Francisco, v. 13, n. 2, p. 1-14, 2018.

PEREIRA, E.R.; DEMARCHI, J.J.A.A.; BUDIÑO, F.E.L. **A questão ambiental e os impactos causados pelos efluentes da suinoculturaa**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/QAmbiental/index.htm>. Acesso em: 25 de junho de 2020.

RANASINGHE, E. S. S.; KARUNARATHNE, C. L. S. M.; BENERAGAMA, C. K.; WIJESOORIYA, B. G. G. Human urine as a low cost and effective nitrogen fertilizer for bean production. **Procedia Food Science**, Londres, v. 6, n. 1, p. 279-282, 2016.

REBOUÇAS NETO, M. O.; LEITE, D. N. P.; CAMPOS, J. R.; VERAS, C. L.; SOUZA, I. R.; MONTEIRO FILHO, L. R. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino. **Cadernos Cajuína**, Piauí, v. 1, n. 3, p. 4-14, 2016.

SCHAER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reuso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Revista Ambiente & Sociedade**, Taubaté, v. 17, n. 2, p. 17-32, 2014.

SOUZA, J. A.; ROCHA, G. C.; GOMES, M. D. P.; REZENDE, C. H. Dinâmica do nitrogênio em Latossolo cultivado com café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 6, p. 390-395, 2018.

VIAN, A. L.; SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; SIMON, D. H.; DAMIAN, J. M.; BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 3, p. 464-471, 2016.