



Desenvolvimento inicial do milho submetido à adubação com manipueira

Adriana G. Magalhães¹, Mario M. Rolim², Anamaria de S. Duarte³,
Egídio Bezerra Neto⁴, José N. Tabosa⁵ & Elvira M. R. Pedrosa⁶

¹ UFRPE. Recife, PE. E-mail: agmguedes@gmail.com

² UFRPE. Recife, PE. E-mail: rolim@dtr.ufrpe.br

³ UFRPE. Recife, PE. E-mail: asousaduarte@gmail.com (Autora correspondente)

⁴ UFRPE. Recife, PE. E-mail: egidio@dq.ufrpe.br

⁵ IPA. Recife, PE. E-mail: nildo.tabosa@ipa.br

⁶ UFRPE. Recife, PE. E-mail: elvira.pedrosa@dtr.ufrpe.br

Palavras-chave:

aproveitamento de resíduo
fenologia
matéria seca
qualidade ambiental
Zea mays

RESUMO

Objetivou-se, com este estudo, verificar o efeito da adubação utilizando manipueira no desenvolvimento inicial do milho. O experimento foi conduzido em ambiente protegido na UFRPE, Recife, PE. Os tratamentos constaram de um arranjo fatorial 5 x 3, sendo 5 doses de manipueira equivalentes a: 0; 12,6; 25,2; 50,4 e 75,6 m³ ha⁻¹ e 3 idades de corte: aos 20, 40 e aos 52 dias após a germinação - DAG, com quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Utilizou-se um híbrido de milho forrageiro, AG 1051, dispondo uma planta por vaso de 20 L. Foram avaliados: altura das plantas, diâmetro do colmo, número de folhas, matéria fresca e matéria seca das folhas e colmo do milho. A dose equivalente a 63 m³ ha⁻¹ propiciou maior ganho de diâmetro de colmo, número de folhas, massa fresca e massa seca de folhas, enquanto a dose equivalente a 75,63 m³ ha⁻¹ proporcionou incremento significativo nos demais parâmetros fenológicos avaliados. Assim, o uso da manipueira serviu como fonte de adubação para a cultura do milho cujas respostas dependeram da utilização de doses adequadas do resíduo.

Key words:

residue use
phenology
dry matter
environmental quality
Zea mays

Maize growth under cassava wastewater fertilization

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of cassava wastewater fertilization on maize growth. The experiment was carried out under greenhouse conditions at the Federal Rural University of Pernambuco (Brazil). Treatments were assigned in a factorial arrangement 5 x 3, being 5 cassava wastewater doses: 0, 12.6, 25.2, 50.4 and 75.6 m³ ha⁻¹ and 3 harvest ages: 20, 40, and 52 days after germination (DAG), in a completely randomized design, with four replications. A hybrid of forage maize (AG 1051) was used, keeping one plant in a 20 L pot. The variables evaluated were: plant height, stalk diameter, number of leaves, dry and fresh matter of leaves and stalks. The dose equivalent to 63 m³ ha⁻¹ provided the highest gain in stalk diameter, number of leaves, dry and fresh matter of leaves; while the dose equivalent to 75.63 m³ ha⁻¹ provided significant increase in the other evaluated phenological parameters. Cassava wastewater presented as a useful fertilization source for maize crop, however responses depended on utilization of appropriated cassava wastewater doses.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da agroindústria resultou em uma quantidade de resíduos gerada que se tornou motivo de preocupação uma vez que, comumente, esses tipos de resíduo são de difícil gestão. Diante das dificuldades encontradas no manejo dos resíduos agroindustriais o reaproveitamento vem sendo considerado um instrumento de gestão inovador cuja característica principal é proteger os recursos naturais existentes.

O reúso de resíduos advindos de atividades agroindustriais vem sendo encorajado como forma de diminuir a poluição ambiental causada pelo descarte indiscriminado e entre as medidas propostas para o gerenciamento de tais resíduos, está sua reutilização em substituição à adubação mineral na produção agrícola (Damasceno et al., 2003).

Respostas positivas com relação ao reaproveitamento de resíduos agroindustriais na agricultura vêm sendo obtidas por diversos autores, como Silva et al. (2008); Inoue et al. (2011) e Ribas et al. (2010), entre outros; entretanto, quando aplicados em doses inadequadas, os resíduos podem ser prejudiciais ao solo e às culturas, bem como contaminar as águas subterrâneas e superficiais em virtude da alta carga orgânica e excesso de nutrientes e sais presentes.

Dentre os diversos resíduos agroindustriais que apresentam potencialidade de uso como fertilizante agrícola está a manipueira que é um resíduo gerado no processamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para obtenção da farinha ou fécula. Apesar de apresentar, em sua composição química, elevada carga orgânica (DBO e DQO) e glicosídeos cianogênicos tóxicos, a alta concentração de potássio, de nitrogênio, de

fósforo, de cálcio, de magnésio e de enxofre, além de ferro e outros micronutrientes, faz com que a reutilização deste resíduo como fonte de fertilizante para as culturas agrícolas seja uma alternativa promissora (Cardoso et al., 2009).

A composição química da manipueira depende de fatores relacionados à cultivar utilizada, às condições edafoclimáticas do local onde está localizado o cultivo, ao solo cultivado, ao tipo de processamento utilizado para obtenção da farinha ou do amido e ao processo empregado para tratamento de tal resíduo (Pinho, 2007).

Essas variações podem ser percebidas em estudos conduzidos por Mélo et al. (2005) e Silva Júnior et al. (2012), quando utilizaram efluente de indústria de uma fecularia localizada no Município de Consolação, Minas Gerais e efluente de uma casa de farinha localizada no Município de Tancredo, Bahia, respectivamente. No estudo de Mélo et al. (2005) foram encontrados, na manipueira, 583 mg L⁻¹ de potássio, 311 mg L⁻¹ de fósforo, 229 mg L⁻¹ de nitrogênio, 39 mg L⁻¹ de cálcio, 66 mg L⁻¹ de magnésio e 292 mg L⁻¹ de sódio; enquanto no trabalho de Silva Júnior et al. (2012), os teores foram iguais a 3.456 mg L⁻¹ de potássio, 328 mg L⁻¹ de fósforo, 1.627 mg L⁻¹ de nitrogênio, 278 mg L⁻¹ de cálcio, 617 mg L⁻¹ de magnésio e 22 mg L⁻¹ de sódio.

A utilização de resíduos como fertilizantes na atividade agrícola pode trazer benefícios ao desenvolvimento da cultura. Em estudos recentes, Duarte et al. (2012) e Salvador et al. (2012) afirmam que o uso da manipueira propiciou melhor desenvolvimento da alface e de mudas de eucalipto cultivadas, respectivamente.

Avaliando a aplicação de doses de manipueira via foliar no desenvolvimento do milho, Araújo et al. (2012) constataram que a maior dose 75% (750 mL de manipueira + 250 mL de água) foi eficaz como fonte de adubação foliar para o milho, pois garantiu ganho significativo de massa fresca, altura de planta e número de folhas; entretanto, os autores enfatizaram que, apesar da dose igual a 75% de manipueira ter garantido melhor desenvolvimento das plantas, a aplicação via foliar só é recomendável até a dosagem de 50% (500 mL de manipueira + 500 mL de água) pois valores superiores promoveram injúrias severas nas folhas do milho.

Embora as plantas de milho sigam o mesmo padrão de desenvolvimento, vários fatores, como diferentes cultivares, solo, adubação, clima, práticas culturais, pragas, doenças, ano agrícola e época de plantio, são capazes de interferir nos estádios fenológicos, no número total de folhas desenvolvidas, na produtividade e na qualidade dos grãos de milho (Okumura et al., 2011).

Tendo em vista os riscos que o descarte indiscriminado dos resíduos agroindustriais pode trazer ao meio ambiente, tal como a potencialidade de tais resíduos sobretudo a manipueira em substituir ou complementar a adubação mineral, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de manipueira no desenvolvimento inicial do milho em diferentes épocas de avaliação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012 em uma casa de vegetação pertencente

ao Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, cujas coordenadas geográficas são: 08° 10' 52" de latitude Sul e 34° 54' 47" de longitude Oeste.

O clima, de acordo com a classificação de Koppen, é Megatérmico Tropical (tropical úmido) com precipitação e temperatura média anual de 1750 mm e 24 °C, respectivamente; durante o experimento, a variação da temperatura média foi de 25 a 28 °C e da umidade relativa de 65 a 79% no interior da casa de vegetação.

O solo utilizado foi coletado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, no município de Itambé, PE, na profundidade de 0 a 20 cm e caracterizado como sendo de textura franco-argilosa. Para a caracterização física e química dos atributos do solo foram retiradas três amostras do solo as quais foram secadas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm, para posterior determinação das características antes da incorporação de manipueira (Tabela 1), conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado antes do cultivo

Parâmetros	Teor
Areia (g kg ⁻¹)	660
Silte (g kg ⁻¹)	36,80
Argila (g kg ⁻¹)	303,20
CEes (dS m ⁻¹)	0,30
pH em água	5,50
Fósforo (mg dm ⁻³)	12,68
Potássio (cmol _c dm ⁻³)	0,27
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	1,65
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	1,25
Sódio (cmol _c dm ⁻³)	0,03

A irrigação foi feita levando-se em consideração a capacidade de contêiner e, para tanto, foram realizados testes de pesagem dos vasos, que foram preenchidos da seguinte forma: 500 g de brita número 0, que permitia a drenagem da água; manta bidim®, que servia para evitar a perda de material solo e 20 kg de material de solo utilizado para o cultivo. Após a montagem, três vasos foram saturados por capilaridade e pesados diariamente, até obter peso constante, ou seja, quando o solo se encontrava em capacidade de campo.

A partir dos testes obteve-se o peso médio dos três vasos com solo em capacidade de campo e como todos os vasos utilizados para o plantio no experimento foram preenchidos da mesma forma, o volume de água necessário para cada planta foi obtido pela diferença do peso médio dos três vasos com o solo em capacidade de campo e o peso de cada um desses vasos contendo uma planta, os quais eram medidos diariamente.

A cultura teste utilizada foi o milho forrageiro híbrido duplo AG 1051 da Agrocere (Monsanto) desenvolvido visando à produção de milho verde e silagem tendo, como principais características, ciclo semiprecoce em média 115 dias para ensilagem e 144 dias para colheita de grãos; alta produção de grãos e de matéria verde de elevada digestibilidade.

A semeadura do milho foi realizada no vigésimo dia após a aplicação da manipueira no solo, tempo necessário

para estabilização de seus nutrientes e evaporação do ácido cianídrico. Em cada vaso foram dispostas três sementes acerca de um centímetro de profundidade e, após a germinação, foi realizado o desbaste, mantendo-se apenas uma planta por vaso, mantendo-se a homogeneidade entre as parcelas. O cultivo durou 52 dias, período em que a planta apresentava oito pares de folhas totalmente desdobradas, antecedendo a emissão do pendão (Fancelli, 1986).

A manipueira utilizada foi proveniente de uma casa de farinha localizada no município de Pombos, PE. A determinação da composição física e química da manipueira (Tabela 2) foi realizada no Laboratório de Engenharia Ambiental e da Qualidade (LEAQ) da UFPE e no Laboratório de Mecânica dos Solos e Aproveitamento de Resíduos da UFRPE, respectivamente. Os parâmetros físicos e químicos foram determinados de acordo com a metodologia proposta por APHA (1995).

Tabela 2. Características físicas e químicas da manipueira utilizada no experimento

Parâmetros	Teor
Demanda química de oxigênio – DQO (mg L ⁻¹)	119.220,40
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	9,61
pH	6,83
Potássio (mg L ⁻¹)	4.793,90
Fósforo (mg L ⁻¹)	286,40
Magnésio (mg L ⁻¹)	1.588,20
Sódio (mg L ⁻¹)	742,00
Cálcio (mg L ⁻¹)	241,90

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 × 3 com quatro repetições totalizando 60 parcelas experimentais. Os fatores de estudo da pesquisa foram doses de manipueira equivalentes a: 0; 12,6; 25,2; 50,4; 75,6 m³ ha⁻¹ e épocas de corte: 20, 40 e 52 dias após a germinação (DAG). A dose ideal de manipueira (25,2 m³ ha⁻¹) foi determinada levando-se em consideração a concentração de potássio nela existente e no solo, bem como a exigência desse nutriente pela cultura do milho, 20 kg ha⁻¹, de acordo com a recomendação proposta por IPA (2008). As demais doses foram calculadas com base na dose ideal levando-se em consideração os seguintes fatores multiplicativos: meio (12, 5 m³ ha⁻¹), duas (50,4 m³ ha⁻¹) e três e (75,6 m³ ha⁻¹) vezes a dose inicial. Não foi necessário realizar calagem e também não se utilizou adubação mineral durante o experimento com o intuito de avaliar apenas o efeito que a manipueira exerceu sobre a cultura.

Para acompanhar o desenvolvimento das plantas foram monitorados os seguintes parâmetros: altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC) e número de folhas (NF), com leituras realizadas a cada dez dias após a germinação; massa fresca das folhas (MFF), massa fresca do colmo (MFC), massa seca das folhas (MSF) e massa seca do colmo (MSC), por ocasião do período de corte das plantas (20, 40 e 52 dias) conforme metodologia proposta por Benincasa (2003).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando-se o software estatístico SAS com níveis de significância de 5% para o teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas interações obtidas pela análise de variância dos dados pode-se constatar que todos os parâmetros de crescimento avaliados foram significativamente alterados pelo uso das doses de manipueira (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da ANOVA para altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), número de folhas (NF), massa fresca das folhas (MFF) e dos colmos (MFC), massa seca das folhas (MSF) e dos colmos (MSC) das plantas

Fatores	Teste F - DAG				
	10	20	30	40	52
Altura de plantas (cm)					
Doses	5,32**	21,83**	49,85**	68,12**	69,95**
CV (%)	17,42	17,11	10,97	10,41	10,84
Diâmetro de colmos (mm)					
Doses	12,05**	17,41**	61,94**	99,25**	16,63**
CV (%)	12,68	22,70	13,41	9,96	16,01
Número de folhas					
Doses	8,63**	59,76**	17,15**	32,87**	41,57**
CV (%)	10,31	10,72	10,01	11,44	8,28
Massa fresca das folhas (g planta ⁻¹)					
Doses			152,55**		
Tempo			309,47**		
D x T			30,26**		
CV (%)			17,64		
Massa seca das folhas (g planta ⁻¹)					
Doses			133,76**		
Tempo			374,66**		
D x T			31,52**		
CV (%)			18,09		
Massa fresca dos colmos (g planta ⁻¹)					
Doses			139,88**		
Tempo			251,99**		
D x T			33,10**		
CV (%)			22,22		
Massa seca dos colmos (g planta ⁻¹)					
Doses			37,46**		
Tempo			103,89**		
D x T			10,35**		
CV (%)			23,04		

**Significativo a 0,05 de probabilidade (P<0,05); D - Doses; T - Tempo

Para as variáveis alturas de planta, diâmetro de colmo e número de folhas, o aumento das doses de manipueira promoveu efeito quadrático (Figuras 1A, 1B e 1C) em todas as épocas avaliadas, exceto aos 10 DAG, cujas equações de regressão dos dados e os coeficientes de determinação (R²) da altura de planta e diâmetro de colmo foram, respectivamente, $Y = 5,6299 + 0,0279x^2$ e $Y = 0,3807 + 0,0018x^2$; R² = 0,42 e 0,46. Nesse período, na ausência de manipueira, as plantas apresentavam 5,6 cm de altura, 0,38 cm de diâmetro e 4 folhas completamente desenvolvidas, assemelhando-se aos resultados obtidos por Magalhães & Durães (2006), quando avaliaram a fisiologia da produção do milho. Segundo os autores, para o mesmo período de avaliação aqui adotado, as plantas apresentavam 3 folhas desenvolvidas, ponto de crescimento abaixo da superfície do solo e pouco caule formado. Quando foi aplicada a maior dose de manipueira (75,6 m³ ha⁻¹), houve aumento das três variáveis estudadas.

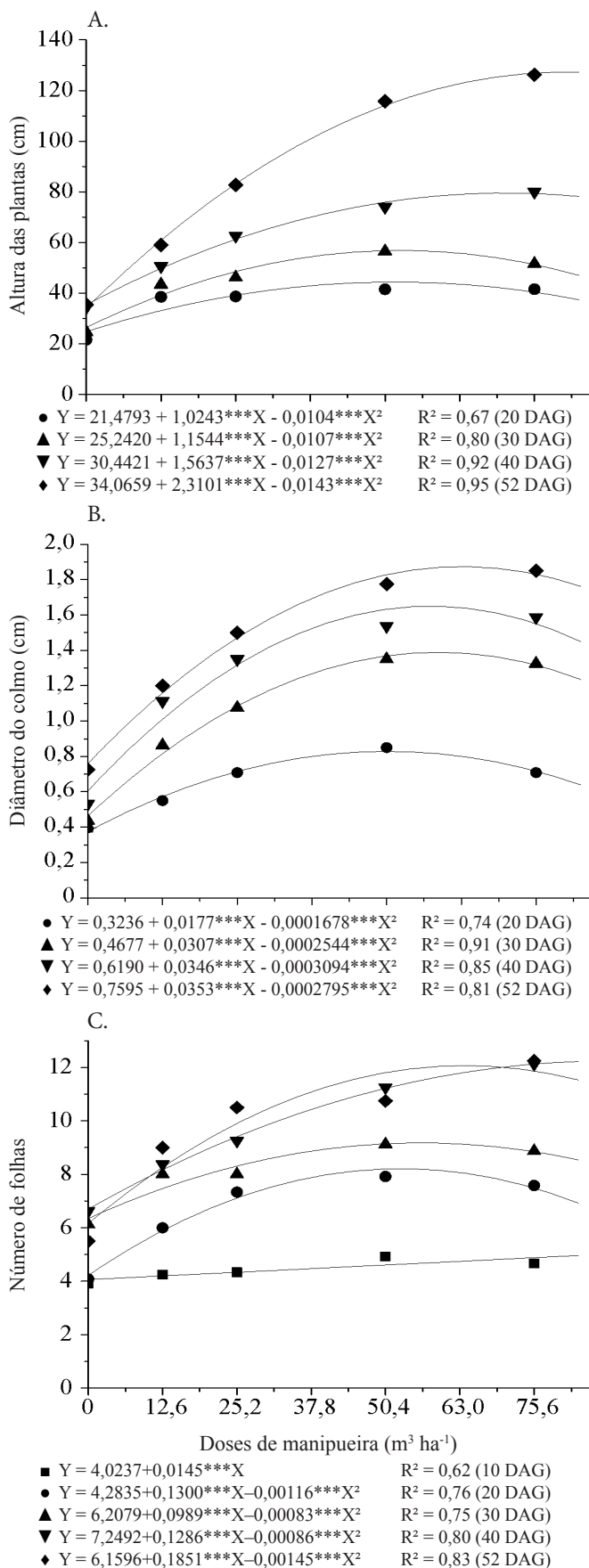


Figura 1. Altura das plantas (A), diâmetro do colmo (B) e número de folhas (C) do milho forrageiro AG 1051 em função das doses de manipueira ao solo

Aos 20 DAG (Figuras 1A, 1B e 1C) as plantas de milho apresentavam altura, diâmetro de colmo e número de folhas condizentes com o estágio 3 de desenvolvimento, conforme descrevem Magalhães & Durães (2006). Aos 30 e 40 DAG as plantas apresentaram seis a oito folhas expandidas, respectivamente, sendo que neste período ocorreu maior desenvolvimento da planta devido à alta taxa de desenvolvimento de órgãos florais.

Para o período 52 DAG as plantas cultivadas no solo que recebeu a maior dose de manipueira ($75,6 m^3 ha^{-1}$) apresentaram maior altura porém o maior diâmetro de colmo e o maior número de folhas foram obtidos para as plantas que receberam doses equivalentes a $63 m^3 ha^{-1}$. Quando se utilizou a dose equivalente a $75,6 m^3 ha^{-1}$ a altura média de planta foi de 126,3 cm, significativamente superior às plantas cultivadas no tratamento testemunha ($0 m^3 ha^{-1}$) cuja altura média foi igual a 35,4 cm. O diâmetro de colmo e o número de folhas foram 1,85 cm e 12, respectivamente, nas plantas submetidas à dose equivalente a $63 m^3 ha^{-1}$ enquanto que na testemunha foram 0,72 cm e 5, respectivamente.

Aos 52 DAG, quando foi efetuado o corte, as plantas apresentaram em média 10 folhas expandidas e caule alongado. Neste período, início de pendramento, as plantas se encontravam no estágio III de desenvolvimento (Magalhães & Durães, 2006) que tem início a partir dos 40 dias após o semeio. Nesse estágio a planta de milho inicia um rápido e contínuo crescimento, com acumulação de nutrientes e peso seco, que continuará até os outros estádios reprodutivos. O estágio III também é caracterizado pela grande demanda de água e de nutrientes pelas plantas haja vista que a produção e a produtividade da cultura estão associadas ao número de grãos por fileira definidos por espiga (Magalhães & Durães, 2006).

Como na maioria das idades avaliadas a altura das plantas, número de folhas e diâmetro do colmo aumentaram com as doses de manipueira mais baixas e, posteriormente, tenderam a diminuir com a aplicação da dose estimada igual $63 m^3 ha^{-1}$ ajustando-se a modelos quadráticos (Figura 1). Considerando o período de 52 DAG evidencia-se um efeito tóxico, talvez do íon potássio, que se encontrava em maior concentração na manipueira. Devido ao antagonismo, o excesso de potássio compromete a absorção de outros nutrientes essenciais às plantas, como o cálcio, magnésio, zinco e manganês (Fageria, 2001).

Uchôa et al. (2011) observaram que a aplicação de altas doses de potássio foi prejudicial ao desenvolvimento do girassol reduzindo a produtividade de aquênios. Os autores mencionaram que as respostas poderiam ser atribuídas ao excesso de potássio o qual inibiu a absorção de Ca^{2+} e Mg^{2+} e diminuiu a assimilação do fósforo pelas plantas. Corroborando os dados obtidos nesta pesquisa, Salvador et al. (2012) verificaram, utilizando efluente de fecularia diluído como fonte de fertilizante para a produção de mudas de eucalipto, que o crescimento das plantas foi influenciado positivamente com o aumento das doses do efluente de fecularia; apesar disto, Silva Júnior et al. (2012) não encontraram correlação positiva entre

o uso de manureira e os parâmetros altura, diâmetro e número de folhas da bananeira, embora tenha ocorrido aumento na produtividade da cultura.

No presente estudo a altura das plantas, o número de folhas e o diâmetro do colmo apresentaram resposta semelhante à obtida por Ribas et al. (2010) quando estudaram o desenvolvimento de plantas de milho submetidas às doses crescentes de efluente de fecularia em substituição à adubação mineral.

As plantas que receberam as maiores doses de manureira também apresentaram maior conteúdo de massa fresca de folhas e de colmos (Figuras 2A e 2B) quando comparadas com o da testemunha em todas as épocas de avaliação, sendo que as plantas que receberam dose igual a $75,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ produziram significativamente mais matéria fresca de colmos do que as plantas cultivadas nos demais tratamentos; mesmo assim, a maior produção de massa fresca das folhas foi obtida para a dose estimada de $63 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$; doses superiores ocasionaram redução deste parâmetro.

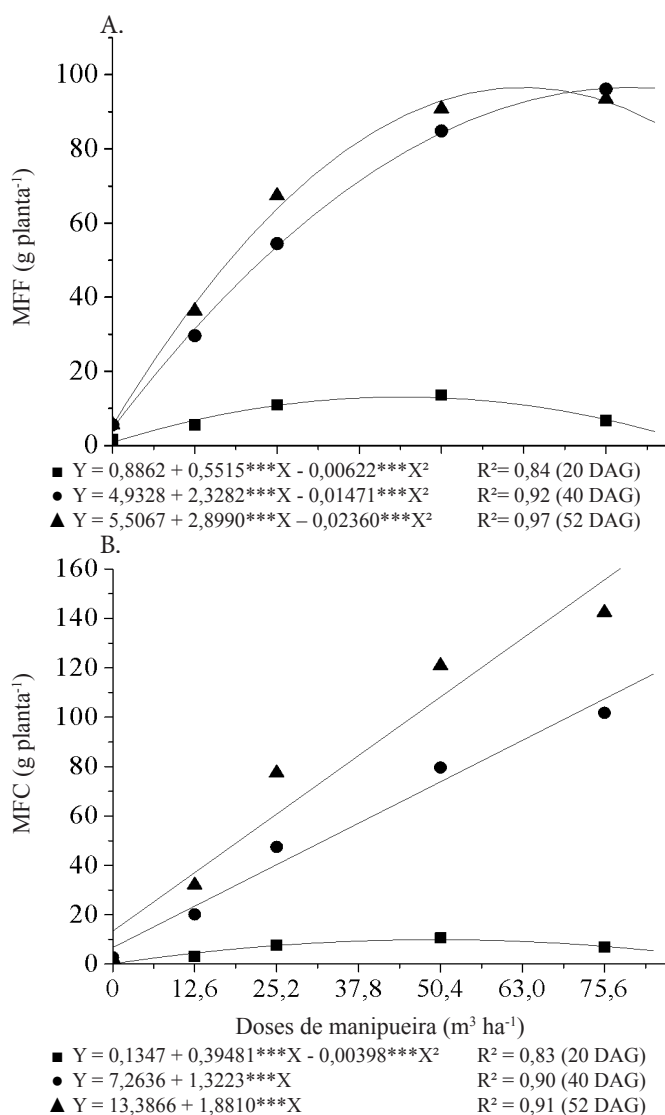


Figura 2. Massa fresca das folhas (A) e massa fresca do colmo (B) do milho forrageiro AG 1051 em função das doses de manureira aplicadas ao solo

Constatou-se interação entre doses de manureira e idade de corte para as variáveis massa fresca e seca das folhas e do colmo, independente da época de avaliação; aos 20 DAG a produção de massa fresca das folhas e colmo foi baixa; aos 52 DAG a equação de regressão obtida para a massa fresca das folhas foi quadrática com valor máximo de $96,6 \text{ g planta}^{-1}$, o que corresponde a uma dose de manureira equivalente a $63 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 2A). Ainda neste mesmo período a massa fresca do colmo foi superior à massa fresca das folhas descrevendo comportamento linear (Figura 2B) o que indica que a esperada saturação da curva não foi atingida sugerindo que o colmo foi mais tolerante aos efeitos tóxicos da manureira do que as folhas do milho. Os valores máximos obtidos pelas equações de regressão para massa fresca de folhas e de colmo foram, respectivamente, iguais a $96,6$ e $143,5 \text{ g planta}^{-1}$, indicando o efeito quadrático do acréscimo das doses de manureira.

A tendência apresentada pela massa seca das folhas e massa seca do colmo (Figuras 3A e 3B) foi semelhante à apresentada

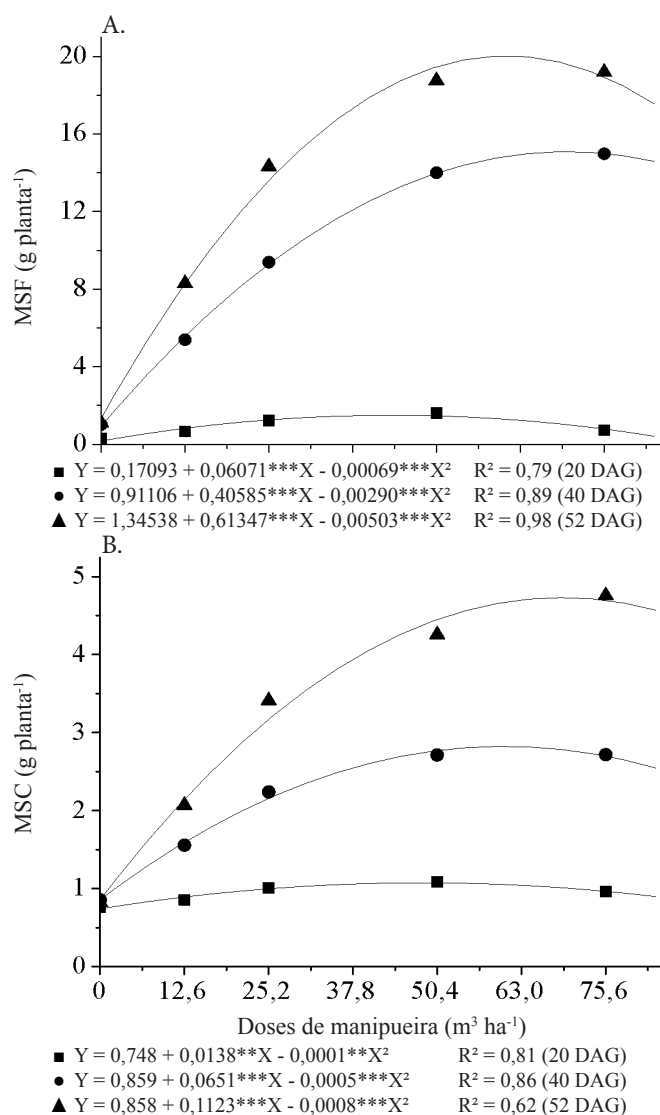


Figura 3. Massa seca das folhas (A) e massa seca do colmo (B) do milho forrageiro AG 1051 em função das doses de manureira aplicadas ao solo

pelas demais variáveis discutidas anteriormente, isto é, as massas secas das folhas e do colmo aumentaram em função do aumento das doses de manipueira aplicadas ao solo, independentemente da época de corte. Verificou-se maior acúmulo de massa fresca e seca aos 40 e 52 DAG em virtude do maior desenvolvimento das plantas de milho ocorrer neste período; aos 52 DAG os valores máximos encontrados pelas equações de regressão de massa seca das folhas e de colmos foram iguais a 20,04 e 4,79 g planta⁻¹, sendo que os respectivos valores foram obtidos quando foram aplicadas doses de manipueira iguais a 63 e 73 m³ ha⁻¹, respectivamente.

Trabalhando com incorporação de manipueira tratada no solo, Ribas et al. (2010) afirmaram que as características agrônomicas do milho avaliadas (altura de planta, diâmetro do caule e massa fresca) não foram afetadas negativamente pelo uso do resíduo. Cardoso et al. (2009) também relataram que o milho cultivado em área biofertilizada com manipueira apresentou maior produtividade e massa fresca da parte aérea do que o milho cultivado em solo adubado com fertilizante mineral, sendo o aumento creditado ao poder fertilizante da manipueira sobretudo aos elementos potássio e nitrogênio.

De acordo com Cabral et al. (2010) a espécie aveia preta (*Avena strigosa*) cultivada em campo apresentou acúmulo de matéria seca em resposta à aplicação de doses do efluente de fecularia. Os autores relataram que a utilização de uma dose de manipueira igual a 376 m³ ha⁻¹ foi a que rendeu maior acúmulo de massa seca (212 g planta⁻¹) em virtude principalmente do alto teor de potássio e nitrogênio existente no resíduo utilizado corroborando os resultados obtidos nesta pesquisa; por outro lado, as respostas de matéria seca da parte aérea das plantas obtidas divergem das encontradas por Inoue et al. (2011).

Os resultados de massa seca das folhas e de colmo obtidos foram inferiores aos dados relatados por Soares (2003) quando avaliou a influência da adubação mineral (nitrogênio, zinco e boro) no desempenho do milho para silagem. O autor obteve 200 e 175 g planta⁻¹ de massa seca de colmo e de folhas, respectivamente, corroborando a tese de Resende et al. (2009) ao afirmarem que a adubação orgânica dificilmente prescinde da adubação química para que produções satisfatórias sejam atingidas. No entanto, a utilização de adubos orgânicos como adubação complementar das culturas é uma prática que pode viabilizar o aumento da produção agrícola e diminuir o uso de insumos agrícolas os quais são, muitas vezes, agressivos ao meio ambiente (Fontanetti et al., 2006).

Ainda em relação aos resultados de massa seca das folhas e de colmo obtidos, Silva et al. (2012) concluíram que a quantidade de massa seca do milho aumentou em função do uso de fertilizante nitrogenado e fosfatado aliado ao uso de esterco bovino, sendo conseguido teor de matéria seca das folhas igual a 102,7 g planta⁻¹. Acúmulo de massa seca de plantas de milho em função do acréscimo de doses de fertilizantes fosfatados também foi relatado em trabalho realizado por Tiritan et al. (2010).

Os dados obtidos mostram que as plantas submetidas às doses crescentes de manipueira se desenvolveram melhor uma vez que todos os parâmetros fenológicos estudados foram significativamente maiores do que os das plantas que não

receberam o resíduo evidenciando que este insumo tem um aporte de nutrientes que pode ser aproveitado na produção agrícola. No entanto, os resultados obtidos também sustentam que, caso a manipueira não seja utilizada em doses adequadas, poderá causar danos às culturas já que o excesso de nutrientes no solo, sobretudo potássio, nitrogênio e sódio, poderá provocar desequilíbrio nutricional nas plantas, conforme assinalam Inoue et al. (2011).

CONCLUSÕES

1. O uso de manipueira é uma alternativa de adubação para a cultura do milho, sendo necessária a utilização de doses adequadas para evitar o efeito nocivo de alguns elementos contidos neste resíduo.

2. A dose equivalente a 63 m³ ha⁻¹ propicia aumento de diâmetro de colmo, número de folhas, massa fresca e massa seca de folhas, enquanto a dose equivalente a 75,63 m³ ha⁻¹ proporcionou incremento significativo nos demais parâmetros fenológicos avaliados.

LITERATURA CITADA

- APHA - American Public Health Association, AWWA - American Water Works Association, WPCF - Washington Press Club Foundation. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association, 17.ed. 1995. 2198p.
- Araújo, N. C.; Ferreira, T. C.; Oliveira, S. J. C.; Gonçalves, C. P.; de Araújo, F. A. C. Avaliação do uso de efluente de casas de farinha como fertilizante foliar na cultura do milho (*Zea mays* L.). Revista Engenharia na Agricultura, v.20, p.340-349, 2012.
- Benincasa, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: Noções básicas. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- Cabral, J. R.; Freitas, P. S. L.; Bertonha, A.; Muniz, A. S. Effects of wastewater from a cassava industry on soil chemistry and crop yield of lopsided oats (*Avena strigosa* Schreb). Brazilian Archives of Biology and Technology, v.53, p.19-26. 2010.
- Cardoso, E.; Cardoso, D.; Cristiano, M.; Silva, L.; Back, A. J.; Bernadim, A. M.; Paula, M. M. S. Use of *Manihot esculenta*, crantz processing residue as biofertilizer in corn crops. Research Journal of Agronomy, v.3, p.1-8, 2009.
- Damasceno, S.; Cereda M. P.; Pastore, G. M.; Oliveira, J. G. Production of volatile compounds by *Geotrichum fragans* using cassava wastewater as substrate. Process Biochemistry, v.39, p.411-414, 2003.
- Duarte, A. S.; Silva, E. 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, p.262-267, 2012.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212p.
- Fageria, N. K. Nutrient interactions in crop plants. Journal of Plant Nutrition, v.24, p.1269-1290, 2001.

- Fancelli, A. L. Plantas alimentícias: Guia para aula, estudos e discussão. Piracicaba: ESALQ, 1986. 131p. Dissertação Mestrado
- Fontanetti, A.; Carvalho, G. C.; Gomes, L. A. A.; Almeida, K.; Moraes, S. R. G.; Teixeira, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.146-150, 2006.
- Inoue, K. R. A.; Souza, C. F.; Matos, A. T.; Santos, N. T.; Ferreira, W. P. M. Concentração de nutrientes em plantas de milho adubadas e biofertilizantes obtidos na digestão anaeróbia da manipueira. *Engenharia na Agricultura*, v.19, p.236-243, 2011.
- IPA - Instituto Agrônomo de Pernambuco. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco. Recife: IPA, 2008. 64p.
- Magalhães, P. C.; Durães, F. O. M. Fisiologia da produção do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. Circular Técnica n.76.
- Mélo, R. F.; Ferreira, P. A.; Ruiz, H. A.; Matos, A. T.; Oliveira, L. B. O. Alterações físicas e químicas em três solos tratados com água residuária de mandioca. *Irriga*, v.10, p.383-392, 2005.
- Okumura, R. S.; Mariano, D. C.; Zaccheo, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v.4, p.226-244, 2011.
- Pinho, M. M. C. A. de. Características químicas de solos adubados com manipueira. Recife: UFRPE, 2007. 56p. Dissertação Mestrado
- Resende, G. M.; Alvarenga, M. A. R.; Yuri, J. E.; Souza, R. J.; Mota, J. H.; Carvalho, J. G.; Rodrigues Júnior, J. C. Rendimento e teores de macronutrientes em alface tipo americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio em cultivo de verão. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, p.153-163, 2009.
- Ribas, M. M. F.; Cereda, M. P.; Villas Boas, R. L. Use of cassava wastewater treated anaerobically with alkaline agents as fertilizer for maize (*Zea mays* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.53, p.55-62, 2010.
- Salvador, M. A.; José, J. V.; Rezende, R.; Oliveira, H. V.; Gava, R. Aplicação de efluente líquido de fecularia em substratos e solos para produção de mudas de eucalipto. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.5, p.175-188, 2012.
- Silva, E. C.; Muraoka, T.; Franzini, V. I.; Villanueva, F. C. A.; Buzetti, S.; Moreti, S. Phosphorus utilization by corn as affected by green manure, nitrogen and phosphorus fertilizers. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, p.1150-1157, 2012.
- Silva, F. F.; Bertonha, A.; Freitas, P. S. L.; Muniz, A. S.; Ferreira, R. C. Aplicação de cinza da casca de arroz e de água residuária de fecularia de mandioca na cultura de aveia. *Revista em Agronegócios e Meio ambiente*, v.1, 25-36, 2008.
- Silva Júnior, J. J.; Coelho, E. F.; Santa'ana, A. V.; Santana Júnior, E. B.; Pamponet, A. J. M. Uso da manipueira na bananeira 'Terra Maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. *Revista Irriga*, v.17, p.353-363, 2012.
- Soares, M. A. Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ. 2003. 92p. Dissertação Mestrado
- Tiritan, C. S.; Santos, D. H.; Foloni, J. S. S.; Alves Júnior, R. Adubação fosfatada mineral e organomineral no desenvolvimento do milho. *Colloquium Agrariae*, v.6, p.8-14, 2010.
- Uchôa, S. C. P.; Ivanoff, M. E. A.; Alves, J. M. A.; Sedyama, T.; Martins, S. A. Adubação de potássio em cobertura nos componentes de produção em cultivares de girassol. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p.8-15, 2011.