

## REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE CASA DE FARINHA EM SUBSTITUIÇÃO À ADUBAÇÃO MINERAL: EFEITOS NO SOLO E NA PLANTA

Adriana Guedes Magalhães<sup>1</sup>; Mario Monteiro Rolim<sup>2</sup>; Anamaria de Sousa Duarte<sup>3</sup>;  
Uilka Elisa Tavares<sup>4</sup>; Liliane da Cruz Pinheiro<sup>5</sup>; Diego Arruda Huggins de Sá Leitão<sup>6</sup>

**Resumo:** A manipueira é um resíduo líquido rico em matéria orgânica e nutrientes, e quando descartada, de forma indiscriminada, pode causar degradação ambiental. Por outro lado, este resíduo apresenta potencial para reaproveitamento como fertilizante que pode ser empregado em diversas culturas, pois apresentar alta concentração de nutrientes, sobretudo, potássio, magnésio, nitrogênio, fósforo e cálcio. No entanto, a utilização de manipueira em doses excessivas pode prejudicar o equilíbrio entre nutrientes, aumentar a salinidade e diminuir o pH do solo, comprometendo o desenvolvimento das plantas. Pelas respostas obtidas na literatura, encontrar um ponto de equilíbrio entre as doses consideradas adequadas para manter o complexo sortivo do solo ideal para o desenvolvimento das plantas é um ponto chave para a reutilização correta da manipueira. Contudo, de maneira geral, há um consenso entre os pesquisadores de que a manipueira pode ser utilizada como fonte de adubação para diversas culturas.

Palavras-chave: *Manihot Esculenta* Crantz; Reaproveitamento de resíduos; Manipueira  
REUSE OF WASTEWATER FROM A FLOUR MILL, SUBSTITUTING MINERAL  
FERTILIZATION: EFFECTS ON SOIL AND PLANT

**Abstract:** Cassava wastewater is a liquid residue rich in organic matter and nutrients, and when discharged indiscriminately may cause environmental degradation. On the other hand, this residue presents potential for reuse as an organic fertilizer which can be applied to several crops, since it presents high concentrations of nutrients, mainly,

potassium, magnesium, nitrogen, phosphorus and calcium. However, cassava wastewater use in excessive dosages can affect nutrients equilibrium, increase soil salinity and decrease soil pH, compromising plant development. Through the results from the literature, finding a balanced point between suitable dosages to maintain the soil sortive complex ideal for plant development is a key point for a correct reuse of cassava wastewater. Nevertheless, generally, there is a consensus among researchers that cassava wastewater can be used as a source of fertilization to several crops.

**Keywords:** *Manihot Esculenta* Crantz; residue reuse; cassava wastewater

## Introdução

A cultura da mandioca é considerada a principal fonte de carboidrato para mais de 925 milhões de pessoas, sobretudo, nos países em desenvolvimento; tendo, no ano de 2011, a Nigéria como o maior produtor mundial de mandioca, com 52.403 milhões de toneladas, seguido pelo Brasil e Indonésia cujas produções foram iguais a 25.441 e 24.010 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2011). De fácil adaptação, a mandioca é cultivada em todos os Estados brasileiros, compreendendo uma área cultivada igual a 1,74 milhões de hectares. Das regiões fisiográficas brasileiras, a região Nordeste foi a que mais produziu mandioca, aproximadamente, oito milhões de toneladas no ano de 2011; e dentre os estados da referida região brasileira, os três maiores produtores foram Bahia que produziu 2.966.230 toneladas de mandioca; Ceará e Pernambuco cujas respectivas produções foram de 836.606 e 520.330 toneladas (FAO, 2011; IBGE, 2011).

A mandioca apresenta grande relevância econômica para o Brasil, e está inserida na Agenda Estratégica 2010-2015, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), visando realizar o levantamento das áreas de produção agrícola, das safras, da produção industrial e seu processamento, com intuito de incentivar a produção sustentável, levando-se em consideração o pleno desenvolvimento da cadeia da mandiocultura e a observância das legislações ambientais brasileiras, sobretudo na fase de processamento da mandioca, devido à grande quantidade de resíduos gerados no processo industrial (BRASIL, 2011).

A farinha é o principal produto derivado da mandioca no Brasil (60%), sendo este produto consumido em praticamente todas as regiões brasileiras, com destaque para o Norte e Nordeste (DEL BIANCHI & CEREDA, 1999). A parte restante da produção é

utilizada para a alimentação humana e animal, bem como para a extração de amido. O amido é o derivado considerado mais nobre e versátil, tendo diversas aplicações na indústria alimentícia, na fabricação de espessante (utilizado para fabricação de cremes, pudins, tortas etc.), têxtil (engomagem), detergentes biodegradáveis, entre outros (LORENZI, 2003; INOUE, 2008).

A mandioca é uma planta de reprodução vegetativa, feita através de seus caules, denominadas de maniva. Vários fatores interferem na qualidade da maniva, como variedade da cultivar, idade, sanidade, maturidade, número de nós e espessura do caule; sendo estes fatores que implicam em uma necessidade de seleção de caules que fornecerão o material para um novo plantio (INOUE, 2008).

A época adequada de plantio é importante para a produção da mandioca, principalmente, pela sua relação com a presença de umidade no solo, necessária para brotação das manivas e seu enraizamento (SEBRAE, 2009). A falta de umidade durante os primeiros meses após o plantio causa perdas na brotação e na produção, enquanto o excesso de água, em solos mal drenados, favorece a podridão das raízes. A escolha da época adequada de plantio pode ainda reduzir o ataque de pragas e doenças e a competição das ervas daninhas (ALVES & SILVA, 2003).

A mandioca é uma planta da qual tudo se aproveita: folhas, caule e raízes. No entanto, as partes consideradas mais importantes são suas raízes tuberosas e feculentas, grande reservatório de amido e principal matéria-prima de aproveitamento econômico (CARDOSO et al., 2009). Do beneficiamento das raízes de mandioca para fabricação de farinha de mesa e fécula, são gerados dois tipos de resíduos: a) sólidos, compostos pelas partes lenhosas das raízes, pelas porções fibrosas retidas em peneiras e pelos bagaços da mandioca; e b) líquidos, constituídos da água de lavagem das raízes e da água de prensagem da mandioca, denominado comumente de manipueira (INOUE et al. 2010). As águas de lavagem são produzidas em maior quantidade, sendo obtidos, em média, 2 m<sup>3</sup> por tonelada de mandioca processada e a manipueira, para essa mesma quantidade de raízes (1 tonelada), são gerados um volume médio igual a 0,25 L (NASU, 2010).

A manipueira é um líquido leitoso amarelo claro, que contém açúcares, amidos, proteínas, linamarina, sais e outras substâncias. A linamarina é um glicosídeo cianogênico tóxico, do qual provém o ácido cianídrico (HCN), que é bastante volátil e pode trazer riscos ambientais caso a manipueira seja descartada “in natura” no meio

ambiente (CEREDA, 2001). Entre os problemas ambientais causados pelo descarte indiscriminado deste manipueira estão: a redução do oxigênio dissolvido e eutrofização dos corpos d'água, morte da fauna aquática e dos animais que consomem a água com excesso de gás cianídrico e seu lançamento no solo prejudica o equilíbrio entre nutrientes, aumenta a salinidade e diminui o pH. (WOSIACKI & CEREDA, 2002).

Alguns pesquisadores consideram que a manipueira pode ser reaproveitada de diversas formas: como fonte de alimentação animal (SANTOS FILHO, 2012), como pesticida (MAGALHÃES et al., 2000), nematicida (NASU et al. 2010), adsorção de metais pesados, (HORSFALL JÚNIOR & ABIA, 2003) e como fertilizante (FIORETTO, 1997), sendo que este último uso está associado ao grande aporte de nutrientes que manipueira tem, já esta apresenta, em sua composição química, altos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, zinco e manganês.

*No entanto, apesar da composição química da manipueira ser variável, existe a possibilidade de ela ser utilizada como adubo, devido à alta concentração de nutrientes, sobretudo, potássio, nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre, além de ferro e outros micronutrientes que este resíduo apresenta (CARDOSO ET AL. 2009; MARINI & MARINHO, 2011).*

Devido ao grande volume gerado de manipueira que, na maioria das vezes, é descartado no meio ambiente de forma indiscriminada se constituindo um sério problema ambiental, tal como à facilidade e ao baixo custo de obtenção do resíduo junto às casas de farinha e à potencialidade que a manipueira apresenta em substituir à adubação mineral, o objetivo desta pesquisa foi realizar um levantamento bibliográfico que permitisse abordar três tópicos principais sobre a manipueira e seu uso como fertilizante, que são: Composição e manejo da manipueira visando à qualidade ambiental, alterações nos atributos químicos do solo e efeito sobre as plantas cultivadas.

### **Composição e manejo da manipueira visando à qualidade ambiental**

A manipueira é um líquido de aspecto leitoso de cor amarelo-claro proveniente da prensagem das raízes amiláceas da mandioca. É subproduto ou resíduo da industrialização da mandioca, que, fisicamente, se apresenta na forma de suspensão aquosa e, quimicamente, como uma miscelânea de compostos, tais como: amido,

glicose e outros açúcares, proteínas, sais e a linamarina que dá origem aos derivados cianogênicos, como o ácido cianídrico, cianetos e aldeídos (CAMILI, 2007).

A massa ralada, no processo de obtenção de farinha de mandioca, perde de 20 a 30% de água. A manipueira resultante da prensagem da massa ralada arrasta cerca de 5 a 7% de fécula; 2 a 3 % de carboidratos; 1,0 a 1,5% de proteínas e menos de 1% de minerais (CEREDA, 2001). O processamento de uma tonelada de raiz produz cerca de 200 a 300 litros de manipueira (NASU, 2010).

A composição química da manipueira sustenta a potencialidade do uso desse resíduo como fertilizante, devido à presença de potássio (K), nitrogênio (N), magnésio (Mg), fósforo (P), cálcio (Ca), enxofre (S), além de micronutrientes. Por outro lado, a presença de cianetos (444,0 mg L<sup>-1</sup>) é um ponto negativo relacionado ao reúso de manipueira como fertilizante agrícola e riscos ambientais (CEREDA, 2001).

A composição química da manipueira é variável e depende de fatores como: cultivar utilizada, manejo e condições edafoclimáticas do cultivo, tipo de processamento industrial da mandioca e existência de sistemas de tratamento do resíduo após o beneficiamento da mandioca (FIORETTO, 2001). Dados da literatura enfatizam as repostas contrastantes que foram obtidas por diversos autores no que se refere à composição química desse resíduo (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química da manipueira encontrados na literatura

Parâmetros	Barreto (2012)	Duarte (2012)	Melo (2010)	Marques (2009)	Saraiva (2007)	
					LD <sup>2</sup>	LA <sup>3</sup>
pH	5,83	4,08	-	4,73	4,85	6,34
CE <sup>1</sup> (dS m <sup>-1</sup> )	7,81	-	-	9,93	-	-
Potássio (mg L <sup>-1</sup> )	5.900,0	1.970,0	1.060,0	3.456,3	227,30	102,52
Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )	667,5	740,0	198	327,7	17,98	7,18
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	376,0	240,0	661	278,3	42,51	44,20
Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	1.532,3	360,0	408	617,2	55,37	35,60
Sódio (mg L <sup>-1</sup> )	126,0	460,0	-	22,1	-	-
Nitrogênio (mg L <sup>-1</sup> )	1.592,3	980,0	1.950,0	1.626,7	17,60	11,60
Zinco	-	2,60	17	4,89	0,37	0,22
Manganês	-	2,80	2,4	1,07	4,80	3,61
Cobre	-	20,0	1,3	0,64	0,39	0,22
Ferro	-	10,0	6,6	7,13	47,24	45,06

<sup>1</sup> Condutividade elétrica; <sup>2</sup> Lagoa de decantação; <sup>3</sup> Lagoa anaeróbia.

Barreto (2012) e Duarte et al. (2012), utilizaram manipueira “*in natura*” proveniente de uma casa de farinha localizada no município de Pombos, PE, como fonte de fertilizante para o cultivo da alface e do milho, respectivamente. Melo (2010), aplicou

manipueira advinda da fabricação de farinha feitas em casa de farinha situada no município de Itabaiana, SE, no solo cultivado com feijão e; Marques (2009) usou a manipueira gerada na casa de farinha da Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves, localizada no município de Tancredo Neves, BA, como fonte de nutrientes para a cultura do milho. Saraiva (2007), utilizou o resíduo produzido em indústria de fécula de mandioca, localizada no município de Toledo, no Paraná, para o cultivo do milho. Concordando com a sentença acima, observa-se que a composição química deste resíduo é bem diferente das demais, pois o processo industrial utilizado é diferente do utilizado nas casas de farinha e a indústria dispunha de um sistema de tratamento para tratar o efluente gerado. Nas fecularias, ao contrário das casas de farinha, a manipueira gerada é composta pela união da água de constituição das raízes (água intracelular), mais a água (limpa) usada na separação do amido da massa fibrosa (água de extração da fécula) ocorrendo assim uma diluição na composição (CARDOSO ET AL., 2009; MARQUES, 2009).

Como mencionado anteriormente, a manipueira é um resíduo líquido rico em açúcares, amidos, proteínas, linamarina, sais e outras substâncias. De todos os resíduos advindos do processamento da mandioca, a manipueira é o mais poluente e tóxico, pois possui elevada carga orgânica e a linamarina, que é um glicosídeo cianogênico, do qual provém o ácido cianídrico (HCN), os quais podem trazer sérios problemas ambientais, como: a redução do oxigênio dissolvido e eutrofização dos corpos d'água, morte da fauna aquática e dos animais que consomem a água com excesso de gás cianídrico e seu lançamento no solo prejudica o equilíbrio entre nutrientes, aumenta a salinidade e diminui o pH (WOSIACKI & CEREDA, 2002).

Na maioria das vezes a manipueira é descartada “in natura” nos cursos d'água acarretando problemas ambientais (MÉLO ET AL., 2005; MARQUES, 2009). Assim, o fato das indústrias de processamento da mandioca se concentrar numa certa região ou município potencializa a geração de resíduos, podendo causar impacto ambiental, visto que o efluente gerado é considerado altamente poluente. De acordo com Cardoso et al. (2009), os problemas provocados pelas agroindústrias produtoras de polvilho nas bacias hidrográficas são semelhantes aos causados pelo uso excessivo de fertilizantes agrícolas e; além de gerar odores desagradáveis decorrentes da formação de ácido sulfídrico produzido pelo crescimento de microrganismos anaeróbicos no meio aquático.

Os sistemas de tratamento de resíduos líquidos por digestão aeróbia e anaeróbia são podem ser empregados para o tratamento da manipueira, quando não esta não for reutilizada como fertilizantes agrícolas (WOSIACKI ET AL., 2001).

Campos et al. (2006), avaliando a eficiência na remoção da carga poluidora de um sistema de tratamento de águas residuárias geradas em fecularias por lagoas de estabilização, observaram que este tipo de tratamento promoveram redução nos valores da demanda química de oxigênio (DQO) e a demanda biológica de oxigênio (DBO), mostrando elevada conversão de matéria orgânica nos produtos finais. No entanto, mesmo que as lagoas de estabilização sejam, entre os demais tipos de sistemas de tratamento de resíduos, o de menor custo, pouco são adotadas pelas agroindústrias de beneficiamento de mandioca, pois demandam grandes área para sua construção.

Por este motivo, o tratamento da manipueira só é realizado em indústrias de beneficiamento de mandioca de grande porte, devido, principalmente, por ser mais factível de serem autuadas pelos órgãos ambientais competentes; sendo a situação rotineira mais encontrada, é que a manipueira gerada no processo de produção de farinha ou fécula em agroindústrias de pequeno porte são armazenadas em tanques e descartada sem tratamento prévio em rios, córregos ou solo, provocando os efeitos nocivos já comentados.

### **Alterações nos atributos químicos do solo decorrentes do uso de manipueira como fonte de adubação**

Segundo Lorenzi et al. (2002), a capacidade de se obter uma boa produção em solos de baixa fertilidade, talvez seja a principal característica da mandioca. Em solos com baixo teor de nutrientes, a planta da mandioca reduz seu tamanho, mantendo, todavia, a concentração desses nutrientes em nível ótimo, permitindo assim maior eficiência na utilização dos elementos nutritivos. Além disso, tolera bem solos ácidos, porque suporta altos níveis de saturação com alumínio, mas é muito susceptível à salinidade e;a faixa ideal de pH para o cultivo da mandioca situa-se entre 5 e 6 .

*A manipueira é um resíduo que possui, em sua composição química da alta concentração de potássio, de nitrogênio, de fósforo, de cálcio, de magnésio e de enxofre, além de ferro e outros micronutrientes que este resíduo apresenta (CARDOSO ET AL. 2009; MARINI & MARINHO, 2011).*

Alto teor de cátions, principalmente,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  propicia o aumento da CTC e do pH do solo. Altos valores de saturação por bases no solo estão diretamente relacionados com a elevação do pH do solo (FAGERIA, 2001).

O pH do solo é um dos fatores que mais influencia a disponibilidade de nutrientes às plantas; valores ótimos de pH variam entre 6,0 e 6,5, nesta faixa ocorre a disponibilidade máxima de macronutrientes, bem como limita-se a disponibilidade máxima dos micronutrientes e se reduz a acidez do solo que é uma das principais limitações da produção agrícola (MALAVOLTA et al., 2007).

Barreto (2012), estudando as alterações nos atributos químicos de dois solos submetidos à aplicação de doses crescentes de manipueira, observou um aumento significativo do pH, nos dois solos cultivados com milho, em função da aplicação de doses crescentes de manipueira. Mélo et al. (2005), estudando aplicação de doses de manipueira em três diferentes tipos de solo: Neossolo Quartzarênico órtico, Latossolo Amarelo distrófico e em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico observaram a elevação do pH do solo em resposta à incorporação e incubação com manipueira, verificando que as doses de manipueira aplicadas, que tomaram como referência o K, de forma a acrescentar 50, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> deste nutriente levaram, em geral, a incrementos na disponibilidade  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ .

Por outro lado, Silva et al. (2004) constataram a acidificação do solo decorrente da aplicação de diferentes doses (150 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 450 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 900 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) de efluente maturado de feccularia para o cultivo do sorgo, devido, segundo os autores, à diminuição do teor de carbono orgânico do solo e; Silva Júnior et al. (2012) constataram que a aplicação de manipueira não alterou o pH do solo, quando cultivaram banana.

A condutividade elétrica representa indiretamente o número total de cátions e de ânions presentes na solução do solo (LEE, 2010) e como a manipueira é um resíduo rico em cátions e ânions, como  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $PO_4^-$  e  $NO_3^-$ , acredita-se que a aplicação desta ao solo contribui para o aumento da CEes do solo.

Mélo et al.(2005), ao estudarem diferentes taxas de incorporação de manipueira no solo, verificaram que houve acréscimo significativo de CEes e relacionaram tal aumento ao alto teor de cátions mono e bivalentes contidos na manipueira, que foram aplicados em doses de uma, duas, quatro e seis vezes maior que a recomendada.) O aumento da CEes em decorrência da utilização de resíduos provenientes da industrialização da mandioca como fonte de adubação também foi relatada por Inoue et al. (2010), quando cultivaram milho em um Cambissolo Háplico Tb distrófico latossólico e registraram uma CEes de 0,8 dS m<sup>-1</sup> para a maior dose de resíduo aplicada. Barreto (2012), estudando as alterações nos atributos químicos de dois solos submetidos à aplicação de doses crescentes de manipueira, observou um aumento significativo da condutividade elétrica (CEes) nos dois solos, evidenciando que o teor de cátions presentes no resíduo, como K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Na<sup>+</sup>, contribuiu para o aumento da CEes do solo.

O potássio, nutriente extraído em maior quantidade pela mandioca, os solos em que é cultivada a mandioca, normalmente, apresentam teores baixos a médios deste nutriente e apresentam também baixa capacidade de renovar o potássio trocável do solo; assim, o esgotamento deste elemento é atingido rapidamente, sobretudo após dois a quatro cultivos consecutivos na mesma área (EMBRAPA, 2006).

Nesse contexto, a manipueira, por ser rica em potássio, quando aplicada em solos de baixa fertilidade pode possibilitar ao produtor obtenção de produtividades semelhantes àquelas alcançadas com adubação mineral, e em um número maior de cultivos sucessivos na mesma área.

Marques (2009), estudando as alterações nos atributos do solo e na qualidade do lixiviado sob aplicação de água residuária da mandioca, observou interações significativas para tratamento x profundidade apenas para os teores de K<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis, CTC e CTC<sub>e</sub>. Observou-se elevação dos teores de K<sup>+</sup> na camada de 0-20 cm no tratamento que recebeu manipueira. Este resultado ressalta que a aplicação da manipueira em função da recomendação potássica, promove a elevação da concentração do potássio próximo da zona de aproveitamento pelas raízes, visto que o processo predominante de transporte de absorção do K em milho é a difusão.

Inoue et al. (2010), avaliando o efeito da aplicação de diferentes doses e tipos de biofertilizantes produzidos a partir da manipueira sobre as características químicas do solo, concluiu que a incorporação do biofertilizante elevou os teores de potássio total e

potássio disponível no solo adubado com doses mais elevadas. Saraiva et al. (2007), em experimento de campo, constataram que os níveis de potássio no solo aumentaram ao utilizarem uma dose igual a  $632 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de manipueira proveniente de lagoas de decantação por período de 80 dias. Entretanto, Silva et al. (2004), ao analisarem o íon potássio, também, verificaram que houve diminuição do elemento no solo com o aumento de  $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para  $450 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de manipueira. De acordo com os referidos autores, a diminuição foi favorecida pela lixiviação causada pelas intensas precipitações no período experimental (549,9 mm) e retirada deste íon pelas plantas.

O fósforo é o macronutriente que possui menor mobilidade dentre os demais elementos do solo, sendo esta pouca mobilidade resultado da sua adsorção aos colóides do solo, principalmente, aqueles que têm em sua composição ferro, alumínio e cálcio. A adsorção e a disponibilidade deste nutriente às plantas, além do teor de cátions do solo estão correlacionadas com o teor de matéria orgânica, pH e grau de intemperização dos solos (TRINDADE et al., 2011).

Saraiva et al. (2007) constataram que o uso de manipueira tratada, como fonte de adubação para o milho, proporcionou um aumento da disponibilidade de fósforo no solo, exceto nos tratamentos em que se utilizou a manipueira diluída em água. Mélo et al. (2005), quando estudou as modificações decorrentes da aplicação de manipueira ocorridas em três solos típicos do estado de Minas Gerais, observaram um efeito positivo do fósforo disponível do solo em função da elevação das doses de resíduo, sendo que o teor de fósforo foi maior no solo arenoso do que no solo argiloso. Silva Júnior et al. (2012), quando utilizaram manipueira como fonte de fertilizantes na cultura da banana, não constaram aumento significativo no teor de fósforo disponível do solo. Por outro lado, Silva et al. (2004), cultivando sorgo adubado com efluente tratado proveniente de fecularia de mandioca, constataram diminuição do fósforo disponível no solo com o aumento das doses de manipueira.

A manipueira, além do potássio, apresenta uma concentração considerável de cálcio, de magnésio e de sódio em sua composição, verificando-se, geralmente, concentrações em ordem decrescente na seguinte sequência:  $\text{K} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{Ca}$ .

Mélo et al. (2005) e Cardoso et al. (2009) constataram um incremento de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Na}^+$  no solo em virtude do uso de manipueira em substituição à adubação mineral. Respostas semelhantes também foram obtidas por Pinho (2007) em experimento no qual

testarou diferentes tipos de efluentes advindos da agroindústria, entre eles, a casca de mandioca, como fonte de adubação para a cultura do maracujá-amarelo (*Passiflora* sp).

Quanto aos teores de cálcio no solo, Saraiva et al. (2007) afirmam que apenas o uso da manipueira como fonte de adubação para a cultura do milho não foi suficiente para elevar significativamente os teores do elemento no solo. Silva Júnior et al. (2012) testaram a manipueira como fonte de fertilizantes na cultura da banana e concluíram que o uso do resíduo propiciou um aumento significativo nos teores de  $K^+$  solúvel do solo, porém não constataram efeitos significativos nos teores de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Na^+$  solúveis do solo.

### **Efeito do uso de manipueira como fertilizante sobre o desenvolvimento das plantas**

Apesar de apresentar, em sua composição química, elevada carga orgânica (DBO e DQO) e glicosídeos cianogênicos tóxicos, a manipueira apresenta a alta concentração de potássio, de nitrogênio, de fósforo, de cálcio, de magnésio e de enxofre, além de ferro e outros micronutrientes, o que faz com que a reutilização deste resíduo como fonte de fertilizante para as culturas agrícolas seja uma alternativa promissora (CARDOSO et al., 2009).

Salvador et al. (2012), utilizando efluente de fecularia diluído como fonte de fertilizante para a produção de mudas de eucalipto, verificaram que o crescimento das plantas foi influenciado positivamente com o aumento das doses do efluente de fecularia. Silva Junior et al. (2012), avaliaram que as doses crescentes de manipueira não tiveram efeito significativo sobre o número de folhas, altura de planta, diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo, diâmetro e comprimento médio do fruto da 2ª penca, diâmetro e comprimento médio do fruto da penúltima penca.

Araújo et al. (2012), utilizando diferentes dosagens de manipueira nas concentrações de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% influenciaram de forma significativa as variáveis: altura da planta, altura de inserção da 1ª espiga, comprimento do caule, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar, referentes à cultura do milho, híbrido BR 205, aos 90 dias após o plantio. A manipueira mostrou-se eficaz na adubação, via foliar, na cultura

do milho, as variáveis analisadas apresentaram valores superiores à testemunha absoluta. Quando se aplicou 75% de manipueira, obteve-se o máximo crescimento do caule, altura da planta, altura de inserção da 1ª espiga e maior número de folhas; o maior diâmetro do caule foi obtido aplicando-se 50% de manipueira, a maior área foliar foi obtida quando se utilizou 25% de manipueira e a aplicação de manipueira via foliar só é recomendável até a dosagem de 50%, pois, acima desta dosagem, causam injúrias severas nas folhas do milho.

Duarte et al (2012), estudando o efeito ocasionado pelo uso de diferentes doses de manipueira nas características agrônômicas da alface em substituição à adubação mineral, que este resíduo, serviu como fonte de adubação para a cultura da alface, sendo necessária a utilização de doses adequadas para evitar o efeito deletério de alguns nutrientes, sobretudo do potássio, íon encontrado em maior concentração neste resíduo. Em geral, a dose de 45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> foi a que propiciou maior ganho de altura de planta, área foliar e, em consequência, maior produção de matéria fresca e seca da parte aérea. A partir desta dose, constatou-se declínio nos valores das características agrônômicas da cultura cultivada.

Trabalhando com incorporação de manipueira tratada no solo, Ribas et al. (2010) afirmaram que as características agrônômicas 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 que o milho cultivado em solo adubado com fertilizante mineral, sendo o aumento creditado ao poder fertilizante da manipueira, principalmente aos elementos potássio e nitrogênio.

Avaliando a resposta da alface cultivar Verônica à aplicação de doses de manipueira, Santos et al. (2010) verificaram que a manipueira serviu como fonte de adubação e propiciou incremento do número de folhas, do índice de área foliar e, conseqüentemente, da produção de matéria fresca e seca da parte aérea e raízes das plantas. Resposta semelhante foi encontrada por Saraiva et al. (2007) quando analisaram o desenvolvimento vegetativo do milho biofertilizado com manipueira tratada, e constataram que o uso de tal efluente ocasionou maior altura de plantas e aumento de macronutrientes no tecido foliar, nas raízes das plantas e no solo.

## Conclusões

Com base no levantamento bibliográfico realizado, a manipueira se constitui uma alternativa à adubação mineral para diversas culturas devido ao aporte de nutrientes que possui, sendo que a utilização deste resíduo pode evitar a poluição ambiental gerada pelo seu descarte indiscriminado e os custos com aquisição de fertilizantes minerais. Para tanto, se faz necessário a utilização de doses adequadas, a fim de se evitar desequilíbrio entre os nutrientes no solo, bem como o efeito nocivo de alguns elementos contido nesse resíduo às plantas.

## Literatura Citada

ALVES, A. A. C.; SILVA, A. F. **Cultivo da mandioca para a região semiárida. In: Embrapa Mandioca e fruticultura**, 2003. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_semiarido/](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/)>. Acesso: 5 Junho 2013.

ARAÚJO, N. C.; FERREIRA, T. C.; OLIVEIRA, S. J. C.; GONÇALVES, C. P. avaliação do uso de efluente de casas de farinha como fertilizante foliar na cultura do milho (*Zea mays* l.). **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, V.20 N.4, p. 340-349. 2012.

BARRETO, M. T. L. **Efeito da manipueira na biomassa e nutrientes do milho (*Zea mays* l.) híbrido para forragem e alterações nos atributos químicos do solo**. 2012. 43p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife –PE. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mandioca / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Executiva. – Brasília : Mapa/ACS, 2011. 43 p. (Agenda Estratégica 2010 – 2015)

CAMILLI, E. C. **Tratamento da manipueira por processo de flotação sem o uso de agentes químicos**. 2007. 91p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

CAMPOS, A. T.; DAGA, J.; RODRIGUES, E. E.; FRANZENER, G.; SUGUY, M. M.; SYPERRECK, V. I. G. Tratamento de águas residuárias de fecularia por meio de lagoas de estabilização. **Engenharia Agrícola**, v.26, p.235-242, 2006.

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

CEREDA, M. P. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. 1.ed. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. 320p

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. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306p.

FAGERIA, N. K. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, p.1269-1290, 2001.

FIORETTO, R. A., Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: CEREDA, M. P (coord): **Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca**. v. 4. São Paulo: **Fundação CARGILL**, 2001. p. 67-79.

FIORETTO, R.A., SANTOS, J. R., BICUDO, S. J. Manipueira na fertirrigação: efeito sobre a produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas (BA), v.16, n.2, p.149-156, dez.1997.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT database, 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 5 Junho 2013.

HORSFALL JÚNIOR, M.; ABIA, A. A. Sorption of cadmium (II) and zinc (II) ions from aqueous solutions by cassava waste biomass (*Manihot sculenta*, Crantz). **Water Resource**, v.37, p.4913-4923, 2003

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da produção de mandioca: estimativa para o ano de 2011. [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr\\_201012.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201012.pdf)

INOUE K. R. A. **Produção de Biogás, caracterização e aproveitamento agrícola do biofertilizante obtido na digestão da manipueira**. 2008. 76 p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Viçosa. Viçosa – MG. 2008.

INOUE, K. R. A.; SOUZA, C. F.; MATOS, A. T.; SANTOS, N. T.; ALVES, E. E. N. Características do solo submetido a tratamentos com biofertilizantes obtidos na digestão da manipueira. **Tecnologia e ciência agropecuária**. João Pessoa, v.4, n.2, p.47-52, jun. 2010.

LEE, J. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. **Scientia Horticulturae**, v.124, p.299-305, 2010.

LORENZI, J. O. Mandioca. Campinas, CAT, 2003. 116p (Boletim Técnico)

LORENZI, J. O.; OTSUBO, A. A.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L. **Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul**. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S. (Eds.). Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/UNIDERP, 2002. p. 77-108.

MAGALHÃES, C. P.; XAVIER-FILHO, J.; CAMPOS, F. A. P. Biochemical basis of the toxicity of manipueira (liquid extract of cassava roots) to nematodes and insects. **Phytochemical Analysis**, v.11, p.57-60, 2000.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M.F. **Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas**. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba: Internacional Plant Nutrition Institute, 2007. 722 p.

MARQUES, M. C. **Atributos do solo, qualidade do lixiviado e crescimento de plantas de milho sob aplicação de água residuária da mandioca**. 2009. 92 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE, 2009.

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. **Revista Irriga**, v.10, p.383-392, 2005.

MELO, V. S. **Eficiência da manipueira como quelatizante de zinco e seu efeito na nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*)**, 2010. 54p. Dissertação - Universidade Federal de Sergipe, Aracajú – SE. 2010.

MARINI, F. S.; MARINHO, C. S. Adubação complementar para a mexeriqueira ‘Rio’ em sistema de cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 562-568, 2011.

NASU, E. G. C.; PIRES, E.; FERMENTINI, H. N.; FURLANETTO, C. Efeito de manipueira sobre *Meloidogyne incognita* em ensaios in vitro e em tomateiros em casa de vegetação. **Tropical Plants Pathology**, v.35, p.32-36, 2010.

PINHO, M. M. C. A. de. **Características químicas de solos adubados com manipueira**. 2007. 56p. Dissertação Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE. 2007.

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.

SARAIVA, F. Z.; SAMPAIO, S. C.; SILVESTRE, M. G.; QUEIRO, M. M. F. de; NOBREGA, L. H. P.; GOMES, B. M. Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campinas - SP,11:30-36, 2007.

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

SILVA, F.F.; FREITAS, P.S.L.; BERTONHA, A.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A.; DALLACORT, R. Impacto da aplicação de efluente maturado de fecularia de mandioca em solo e na cultura do sorgo. **Acta Scientiarum: Agronomy**. v.26, , p.421-427, 2004.

SILVA JUNIOR, J. J.; COELHO, E. F.; SANT'ANA, A. V.; SANTANA JUNIOR, E. B.; PAMPONET, A. J. M. Uso da manipueira na bananeira 'terra maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 353 - 363, julho - setembro, 2012.

TRINDADE, R. S.; ARAÚJO A. P.; TEIXEIRA, M. G. Leaf area of common bean genotypes during early pod filling as related to plant adaptation to limited phosphorus supply. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.115-124, 2010.

WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. Valorização de resíduos de processamento da mandioca. **Publicatio UEPG**, v.8, p.27-43, 2002.

WOSIACKI, G.; FIORETTO, A. M. C.; ALMEIDA, M. M.; CEREDA, M. P. Utilização da manipueira para produção de biomassa. In: CEREDA, M. P (coord): Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca. V. 4. São Paulo: **Fundação CARGILL**, 2001. p. 117 – 185

Recebido em 2/4/2013. Aceito em 25/5/2013.

**Contatos:**

Adriana Guedes Magalhães<sup>1</sup>; Mario Monteiro Rolim<sup>2</sup>; Anamaria de Sousa Duarte<sup>3</sup>;  
Uilka Elisa Tavares<sup>4</sup>; Liliane da Cruz Pinheiro<sup>5</sup>; Diego Arruda Huggins de Sá Leitão<sup>6</sup>



<sup>1</sup> Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. E-mail: [agmguedes@gmail.com](mailto:agmguedes@gmail.com). Av. Saldanha Marinho, nº 301- Ipsep, Recife / PE. CEP: 51190-660. Celular: (81) 9786-4084.

<sup>2</sup> Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

<sup>3</sup> Doutora em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

<sup>4</sup>. Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

<sup>5</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

<sup>6</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.