

RAFAEL FERNANDES DE ABREU E LIMA FERREIRA

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE MANIPUEIRA NOS ATRIBUTOS DE UM
SOLO E NA PRODUÇÃO DE ALFACE *Lactuca sativa* L.**

**RECIFE
PERNAMBUCO
2012**

RAFAEL FERNANDES DE ABREU E LIMA FERREIRA

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE MANIPUEIRA NOS ATRIBUTOS DE UM
SOLO E NA PRODUÇÃO DE ALFACE *Lactuca sativa* L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFRPE, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Engenharia de Água e Solo.

Orientador: DSc. Mário Monteiro Rolim

**RECIFE
PERNAMBUCO
2012**

Ficha Catalográfica

F383e Ferreira, Rafael Fernandes de Abreu e Lima
Efeitos da aplicação de manipueira nos atributos de um
solo e na produção de alface *Lactuca sativa* L. / Rafael
Fernandes de Abreu e Lima Ferreira. -- Recife, 2012.
34 f. : il.

Orientador (a): Mário Monteiro Rolim.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de
Tecnologia Rural, Recife, 2012.
Referência.

1. Resíduos - Aproveitamento 2. *Manihot esculenta*
Manipueira 3. Aplicação de resíduos 4. Nutrição de plantas
5. Fertirrigação I. Rolim, Mário Monteiro, Orientador
II. Título

CDD 630

RAFAEL FERNANDES DE ABREU E LIMA FERREIRA

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE MANIPUEIRA NOS ATRIBUTOS DE UM
SOLO E NA PRODUÇÃO DE ALFACE *Lactuca sativa* L.**

Dissertação defendida em 13 de março de 2012 e aprovada pela banca examinadora:

Presidente da banca examinadora:

Mário Monteiro Rolim, Prof^o DSc.

DTR/UFRPE

Examinadores:

Hans Raj Gheyi, Prof^o DSc.

NEAS/UFRB

Ênio Farias de França e Silva, Prof^o DSc.

DTR/UFRPE

Anamaria de Sousa Duarte, DSc.

Bolsista PNPd/UFRPE

A **DEUS** pela presença constante na minha vida demonstrada com tantas bênçãos e livramentos obtidos sem que precisasse pedir mas sim pelo amor a um filho que à casa torna, por iluminar minha escolha profissional e por me fazer um vaso quebrado que me moldas para ser seu fiel adorador e por fortalecer nas horas mais difíceis e de desânimo às adversidades e batalhas da vida.

A TI SENHOR JESUS, COM FÉ,

OFEREÇO

Lâmpada para os meus pés é a tua palavra, e luz para o meu caminho
Salmos 119:105

Pelo que, se alguém está em Cristo, nova criatura é; as coisas velhas já passaram; eis que tudo se fez novo. II Coríntios 5:17

Respondeu-lhe Jesus: Eu sou o caminho, e a verdade, e a vida; ninguém vem ao Pai, senão por mim. João 14:6

Posso todas as coisas naquele que me fortalece
Filipenses 4:13

O Senhor é o meu pastor; nada me faltará
Salmos 23:1

Os teus olhos viram a minha substância ainda informe, e no teu livro foram escritos os dias, sim, todos os dias que foram ordenados para mim, quando ainda não havia nem um deles. Salmos 139: 16

Sabei que o Senhor é Deus! Foi ele quem nos fez, e somos dele; somos o seu povo e ovelhas do seu pasto. Salmos 100:3

À minha família.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE pela utilização das instalações e recursos materiais para condução dos trabalhos de pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, pela oportunidade em cursar o mestrado e apoio financeiro ao experimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, viabilizada pelo REUNI, coordenado pelo Profº Engº Agrº DSc. Fernando José Freire.

Ao Profº Engº Civil DSc. Mário Monteiro Rolim pela confiança depositada para que pudesse desenvolver-me no curso e na pesquisa e assim obter meu objetivo profissional, por sua orientação e pelo conhecimento científico e pessoal transmitido.

À Engª Civil DSc. Anamaria de Sousa Duarte pelas sugestões e revisões, apoio na concepção do experimento, na condução e finalização deste trabalho.

Ao Engº Agrº José Fernando Wanderley Fernandes Lima e servidor da UFRPE pela orientação e suporte em todas as atividades da minha formação profissional e ensinamentos de vida e pessoal, além da grande amizade constituída e solidificada e pela força e apoio com os meus objetivos.

Ao Engº Agrº DSc. Flávio A. Marques pela orientação em análises e interpretações de dados de solos e incentivo à pesquisa desde o início da graduação até o término desta etapa.

Ao Engº Agrº DSc Lindomário Barros pelo incentivo na área profissional e acadêmica.

Ao professor Engº Agrº PhD. Mateus Rosas Ribeiro pela orientação como seu aluno de iniciação científica durante o curso de Graduação de Engª Agrônômica pela UFRPE e que por esta iniciação obtive o desejo em cursar a pós-graduação.

Ao Engº Agrº MSc. Antônio Novaes pelo incentivo à pesquisa e apoio sempre que necessário com incentivos ao estudo e compartilhamento de informações acadêmicas.

Aos servidores Sidrack Camilo e Josué Camilo e ex-servidores Enéas Luciano e Anacleto França, da Área de Solos - DEPA, pelo apoio nos momentos de realização de

análises em solos quando estagiário e facilitação de atividades na minha graduação que serviram de base científica aos trabalhos realizados.

À técnica agrícola e bolsista da UFRPE e graduanda da UFPE, Karina Marques, pelo incentivo e apoio na realização das análises laboratoriais.

Ao Laboratório de Fertilidade do Solo pela utilização de instrumentos e aparelhos.

À Sociedade Nordestina de Ecologia (SNE) e ao Serviço de Tecnologia Alternativa (SERTA) pela disponibilidade em fornecer a manipueira.

Ao colega Eng^o Agric^a MSc. Gledson L. P. de Almeida pela disponibilização do solo da sua propriedade rural.

Aos colegas de entrada na turma 2010.1 no PPGA; Celestino, Nadielan, Max, Moacir, Sinval, Hugo, Nicolas, Wellington, Robertson e Igor pela ajuda, estudo, amizade e companheirismo nos momentos dedicados às disciplinas e convivência.

Aos colegas das entradas anteriores Adriana, Alexandre, Thaís Fernanda, Marcela, Uilka, Taciana, Samuel, Sonivagno, Irenilson, Eduardo, Matheus, Waldirene, José Carvalho e José Graciliano, pelos bons momentos compartilhados, seja nas disciplinas compartilhadas ou na amizade constituída.

Aos professores da pós-graduação, em especial aos docentes DSc. João Audifax C. Albuquerque Filho, DSc. Marcus Metri Correa, Dr. Abelardo A. de A. Montenegro, DSc.. Ênio F. de França e Silva, DSc. Elvira M. R. Pedrosa, DSc Cristiane Guiselini e à DSc. Ceres D. G. C. de Almeida, pela contribuição ao meu crescimento pessoal e profissional ao longo das disciplinas e aos demais professores que compõem o programa de pós-graduação.

À minha família em destaque pais Adriana e Carlos André, a avó Vilma, e a bisavó Josefa, ao avô Luiz Carlos e ao irmão Bruno pela confiança, amor incondicional, compreensão, preocupações, orações e apoio à decisão de cursar a graduação em Agronomia e a pós-graduação e que nunca mediram esforços para me oferecer o melhor caminho profissional e pessoal na vida.

Aos engenheiros agrônomos, colegas de graduação e amigos que sempre estiveram ao meu lado e à disposição de me encorajar, auxiliar e aconselhar na longa etapa de graduação e mais recentemente, Álvaro Rodrigues, Hercylio Félix e Roberta Leme.

A todas as pessoas que participaram diretamente ou indiretamente para a conclusão desta etapa profissional e pessoal, devido o modo de não haver condições de expressar a importância individual destas ao longo destes oito anos na UFRPE e na minha vida, deixo aqui a minha lembrança e mais profunda eterna gratidão.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	i
RESUMO GERAL	ii
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	3
BIBLIOGRAFIA	7
CAPÍTULO II - Uso de diferentes doses de manípueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral	11
Resumo	11
Abstract.....	11
INTRODUÇÃO.....	12
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÕES	20
AGRADECIMENTOS	21
LITERATURA CITADA.....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área foliar da alface em função das doses de manipueira	14
Figura 2. Altura de planta (A) e número de folhas (B) da alface em função das doses de manipueira	15
Figura 3. Massa fresca das folhas (A) e massa seca das folhas (B) da alface em função das doses de manipueira	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado	12
Tabela 2. Características físicas e químicas da manipueira	13

RESUMO GERAL

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) trata-se de uma importante atividade econômica nacional e mundial. Do seu beneficiamento industrial são obtidos diversos subprodutos, entre estes a fécula e a farinha de mesa, o que gera um efluente residual do processamento industrial da mandioca, a manipueira. Este efluente apresenta alta carga orgânica e elevada concentração de nutrientes, dessa forma, se aplicada em altas doses no solo, pode contaminar o lençol freático trazendo sérios danos ao ambiente. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar alterações das características físicas e químicas de um solo biofertilizado com manipueira e as características fenológicas da alface cultivada. O experimento foi conduzido em ambiente protegido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos compostos das seguintes doses: 0, 5, 15, 25, 45, 65 m³ ha⁻¹ e quatro repetições. Utilizou-se a cultivar de alface Regina 2000, dispondo-se uma planta por vaso de 4 L. Para cumprir o objetivo proposto, foram determinados, em função das doses aplicadas, os seguintes parâmetros: grau de floculação, argila dispersa em água, condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, pH e teores de P, Na, K, Ca e Mg do solo e; área foliar, altura de planta, número de folhas, matéria fresca e matéria seca da alface. Ao final do experimento constatou-se que a dose de 45 m³ ha⁻¹ foi a que propiciou maior ganho de altura de planta, área foliar e, conseqüentemente, também maior produção de matéria fresca e seca. Além disso, de modo geral, observou-se que a incorporação de manipueira no solo provocou um aumento significativo em todas as variáveis aqui estudadas, principalmente, o pH e os cátions e ânions do solo; entretanto não foi constatado riscos de salinação ou sodificação do solo. Assim sendo, o uso da manipueira serviu como fonte de adubação para a cultura da alface, dependendo da dose aplicada.

Palavras-chave: aplicação de resíduos, fertirrigação, nutrição de plantas

ABSTRACT

The cassava (*Manihot esculenta* Crantz) crop is an important economic activity nationally and globally. Industrial processing of its various products are obtained, between the starch and flour table, which generates a residual effluent of industrial processing of cassava, the called cassava wastewater. This effluent has high organic load and high concentration of nutrients, so if applied at high doses in the soil can contaminate ground water bringing serious damage to the environment. The objective of this study was to evaluate changes in physical and chemical characteristics of soil treated with cassava wastewater and the phenological characteristics of lettuce. The experiment was conducted in a greenhouse in a completely randomized design with six treatments composed of the following doses: 0, 5, 15, 25, 45, 65 m³ ha⁻¹ and four replicates. We used the lettuce cultivar Regina 2000, offering one plant per pot of 4 L. To achieve the proposed objective, were determined as a function of the applied doses, the following parameters: flocculation, water dispersible clay, electrical conductivity of saturation extract of soil, pH and concentration of P, Na, K, Ca and Mg and soil, leaf area, plant height, leaf number, fresh and dry lettuce. At the end of the experiment it was found that the dose of 45 m³ ha⁻¹ was the one that provided the largest gain in plant height, leaf area and, consequently, also increased production of fresh and dry. Moreover, in general, it was observed that the incorporation of manipueira soil caused a significant increase in all studied variables, primarily the pH and the cations and anions of the soil, however was not observed risk of salinization or the sodification soil. Thus, the use of cassava wastewater served as the source of fertilizers for the cultivation of lettuce, depending on the applied dose.

Key words: Application of wastewater, fertigation, plant nutrition

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um alimento básico de 500 milhões de pessoas em todo o mundo, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial com 15,1% (FAO 1997; Fukuda, 1999).

Segundo (IBGE, 2011), a previsão para o ano de 2011 é de um aumento em 3,9% de área colhida em relação ao ano de 2010, enquanto que a produção nacional é estimada em cerca de 27 milhões de toneladas, um aumento de 9,1% em relação à safra de 2010. A contribuição de cada uma das regiões brasileiras na produção segue a seguinte ordem decrescente: Nordeste (33,5%), Norte (29,3%), Sul (22,5%), Sudeste (9,2%) e Centro-Oeste (5,5%). Os estados brasileiros que mais produzem mandioca são Pará, Paraná e Bahia, sendo que Pernambuco ocupa a décima posição em produção de mandioca, com 655.919 toneladas da raiz (IBGE, 2009).

O cultivo da mandioca emprega cerca de dois milhões de pessoas ao redor da cadeia produtiva, sendo a agricultura familiar responsável por 84% da produção nacional (MDA, 2000).

A mandioca é uma planta de origem da América do Sul, sendo o Brasil considerado seu centro de origem e é cultivada desde a Antiguidade pelos povos nativos desse continente. As condições favoráveis para seu desenvolvimento em todos os climas tropicais e subtropicais são: temperatura média anual de 20°C a 27°C, precipitação pluvial anual de 1.000 mm a 1.500 mm, com boa distribuição durante 6 a 8 meses do ciclo vegetativo, sendo intolerantes às altitudes elevadas em decorrência das baixas temperaturas noturnas, nas estações mais frias do ano.

O tipo de solo indicado para a cultura da mandioca deve apresentar textura de franco-arenosa a argilo-arenosa, possibilitando fácil crescimento das raízes, boa drenagem e facilidade de colheita.

A cultura da mandioca apresenta ampla variabilidade genética e já foram catalogadas no Brasil, mais de 4 mil variedades, mantidas em coleções e bancos de germoplasma de várias instituições de pesquisa. Dessa forma, a mandioca pertence à ordem Malpighiales, família Euphorbiaceae, gênero *Manihot* e espécie *Manihot esculenta* Crantz.

As variedades destinadas à indústria de amido devem apresentar altos teores de amido nas raízes, polpa branca, córtex e película clara, ausência de cintas nas raízes,

destaque fácil da película, raízes grossas e bem conformadas, enquanto que as variedades destinadas para a alimentação animal devem apresentar alto rendimento de raízes e da parte aérea, boa retenção foliar, alto teor de proteína nas folhas e teor mínimo de ácido cianídrico, tanto nas folhas como nas raízes. As principais variedades de mandioca recomendadas para a Região Nordeste são: Formosa, Mani Branca, Arari, Amansa Burro, Crioula, Rosa, BRS Mulatinha, BRS Dourada, BRS Gema de Ovo e BRS Guaíra (EMBRAPA, 2012).

Quando cultivada, a mandioca absorve grandes quantidades de nutrientes do solo, sendo necessários 123 kg de nitrogênio, 27 kg de fósforo, 146 kg de potássio, 46 kg de cálcio e 20 kg de magnésio para uma produção de uma tonelada de raízes mais parte aérea (Caires & Cardoso, 2003).

A qualidade e quantidade dos resíduos gerados do seu beneficiamento variam de acordo com a cultivar, idade da planta, tempo após a colheita, tipo e regulagem do equipamento industrial, entre outros. Entre os principais resíduos sólidos do processamento da mandioca estão casca (marrom), entrecasca (rosa), descarte, crueira, fibra, bagaço e varredura (Cereda, 1994).

A mandioca é rica em materiais hidrolisáveis de glicosídeos, sendo conhecido como cianogênese. A cianogênese é ativada pela ação de enzimas conhecidas como β -glicosidases, com destaque para a linamarase, que realiza a hidrólise da linamarina presente em todas as partes da planta, principalmente, na raiz (Pantaroto & Cereda, 2001). Sendo muito solúvel em água, origina, inicialmente, os radicais livres de cianeto (CN⁻) e, posteriormente, o ácido cianídrico (HCN). Este ácido é extremamente venenoso, afetando o sistema respiratório da grande maioria dos animais e humano (Fioretto, 1987).

A manipueira, que em tupi-guarani significa dizer “o que brota da mandioca”, constitui a água residual da fabricação de fécula fermentada, água de lavagem de raízes e/ou água residual da prensagem da massa ralada na fabricação de farinha. Este resíduo resulta da combinação da mistura da água captada pela indústria com o líquido de constituição da raiz de mandioca (Cereda, 2000). A manipueira gerada deve ser tratada antes da sua liberação em fontes de água natural devido ao seu grande poder poluidor (Amaral et al., 2007).

Os efluentes líquidos resultantes do processamento da mandioca para a fabricação de farinha e fécula podem vir a escoar das instalações ou tanques de decantação/estabilização e trazer sérios problemas de poluição em cursos d'água e

percolar no lençol freático subterrâneo. Dessa forma, as indústrias de amido são consideradas uma potencial fonte poluidora causadora de danos ao meio ambiente por gerar efluente com alta carga orgânica ou carga de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) ou ainda carga poluidora, de maneira que uma feclaria que utilize uma tonelada de raízes de mandioca dia^{-1} equivale à poluição ocasionada por 200 a 300 habitantes dia^{-1} , enquanto que nas farinheiras, cada tonelada de raiz processada, corresponde a um equivalente populacional de 150-250 habitantes (Fioretto, 2001).

Devido não só a elevada carga de DBO, mas também ao ácido cianídrico, a manipueira apresenta dupla ação poluidora, pois o íon cianeto está associado a um açúcar como parte de um composto cianogênico, solúvel em água, denominado de linamarina. O ácido cianídrico livre não existe nas raízes antes de colhida, mas forma-se por ação de hidrólise enzimática sobre essa matéria nitrogenada (Fioretto, 2001). Em manipueira de feclarias já foram encontrados teores de CN de 27 a 42 mg L^{-1} (Ponte, 2001). O limite de toxidez por cianeto em cursos d'água para peixes tem sido tomado como 0,025 mg L^{-1} e em água para consumo humano são de 0,01 mg L^{-1} , expressos em CN (Fioretto, 2001).

Cultivares com teor de ácido cianídrico inferior a 50 mg de HCN kg^{-1} são consideradas mansas, sendo que aquelas com teores acima de 50 e abaixo de 100 mg de HCN kg^{-1} são tidas como moderadas. As cultivares bravas apresentam teores acima de 100 mg de HCN kg^{-1} (Carvalho, 1992).

As pesquisas realizadas com o uso da manipueira tem sugerido seu reaproveitamento como herbicida (Fioretto, 1985) fungicida (Freire, 2001), inseticida (Magalhães et al., 2000), nematicida (Nasu et al., 2010), adubo foliar (Ponte, 1999), bio-etanol (Camacho, 2009), biogás (Barana, 2000), alimentação animal (Cardoso; Gameiro, 2006) e fertilizante (Fioretto, 1987). Por fim, pode ainda ser utilizado na fabricação de tijolos e sabão (SEBRAE, 2008).

Alves & Vedovoto (2003) analisando o destino dos resíduos de 68 indústrias de amido, verificaram que 93% delas acumulavam a manipueira em lagoas de estabilização, realizando ou não algum tipo de tratamento do efluente. Apenas 6% destas feclarias reutilizavam este efluente na lavoura, como fertirrigação, enquanto que 1% delas lançavam o líquido diretamente nos cursos d'água.

Segundo Ferreira et al., (2001) cada metro cúbico de manipueira corresponde a 7,6 kg de uréia, 3,5 kg de superfosfato triplo, 6,2 kg de cloreto de potássio, 0,5 kg de carbonato de cálcio e 6,3 kg de sulfato de magnésio.

Alguns desses resíduos agroindustriais tais como de fecularias e cascas de farinha, apesar do seu alto potencial poluente, podem ser utilizados como fertilizantes, pois apresentam grandes quantidades de nutrientes para os vegetais (Melo, 2004).

Fioretto (1994) estudou os efeitos de cinco doses de manipueira (0, 80, 120, 160 e 200 m³ ha⁻¹) na fertilidade do solo, além do seu efeito herbicida em plantas invasoras. Como resultado obteve: um aumento no teor de matéria orgânica e elevação da disponibilidade de fósforo e potássio no solo quando aplicadas 80 e 160 m³ ha⁻¹ de manipueira, com uma redução entre 40 e 80% das plantas invasoras testadas. Foi observado ainda que os tratamentos que receberam manipueira produziram menos que a testemunha.

Segundo Abreu Júnior et al. (2005) há muitos anos os resíduos das atividades humanas vêm sendo utilizados na agricultura em solos com teores de matéria orgânica baixos, pouco férteis, sob práticas culturais inapropriadas e o alto custo de fertilizantes. O uso racional de resíduos orgânicos na agricultura poderá contribuir significativamente para incrementos de produtividade e de qualidade agrícola, com melhor relação custo/benefício, amparado por legislação ou normas que atenda à segurança ambiental. Além destas o aproveitamento promove redução da poluição ambiental e dos custos de produção, além de promover melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo (Souza, 2010).

Devido à grande quantidade de resíduos gerados diariamente nas unidades industriais, optou-se pela prática da fertirrigação dos campos de produção de mandioca com manipueira para uma busca de uma solução sustentável para o problema como demonstrado por (Fioretto, 1985).

Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de manipueira nos atributos físicos e químicos de um solo cultivado e nas características agronômicas da cultura da alface.

BIBLIOGRAFIA

- Abreu Júnior, C. H.; Boaretto, A. E.; Muraoka, T.; Kiehl, J. C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. In: Evolução, histórica e futura. Tópicos em Ciência do Solo. Vol. IV Sociedade Brasileira da Ciência do Solo. Viçosa - MG, 2005, p.391-470.
- Amaral, L. do; Jaigobind, A.G.A; Jaisingh, S. Dossiê Técnico. Processamento da mandioca. Instituto de Tecnologia do Paraná. Disponibilizado pelo Serviço Brasileiro de Resposta Técnica – SBRT,. Disponível em: sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NjY=2007.
- Barana, A. C. Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores fase acidogênica e metanogênica. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu – SP, 200, 95 f. Tese Doutorado.
- Caires, P. L. & Cardoso, E.M.R. Cultivo da mandioca para o Estado do Pará. Cruz das Almas, 2003. EMBRAPA-CNPMPF, Sistemas de Produção. http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/index.htm Acesso em: Jan 2012.
- Camacho, I. A. O. Caracterização dos resíduos do processamento de mandioca para Produção de bio-etanol XIII Congresso Brasileiro de Mandioca Botucatu – SP p.846. 2009.
- Carvalho, F.C. Disponibilidade de resíduos agroindustriais e do beneficiamento de produtos agrícolas. Informações Econômicas. p. 20, 1992.
- Cardoso, C. E. L.; Gameiro, A. H. Caracterização da cadeia industrial. In: Souza, L. S.; Farias, A. R.; Mattos, P. L. P.; Fukuda, W. M. G. (Ed.). Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca. Cruz das Almas - BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006, cap. 1, p. 19-40.
- Cereda, M. P. Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. Ed. Paulicéia, São Paulo - SP, 1994, 174 p.
- Cereda, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas - Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. v 4. Fundação Cargill. São Paulo - SP, 2000.

- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Mandioca e Fruticultura
Seção de perguntas e respostas Acesso em: Jan-2012 Disponível em:
http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-mandioca.php
- Ferreira, W de A.; Botelho, S. M.; Cardoso, E. M. R.; Poltronieri, M. C. Manipueira:
um adubo orgânico em potencial. EMBRAPA (Embrapa Amazônia Oriental.
Documentos, 107), Belém - PA, 2001, 21p.
- Fioretto, R. A., Efeito da manipueira aplicada em solo cultivado com mandioca
(*Manihot esculenta*, Crantz). - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade
Estadual Paulista, Botucatu - SP, 1985, 112p Dissertação Mestrado
- Fioretto, R. A. Manipueira na fertirrigação: efeito sobre a germinação e a produção de
algodão (*Gossypium hirsutum*, L.) e milho (*Zea mays*, L.). Semina, v.8, p.17-20, 1987.
- Fioretto, R. A., Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: Cereda, M. P.
Industrialização da mandioca no Brasil. Paulicéia - SP, p. 51-80 1994.
- Fioretto, R. A. Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: Cereda, M. P.(Coord.)
Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.São Paulo:
Fundação Cargill, Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, v.4,
2001, 320p.
- Ferreira W. A., Botelho S.M., Cardoso E.M.R, Poltronieri M.C. Manipueira: um adubo
orgânico em potencial. Belém PA Embrapa Amazônia Oriental. Documento, 107,
2001.
- Freire, F .das C. O. Uso da manipueira no controle do oídio da cerigueleira: resultados
preliminares. Fortaleza - CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 3p., (Comunicado
Técnico, 70), 2001.
- Fukuda, W.M.F.; Fukuda, C.; Dias, M.C.; Xavier, J.J.B.N.; Fialho, J. de F. Coleção de
Cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Livro Recursos Genéticos e
Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. (on line). Petrolina-PE:
Embrapa Semi-Árido/Brasília - DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia,
1999.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil. Ministério do
Planejamento, Orçamento e Gestão; Produção agrícola municipal: culturas
temporárias e permanentes. (Produção agrícola municipal, 36). Rio de Janeiro - RJ
2009, r318.1 38 v.36 93p. Acesso em: 08-2011 Disponível em:
http://www.ibge.com.br/home/estatistica/economia/pam/2009/default_zip_temp_per_m.shtm

- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão 2011 Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1819&id_pagina=1 Acesso em: 10-01-2012.
- 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.
- Mélo, R. F de. Avaliação das alterações e químicas, distribuição e mobilidade dos íons em três solos tratados com manipueira. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2004, 74 f. Dissertação Mestrado
- MDA - Ministério Do Desenvolvimento Agrário – Novo retrato da agricultura familiar. O Brasil redescoberto. MDA/INCRA, Brasília – DF, 2000, 74p.
- 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.
- Ponte, J. J. da. Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola SECITECE, Fortaleza - CE:, 1999, 53p.
- Ponte, J. J. da. Uso da Manipueira Como Insumo Agrícola: Defensivo e fertilizante. *In*. Cereda, M. P. Manejo uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. Fundação Cargill – São Paulo, Cap. 5, p. 80-95: 2001.
- SEBRAE - Serviço Brasileiro De Apoio às Micro e Pequenas Empresas. O aproveitamento sustentável da manipueira. (Cartilha) Rio Branco - AC, 2008.
- Souza, J. A. R.; Astoni, D. M. Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento preliminar da água residuária da suinocultura Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal - SP, v. 7, n. 4, p. 152-165, out. /dez. 2010.

**CAPÍTULO II. USO DE DIFERENTES DOSES DE MANIPUEIRA NA
CULTURA DA ALFACE EM SUBSTITUIÇÃO À ADUBAÇÃO MINERAL**

Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral

Resumo: Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito ocasionado pelo uso de diferentes doses de manipueira nas características agronômicas da alface em substituição à adubação mineral. Este estudo foi desenvolvido em uma área pertencente ao Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, no período de Maio a Agosto de 2010. O experimento foi conduzido em ambiente protegido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos compostos das seguintes doses: 0, 5, 15, 25, 45, 65 m³ ha⁻¹; e cinco repetições. Utilizou-se a cultivar de alface Regina 2000, sendo disposta uma planta por vaso de 4 L. Foram avaliadas, em função das doses aplicadas, as seguintes características agronômicas da alface: área foliar, altura de planta, número de folhas, matéria fresca e matéria seca da alface. Ao final do experimento, constatou-se que a dose de 45 m³ ha⁻¹ foi a que propiciou maior ganho de altura de planta, área foliar e, conseqüentemente, maior produção de matéria fresca e seca. Assim sendo, o uso da manipueira serviu como fonte de adubação para a cultura da alface dependendo da dose aplicada.

Palavras-chave: *Manihot esculenta crantz*, *Lactuca sativa* L., biofertilizante

Use of different doses of cassava wastewater in lettuce crop instead of mineral fertilizer

Abstract: The main goal of this work was to evaluate the effect on agronomic characteristics of the lettuce when using different doses of cassava wastewater instead of mineral fertilizer. This study was developed at the Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Rural de Pernambuco, Recife, PE, from May to August 2010th. The experiment was carried out in a greenhouse with completely randomized blocks, six treatments and five repetitions, each treatment using the following doses: 0, 5, 15, 25, 45 and 65 m³ ha⁻¹. The lettuce cultivar Regina 2000 was used in a one plant per vase basis. Leaf area, plant height, number of leaves, fresh leaf mass and dry leaf mass were

evaluated for each dose of cassava wastewater. By the end of the experiment, the dose of 45 m³ ha⁻¹ had provided the best results by increasing plant height, leaf area, fresh and dry matter. Thus, the cassava wastewater can be successfully used as a source of fertilizer for a lettuce crop if the adequate dose is used.

Key words: *Manihot esculenta crantz*, *Lactuca sativa* L., biofertilizer

INTRODUÇÃO

A utilização de efluentes e resíduos de origem agroindustrial como fonte complementar de água e nutrientes para a fertirrigação ou como biofertilizantes não é recente (Silva et al. 2003). Reporta-se, ainda, que na década de 50, com o aparecimento das amidonarias, começaram-se a utilizar os subprodutos do beneficiamento da mandioca nas atividades agropecuárias, devido ao aporte de nutrientes relacionados a esses insumos, bem como pela falta de acesso às informações sobre o tratamento dos efluentes e resíduos gerados pelo beneficiamento da mandioca.

A manipueira é um dos resíduos gerados no processamento da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) para obtenção da farinha ou fécula. Tal resíduo 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, se a manipueira for descartada “in natura” no meio ambiente (Cereda, 2001).

De acordo com Wosiacki e Cereda (2002), a disposição indiscriminada deste efluente conhecido pelo seu poder poluidor e elevada toxidez no meio ambiente traz graves danos ambientais: o seu descarte em corpos aquáticos reduz a disponibilidade de oxigênio dissolvido no meio, causando a morte dos organismos aeróbios; e o seu lançamento no solo prejudica o equilíbrio entre nutrientes, aumenta a salinidade e diminui o pH.

Alguns pesquisadores consideram que a manipueira pode ser reaproveitada de diversas formas: pesticida (Magalhães et al., 2000), nematicida (Nasu et al. 2010), adsorção de metais pesados (Horsfall Jr & Abia, 2003) e como fertilizante (Fioretto, 1997).

Estudando o possível uso da manipueira como insumo agrícola, Mélo et al. (2005) concluíram que a concentração de cálcio, potássio, sódio e magnésio trocáveis

aumentaram, linearmente, em três diferentes solos tratados com manipueira, e Pinho (2007) concluiu que a aplicação de doses crescentes de manipueira aos solos elevou significativamente a produção de matéria seca da parte aérea da mandioca.

Entretanto, Ribas et al. (2010) relatam que, além do nitrogênio, fósforo e potássio, a manipueira contém altas concentrações de sódio, ferro, zinco, cobre, ácido cianídrico, DBO e DQO, o que dificulta o seu tratamento e, por conseguinte, reduz o seu uso como fertilizante agrícola. Por outro lado, se o uso da manipueira não for realizado de forma indiscriminada, respeitando-se a composição química do solo e as doses toleradas pelas culturas, a aplicação de tal resíduo, como insumo agrícola, resolveria, simultaneamente, o problema da poluição ambiental e ainda traria benefícios agrícolas.

Desta forma, devido ao grande volume gerado de manipueira que, na maioria das vezes, é descartado no meio ambiente de forma indiscriminada, bem como à facilidade e ao baixo custo de obtenção do resíduo junto às casas de farinha, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito ocasionado pelo uso de diferentes doses de manipueira nas características agrônômicas da alface em substituição à adubação mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação pertencente ao Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, cujas coordenadas geográficas são: 08° 01' 01' de latitude Sul e 34° 56' 47' de longitude Oeste.

O clima, de acordo com a classificação de Koppen, é Megatérmico Tropical (tropical úmido), com temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C e com precipitação média de 1750 mm ao ano (Brasil, 1992).

A casa-de-vegetação media 7,0 m de largura, 24,0 m de comprimento, 3,0 m de pé direito e 4,5 m de altura com cobertura em arco. As laterais tinham revestimento de tela tipo sombrite 50% e possuíam um rodapé de 20 cm em alvenaria. A cobertura do ambiente era em filme agrícola de polietileno, com 150 µm de espessura e tratamento anti-ultravioleta. O piso foi revestido com manta geotêxtil na cor cinza (bidim), com o objetivo de melhorar as condições fitossanitárias, bem como minimizar os efeitos da poeira sobre a casa de vegetação.

Foi utilizado, no experimento, um solo classificado como Neossolo Regolítico Distrófico, coletado em uma profundidade de 0 a 20 cm. Para a caracterização física e

química do solo foram coletadas cinco amostras simples, por meio de trado, as quais foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm, sendo posteriormente misturadas, formando uma amostra composta. Não se realizou nenhum tipo de adubação mineral ou calagem no solo.

A caracterização química e física do solo (Tabela 1) foi realizada nos Laboratórios de Fertilidade do Solo e Física do Solo, ambos pertencentes à UFRPE, seguindo os métodos descritos pela EMBRAPA (1997).

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado

Parâmetros	Teor
Areia (g kg^{-1})	697
Silte (g kg^{-1})	147
Argila (g kg^{-1})	157
Densidade do solo (kg dm^{-3})	1,32
pH em água	5,84
Potássio (cmolc kg^{-1})	0,18
Sódio (cmolc kg^{-1})	0,04
Cálcio (cmolc kg^{-1})	0,75
Magnésio (cmolc kg^{-1})	0,40
Fósforo (mg kg^{-1})	0,80
Matéria orgânica (g kg^{-1})	3,58

A irrigação foi feita levando-se em consideração a capacidade de campo do solo e, para tanto, foram realizados testes de pesagem dos vasos, os quais 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 solo; e 3000 g de solo, que foi utilizado para o cultivo. Após a montagem dos vasos, eles foram saturados e pesados diariamente até se obter peso constante, ou seja, quando o solo se encontrava em capacidade de campo.

A partir destes testes, obteve-se o peso médio do conjunto 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 do conjunto com o solo em capacidade de campo e o peso de cada vaso contendo uma planta, que era medido diariamente.

Neste experimento, realizado de Maio a Agosto de 2010, foi utilizada como cultura teste a alface cultivar Regina 2000. Essa cultivar se caracteriza por ter folhas lisas, ser precoce, com ciclo de 60 a 65 dias após a semeadura, apresentar alta produtividade e ser resistente ao *tip burn* e ao pendoamento prematuro devido às altas temperaturas e ao Lettuce Mosaic Virus (LMV) parotipo II.

As mudas foram preparadas em bandejas de isopor contendo 120 células, sendo estas preenchidas com uma mistura de vermiculita e pó de coco. Após um período de vinte e cinco dias, as plantas com 3 pares de folhas definitivas foram transplantadas manualmente em vasos com capacidade igual a 4 L, os quais receberam brita, bidim e o material de solo. A massa de solo colocada em cada vaso foi determinada com base na densidade do solo e no volume do vaso.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos compostos pelas seguintes doses de manipueira: 0, 5, 15, 25, 45, 60 m³ ha⁻¹, correspondendo aos volumes iguais a: 0 (ausência de manipueira), 150, 200, 450, 760 e 1350 mL de efluente, que foram aplicados em cada vaso de 4L. Para os três últimos volumes, realizou-se um fracionamento para que não houvesse perda da manipueira devido à saturação do solo. Após a aplicação da manipueira, todos os vasos foram envoltos em papel alumínio e ficaram incubados por 21 dias. Para melhor compreensão, os tratamentos serão denominados de T0, T1, T2, T3, T4 e T5 e corresponderão, respectivamente, às seguintes doses de manipueira: 0, 5, 15, 25, 45, 65 m³ ha⁻¹.

Tabela 2. Características físicas e químicas da manipueira

Parâmetros	Teor
Sólidos sedimentáveis (mg L ⁻¹)	17,2
pH	4,08
Nitrogênio (mg L ⁻¹)	980
Fósforo (mg L ⁻¹)	740
Potássio (mg L ⁻¹)	1970
Sódio (mg L ⁻¹)	460
Cálcio (mg L ⁻¹)	240
Magnésio (mg L ⁻¹)	360
Zinco (mg L ⁻¹)	2,6
Cobre (mg L ⁻¹)	2,8
Manganês (mg L ⁻¹)	20,0
Ferro (mg L ⁻¹)	10,0

As doses de manipueira foram calculadas levando-se em consideração a concentração de potássio existente na manipueira e no solo, bem como a exigência deste nutriente pela alface. Cabe ressaltar que não foi necessário realizar calagem e, também, não se utilizou adubação mineral durante o experimento, com intuito de avaliar apenas o efeito que o uso da manipueira exerceu sobre a cultura.

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 Análises Agrícolas (LAGRI) e no Laboratório de Análise de Resíduos da UFRPE. Os parâmetros físicos e químicos foram determinados de acordo com a metodologia proposta por APHA (1995).

Para acompanhar o desenvolvimento das plantas foram monitorados os seguintes parâmetros: altura de plantas e número de folhas, com frequência semanal; massa verde e massa seca da parte aérea das plantas, por ocasião do final do experimento, conforme metodologia proposta por Benincasa (2003); área foliar através de um medidor de área foliar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à área foliar (Figura 1), verifica-se que a manipueira promoveu efeito quadrático, e as plantas que foram cultivadas no solo que recebeu 1350 mL de manipueira (correspondente à dose de $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) apresentaram os maiores valores deste parâmetro (média de $29,62 \text{ cm}^2$). Também foi constatado que houve ganho de área foliar em relação à testemunha (T0) e aos tratamentos T1, T2 e T3 cujas doses aplicadas foram 5, 15 e $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

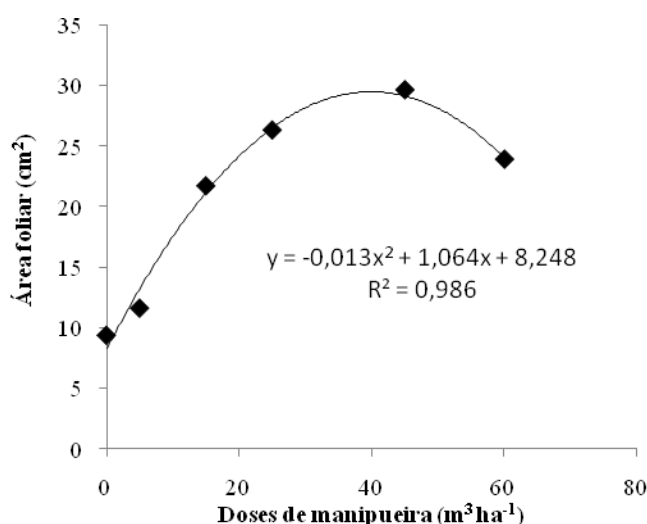


Figura 1. Área foliar da alface em função das doses de manipueira

Santos et al. (2010), quando cultivaram alfaces adubadas com manipueira, relataram que a área foliar aumentou, de forma quadrática, em função de doses crescentes de tal resíduo. Na ocasião, a área foliar média, para o tratamento que mostrou a melhor

resposta, foi de 16,67 cm², sendo, portanto, bem menor do que a área foliar das plantas cultivadas sob influência das doses iguais a 15, 25, 45, 65 m³ ha⁻¹.

Apesar dos resultados se mostrarem positivos à aplicação da manipueira, nota-se que para doses maiores do que 45 m³ ha⁻¹ (Figura 1A), a área foliar começou a decair. Este fato pode ter ocorrido devido a algum efeito deletério de nutrientes, sobretudo o potássio, que em excesso compromete a absorção de outros elementos pela planta, como o cálcio, o magnésio, o zinco e o manganês (Malavolta, 1997).

Prado et al. (2004) verificaram decréscimo de área foliar, quando estudaram aplicação de doses crescentes de potássio na cultura do maracujá, sendo que as doses adequadas deveriam ser menores do que 300 mg dm⁻³.

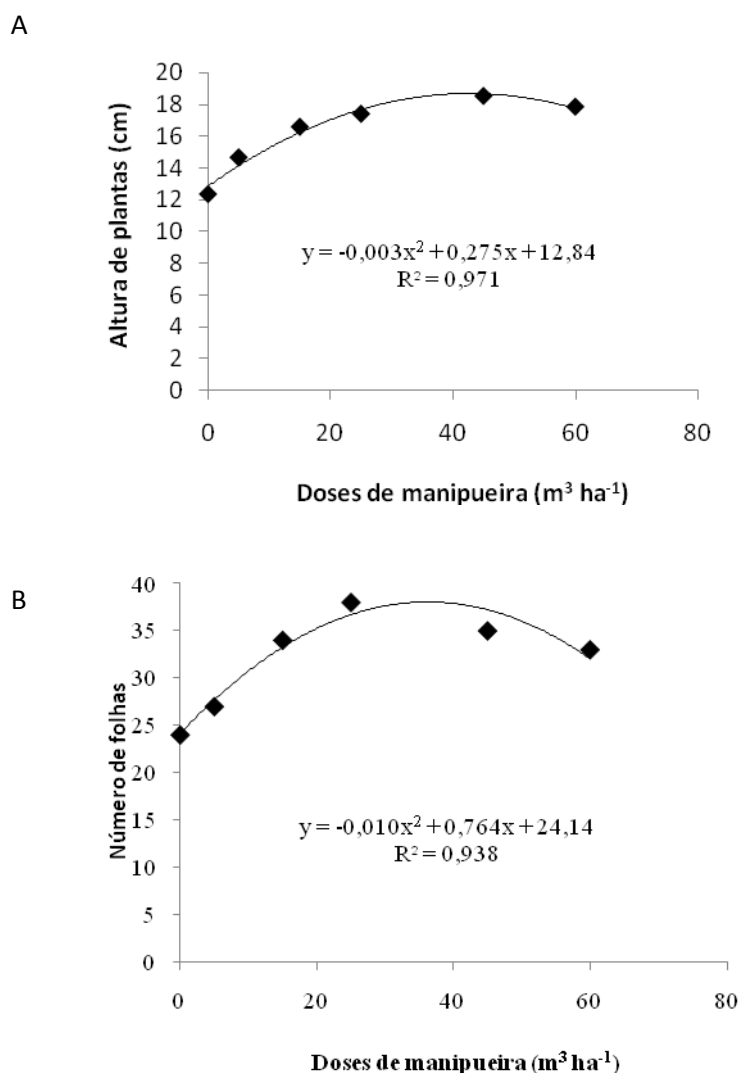


Figura 2. Altura de planta (A) e número de folhas (B) da alface em função das doses de manipueira

De acordo com a curva exposta na Figura 2A, verifica-se que as plantas que receberam as maiores doses de manipueira apresentaram maior altura em relação à testemunha (T0), sendo que as plantas cultivadas sob o efeito da dose de 45 m³ ha⁻¹ foram significativamente mais altas do que as outras cultivadas nos demais tratamentos.

Na Figura 2B, observa-se que o número de folhas aumentou em função do aumento das doses do resíduo até o ponto máximo de resposta, obtida para a dose de 25 m³ ha⁻¹, com um valor médio estimado de 38 folhas. Ficou comprovado, pela equação de regressão, que doses acima deste valor acarretaram um decréscimo quadrático no número de folhas.

Trabalhando com a incorporação de manipueira tratada no solo, Ribas et al. (2010) afirmam que as características agrônômicas do milho (altura de planta, diâmetro do caule e massa fresca) avaliadas no estudo não foram afetadas negativamente pelo uso do efluente.

Pelas Figuras 3A e 3B, verifica-se que a tendência observada para as variáveis massa fresca e massa seca das folhas foi semelhante à tendência mostrada pelos parâmetros área foliar e altura de plantas. Ou seja, à medida em que a dose aplicada do resíduo aumentou, os valores estimados de massa fresca e massa seca da parte aérea foram significativamente maiores, decaindo após atingir o ponto máximo correspondente a 45 m³ ha⁻¹.

A matéria fresca e a matéria seca da parte aérea das plantas apresentaram valores máximos de 90,0 g plantas⁻¹ e 4,6 g plantas⁻¹, respectivamente, evidenciando o efeito quadrático do aumento das doses de manipueira.

Em consonância com os dados obtidos neste estudo, Cardoso et al. (2009) afirmam 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 este aumento creditado ao poder fertilizante da manipueira, principalmente, aos elementos potássio e nitrogênio.

Resposta semelhante foi obtida por Cabral et al. (2010), quando utilizaram efluente de manipueira para a adubação do solo e cultivaram aveia preta. Além disso, os autores constataram que apenas o teor de potássio aumentou nas camadas do solo, enquanto os outros elementos apresentaram redução.

Por outro lado, Vieites (1998) verificou que o uso de tal resíduo como adubo contribuiu para aumentar o rendimento, o diâmetro e o comprimento dos frutos comercializáveis do tomateiro, porém foi necessária complementação de 50% de

adubação mineral, e Schwengber et al. (2010) afirmaram que o desenvolvimento dos nódulos e o crescimento do feijão caupi foram significativamente menores nas plantas que receberam manipueira do que nas plantas que receberam adubação mineral.

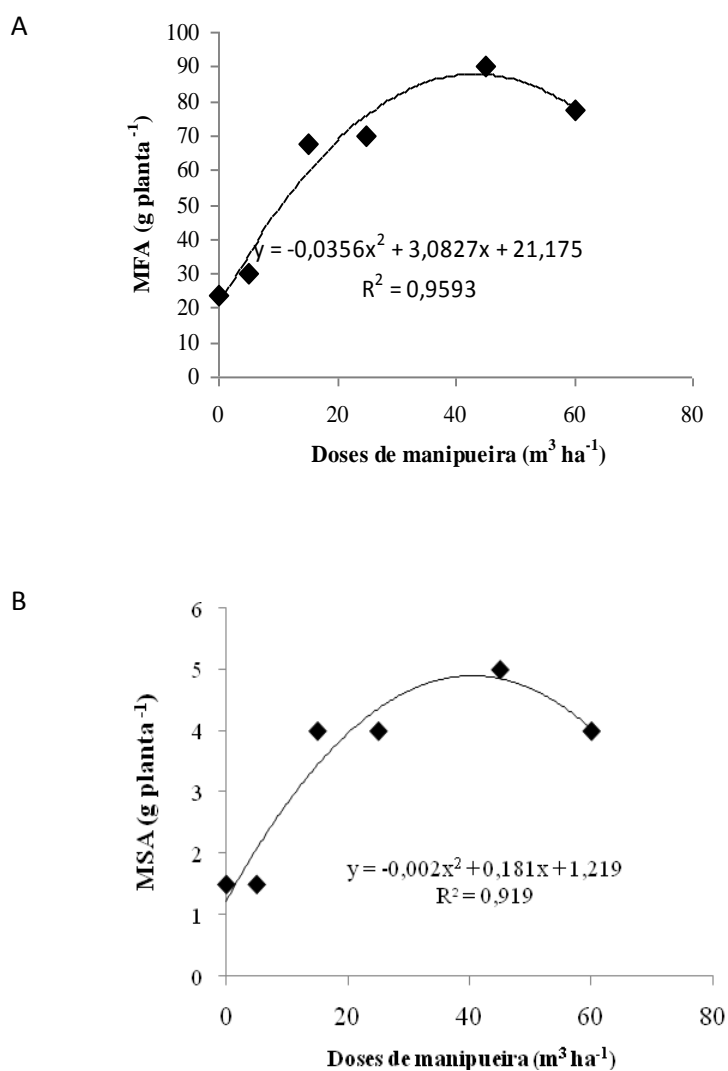


Figura 3. Massa fresca das folhas (A) e massa seca das folhas (B) da alface em função das doses de manipueira

Em geral, a adubação orgânica dificilmente prescinde da adubação química para que produções satisfatórias sejam alcançadas (RESENDE et al. 2009).

Avaliando a resposta decorrente da aplicação de doses crescentes de adubação nitrogenada na alface, cultivar Verônica, Araújo et al. (2011) obtiveram uma relação linear decrescente, sendo que o tratamento sem adição de N apresentou maior produção (187,67 g plantas⁻¹). Em outro estudo, com o objetivo de determinar a produção de diversas cultivares de alface em função de doses crescentes de nitrogênio, Mantovani et al. (2005) obtiveram uma produção média de massa fresca da parte aérea igual a 533 g

planta⁻¹ para a cultivar Verônica, maior portanto do que a produção encontrada para as plantas cultivadas neste estudo.

Por outro lado, quando utilizaram fertilizantes orgânico e mineral para a adubação da alface, cultivar Kaesar, Teixeira et al. (2004) obtiveram uma produção média de 1030 g plantas⁻¹, mostrando que associação da adubação orgânica com a adubação mineral pode ser rentável, além de possibilitar economia de fertilizantes.

De acordo com Sandri et al. (2007), a área foliar reflete a capacidade fotossintética das plantas e, juntamente, com os dados de altura de planta, número de folhas, massa fresca e massa seca, mostra como a planta se desenvolveu. Concordando com esses autores e mediante os dados expostos neste trabalho, tem-se que as plantas submetidas às doses crescentes de manipueira se desenvolveram melhor, uma vez que apresentaram maior índice de área foliar e demais parâmetros fenológicos analisados.

Assim, com os resultados aqui obtidos, pode-se afirmar que a manipueira pode ser utilizada como fonte de nutrientes. Entretanto, se tal resíduo não for utilizado adequadamente, poderá causar danos tanto ao solo quanto às culturas, já que o excesso de nutrientes no solo, sobretudo, o potássio e o sódio, pode provocar a dispersão de argilas e, conseqüentemente, o desequilíbrio nutricional das plantas, conforme comprovado por Mélo et al. (2005).

CONCLUSÕES

1. O uso da manipueira 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, o potássio, íon encontrado em maior concentração neste resíduo.

2. Em geral, a dose de 45 m³ ha⁻¹ foi a que propiciou maior ganho de altura de planta, área foliar e, conseqüentemente, maior produção de matéria fresca e seca da parte aérea. A partir desta dose, houve declínio nos valores das características agronômicas da cultura cultivada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Sociedade Nordestina de Ecologia (SNE) e ao Serviço de Tecnologia Alternativa (SERTA) pela concessão da manipueira utilizada no experimento e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

LITERATURA CITADA

Araújo, W. F.; de Sousa, K. T. S.; Viana, T. V. A.; de Azevedo, B. M.; Barros, M. M.; Marcolino, E. Resposta da alface a adubação nitrogenada. Revista Agro@ambiente On-line, v. 5, p. 12-17, 2011

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.

Benincasa, M. M. P. Análise de Crescimento de Plantas: Noções básicas. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional da Irrigação. Departamento de Meteorologia. Normas Climatológicas 1961-1990. Brasília: EMBRAPA, 1992. 84p.

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

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.

- EMPRESA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- Fioretto, R. A. Manipueira na fertirrigação: efeito sobre a germinação e a produção de algodão (*Gossypium hirsutum*, L.) e milho (*Zea mays*, L.). *Semina*, v.8, p.17-20, 1987.
- 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.
- 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. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- Mantovani, J. R.; Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P. Produção de alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.758-762, 2005.
- 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.
- 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.
- Prado, R. M.; Braghirolli, L. F.; Natale, W.; Corrêa, M. C. M.; Almeida, E. V. de. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.26, p.295-299, 2004.
- 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.; de 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,
- Sandri, D.; Matsura, E. E.; Testalef, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.17-29, 2007.
- Santos, M. H. V.; Araújo, A C. de.; 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. Flutuação das características químicas do efluente industrial de fecularia de mandioca. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.25, p.167-175, 2003.
- Schewengber, J. A. M.; Silva, F. F.; Smiderle, O. J.; Schewengber, D. R. Nodulação do feijão-caupi em função da aplicação de três águas de farinha. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.3, p.135-146, 2010.
- Vieites, R. L. Efeitos da adubação com manipueira sobre o rendimento e qualidade dos frutos de tomate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, p.45-47, 1998.
- Wosiacki, G.; Cereda, M. P. Valorização de resíduos de processamento da mandioca. *Publicato UEPG*, v. 8, p. 27-43, 2002.
- Teixeira, N. T.; de Paula, E. L.; Fávvari, D. B.; Almeida, F.; Guarnieri. V. Adubação orgânica e organo-mineral e algas marinhas na produção de alface. *Revista Ecossistemas*, v.29, p.19-22, 2004.