

MARISE MACHADO CARIBÉ DE ARAÚJO PINHO

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA
MANDIOCA (MANIPUEIRA): AVALIAÇÃO DE IMPACTOS
QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NO SOLO E UTILIZAÇÃO
COMO FERTILIZANTE**

**RECIFE – PE
2007**

MARISE MACHADO CARIBÉ DE ARAÚJO PINHO

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA
MANDIOCA (MANIPUEIRA): AVALIAÇÃO DE IMPACTOS
QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NO SOLO E UTILIZAÇÃO
COMO FERTILIZANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Ciência do Solo, para obtenção do título de Mestre.

Orientador:

Prof. Emídio Cantídio de Oliveira Filho, Ph.D.

Co-Orientadores:

Adriana Maria de Aguiar Accioly, Dra.

Aldo Vilar Trindade, Dr.

RECIFE - PE
2007

Ficha catalográfica

P654c Pinho, Marise Machado Caribé de Araújo
Características químicas de solos adubados com manipueira / Marise Machado Caribé de Araújo Pinho . -- 2007.
56 f.

Orientador : Emídio Cantídio de Oliveira Filho
Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento
de Agronomia.

Inclui bibliografia

CDD 631.42

1. Solo
 2. Fertilizante
 3. Manipueira
- I. Oliveira Filho, Emídio Cantídio de
II. Título

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA
MANDIOCA (MANIPUEIRA): AVALIAÇÃO DE IMPACTOS
QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NO SOLO E UTILIZAÇÃO
COMO FERTILIZANTE**

MARISE MACHADO CARIBÉ DE ARAÚJO PINHO

Dissertação defendida e aprovada em 31 de maio de 2007 pela
banca examinadora:

Orientador: _____

Prof. Emídio Cantídio de Oliveira Filho, Ph.D.

UFRPE

Examinadores: _____

Prof. Clístenes Willians Araújo do Nascimento, Dr.

DEPA/UFRPE

Profª. Maria Betânia Galvão dos Santos Freire, Dra.

DEPA/UFRPE

Aldo Vilar Trindade, Dr.

EMBRAPA

MENSAGEM

"A ecologia rasa é antropocêntrica, ou centralizada no ser humano. Ela vê os seres humanos como situados acima ou fora da natureza, como a fonte de todos os valores, e atribui apenas um valor instrumental, ou de "uso", à natureza. A ecologia profunda não separa seres humanos - ou qualquer outra coisa – do meio ambiente natural. Ela vê o mundo não como uma coleção de objetos isolados, mas como uma rede de fenômenos que estão fundamentalmente interconectados e são interdependentes. A ecologia reconhece o valor intrínseco de todos os seres vivos e concebe os seres humanos apenas como um fio particular na teia da vida" (CAPRA, 1996).

Aos meus pais, Francisco e Joana
Angélica, irmãs Daniela e Débora e avó
Cidinha por todo amor, carinho, apoio e
presença constante em minha vida.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo que me tem concedido e à Vida que, sendo Deus em ação, fez-me confiante e deu-me a certeza de que é impossível voltar no caminho quando se tem um objetivo.

Agradeço a meu pai por ter sempre dividido comigo meus anseios e ideais profissionais; à minha mãe pela força, dedicação e companheirismo em todos os momentos. Às minhas irmãs pela amizade e amor irrestrito, sempre. Às minhas avós pelo carinho; aos tios e primos que sempre estiveram próximos no meu caminhar, em especial a tia Lígia e tio Linaldo, filhos, netos, genros e nora pelo apoio, amizade e carinho desde o começo do mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo, ao CNPq e à Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Professor Emídio Cantídio de Oliveira Filho pela confiança depositada desde o início da orientação, estendendo-se para o desenvolvimento dos experimentos, mesmo distante.

À Dr^a Adriana Maria Aguiar Accioly pela orientação e apoio durante o desenvolvimento dos experimentos. E ao Dr^o Aldo Vilar Trindade por todas as vezes que se colocou a disposição para transmitir conhecimentos.

Ao Dr^o Luciano Souza e Dr^o Laércio Duarte pela receptividade no Laboratório de Física dos Solos da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e atenção dispensada durante o período de trabalho na Embrapa. A Dr^o Luiz Francisco Souza e Dr^o Carlos Ledo pela transmissão de conhecimentos com respeito e sempre que necessário. Aos Professores e amigos Jorge Gonzaga e Vital Paz pelas conversas de grande estímulo e ajuda necessária.

A Marilúcia (Mirna) pela grande ajuda e companhia durante o desenvolvimento dos experimentos.

Aos amigos Luciano, Jamile, Ádila, Jefferson, Tonito e Cássia que de alguma forma sempre estiveram presentes e demonstrando uma grande amizade em todos os momentos.

Aos técnicos laboratoristas e amigos, que posso assim considerar, Yuri Landim, Roque Francisco, “Tio Val”, Roque “de Química”, Das Neves e Orlando, que contribuíram para que um trabalho de rotina fosse tão agradável sem perder a seriedade com companheirismo e auxílio, sempre que preciso.

A Isabel Maia e Everaldo Medeiros pelas instruções precisas e bem transmitidas no início do trabalho no laboratório de Nematologia e Microbiologia do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

Ao Srº Nilton, Srº João, Celeste, Bibiano, Jorge “Periquito”, Celma, Camila, Milene, Roselete (Elza), Marise, Maria, Cláudio, Alide, Zé Augusto, Tatá e tantos outros funcionários e estagiários da Embrapa que contribuíram nas diversas atividades desenvolvidos durante os experimentos realizados.

Aos colegas e amigos de turma de mestrado Cícero, Dagmar, Daniela, Edivan, Fátima, Karina e Michel pelo companheirismo em momentos de estudo, tensão, distração e alegria compartilhada ao longo do curso.

Aos amigos conquistados na UFRPE Évio, Ana Cristiane, Priscila, Chico, Albert, Arrudinha, Marcela, Carlos Eduardo, Michelangelo, Patrícia Maia, Patty, Valdemir, Rogério, Hugo, Eriberto, Josimar, Moacir, Victor (“Carapitcho”), Márcio, Sérgio, Thaís, Onildo, Eduardo Saldanha, Alexandre e Esmar.

Aos professores do PPGCSolo pelos ensinamentos transmitidos em sala de aula e aos funcionários que de alguma forma contribuíram para esse momento.

Enfim, agradeço a todos os amigos, colegas e aqueles que contribuíram direta e indiretamente para meu crescimento profissional, pessoal e espiritual durante o curso de mestrado.

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS.....	4
CAPÍTULO I: Características químicas e microbiológicas de solos adubados com manipueira.....	7
RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS.....	26
CAPÍTULO II: Potencial de reaproveitamento de manipueira no fornecimento de nutrientes para o solo e nutrição mineral da mandioca	32
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

INTRODUÇÃO GERAL

Os modelos de desenvolvimento econômico e social, adotados por inúmeros países, vêm expondo a população mundial aos reflexos catastróficos de uma exploração desordenada e insustentável do ambiente. Em âmbito global, o aquecimento do planeta e alterações nos padrões climáticos, e em âmbito regional, a poluição dos rios e a degradação dos solos são algumas dessas catástrofes ambientais (Andrade, 2004).

Entretanto, a sociedade vem demandando pela manutenção e melhoria das condições ambientais, exigindo das autoridades e de empresas públicas e privadas atividades capazes de compatibilizar o desenvolvimento às limitações da exploração dos recursos naturais (Camargo e Bettiol, 2000). Nas últimas décadas verifica-se uma crescente preocupação com o gerenciamento de resíduos justificada pela necessidade de redução do uso dos recursos naturais (Silva et al., 2005). Um dos maiores problemas ambientais enfrentados tem sido a gestão de resíduos, qualquer que seja sua origem (urbana ou agrícola), tendo em vista que a sua produção, cada vez mais disseminada, vem crescendo de maneira acentuada, sobretudo em função do crescimento populacional (Reis, 2002).

Segundo Abreu Júnior et al. (2005), há muitos anos resíduos das atividades humanas vêm sendo utilizados na agricultura, entretanto, com seu uso cada vez mais intenso cresceu também a preocupação da população com relação à segurança ambiental. Desta forma, existem legislações específicas para a normatização do uso desses resíduos na agricultura, a exemplo do lodo de esgoto ou biossólido. Solos com teores de matéria orgânica baixos, pouco férteis, sob práticas culturais inapropriadas e o alto custo de fertilizantes são alguns dos fatores de baixa produtividade da agricultura brasileira. O uso racional de resíduos orgânicos na agricultura, amparado por legislação ou norma, programa de controle de qualidade e pesquisa pertinentes, poderá contribuir significativamente para incrementos de produtividade e de qualidade agrícola, com melhor relação custo/benefício.

O interesse no uso de resíduos orgânicos na agricultura brasileira, quando devidamente tratados e, ou, compostados, está fundamentado nos elevados teores de carbono dos compostos orgânicos e dos nutrientes neles contidos, no aumento da capacidade de troca de cátions e na neutralização da acidez. Aumentar os teores de matéria orgânica e de nutrientes do solo pode significar melhorias nas propriedades físicas e químicas e, conseqüentemente, incrementos na produtividade e na qualidade dos produtos agrícolas, bem como redução nos custos de produção. Não obstante os benefícios, esses resíduos orgânicos podem apresentar potencial poluidor ou contaminante: a adição deles ao solo ou à água pode introduzir elementos inorgânicos ou compostos orgânicos tóxicos ou patógenos na cadeia alimentar (Abreu Júnior et al., 2005).

A utilização do efluente industrial como fonte complementar de água e nutrientes para a fertilização, assim como o estudo de alternativas de aproveitamento de nutrientes oriundos de efluentes, não é recente. Muitos são os estudos sobre resíduos da indústria canavieira, despejos orgânicos de saneamento urbano dentre outros (Silva et al., 2003). Segundo o mesmo autor, na década de 50, época em que ocorreu o aparecimento das amidonárias, alguns pesquisadores alertavam para a poluição dos mananciais pelos resíduos de mandioca quando estes eram devolvidos ao leito de captação de água.

A indústria da mandioca está distribuída por todo país, variando no que se refere ao tamanho, onde as menores unidades processam em média uma tonelada de raízes por dia, enquanto as de médio e grande porte chegam a processar mais de 400 toneladas por dia (Bertolini, 1995).

No Nordeste do Brasil, principal produtor de mandioca do país, grande parte dessa produção destina-se à alimentação humana, em consonância com o fato de ser a farinha de mandioca um dos alimentos básicos de subsistência das populações regionais de baixa renda, justo a maioria dos habitantes (Ponte, 2000). Segundo Cereda (1994), no processamento de mandioca são gerados resíduos sólidos e líquidos, com qualidade e quantidade dependente de muitos fatores (cultivar, idade da planta, tempo de armazenamento, tipo de processamento etc.).

Os subprodutos do processamento da mandioca têm sido relatados como responsáveis por graves problemas de contaminação do ambiente. Essa divulgação em imprensa escrita tem sido feita de forma descontinuada, superficial e sensacionalista. Não se discute a necessidade de controle dos poluentes gerados por indústrias seja qual for o seu porte. É discutível, porém, o fato de que as indústrias de pequeno e médio porte, a maioria das quais com tecnologia artesanal, tenham que absorver custos do desenvolvimento de processos de tratamento, quando na maioria das vezes, mesmos processos já desenvolvidos representam gastos mais elevados do que os da própria indústria instalada (Cereda, 2000).

A manipueira é o resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento de mandioca. Quando da fabricação da farinha de mesa faz-se necessária a retirada da água de constituição das raízes, o que é feito por compressão, cuja finalidade é a economia de combustível na secagem (Normanha, 1982). O resíduo gerado é composto pela mistura da água captada pela indústria com o líquido de constituição da raiz da mandioca (Cereda, 2000).

A manipueira é um dos resíduos mais prejudiciais ao ambiente, não só por possuir elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), como também pela alta concentração de ácido cianídrico, elevado teor de potássio, magnésio, cálcio e fósforo (Branco, 1967). Para Barana (2000), tal resíduo requer soluções sociais e econômicas por parte das indústrias. Quando as soluções não estão disponíveis, os efluentes são despejados geralmente em rios ou no solo, causando impacto ambiental sério. Ferreira et al. (2001) afirmaram que o emprego da manipueira como adubo poderá induzir a redução ou mesmo eliminar o seu despejo sem controle ao ambiente. A manipueira é rica em macronutrientes e alguns trabalhos de pesquisa mostram efeitos benéficos desse resíduo, quando usado na agricultura como adubo orgânico (Ponte, 1988; Ponte, 1999).

Ferreira et al. (2001) concluíram que a adubação de solos de baixa fertilidade com manipueira possibilita ao produtor obter produtividades semelhantes às aquelas alcançadas com adubação mineral e com um número maior de cultivos sucessivos na mesma área. Gameiro et al. (2003) observaram que as empresas que utilizam o resíduo líquido como fertirrigação

estão extremamente satisfeitas com o resultado, uma vez que as pastagens assim adubadas triplicaram a capacidade de lotação animal.

A manipueira tem sido considerada como um resíduo que pode ser utilizado de várias maneiras, porém trabalhos existentes não demonstram com exatidão os seus possíveis impactos no sistema solo-planta. Sendo assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o impacto da fertilização com manipueira nas características químicas e microbiológicas de solos texturalmente diferentes bem como seu potencial fertilizante para a cultura da mandioca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JÚNIOR, C. H.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T. 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.

ANDRADE, C. A. **Fração orgânica de biossólidos e efeito no estoque de carbono e qualidade da matéria orgânica de um Latossolo cultivado com eucalipto**. Piracicaba, 2004. 121. Tese (Doutorado) – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BARANA, A. C. Cap. 11: Digestão anaeróbia da manipueira. IN: **Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas**, v. 4. Fundação Cargill, São Paulo – SP, 2000. Disponível em: <<http://www.raizes-org.org.br/Livros/Cap.4/Capitulo%2011.pdf>>. Acesso em: 21/03/07.

BERTOLINI, A. C. **Avaliação da fécula e farelo de mandioca como substratos na produção de ciclodextrinas**. 1995.130. Tese (Doutorado em Tec. Alimentos). Departamento de Engenharia de Alimentos. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.

BRANCO, S. M. A dinâmica de populações microbiológicas na estabilidade aeróbica de resíduos orgânicos de feculárias de mandioca. **Revista da Saúde Pública**, São Paulo, v.1, n.2, p. 140-162. 1967.

CAMARGO, O. A.; BETTIOL, W. Agricultura: opção animadora para utilização do lodo. **O Agrônomo**. Campinas, SP, v. 52 (2/3), 2000.

CEREDA, M.P. **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo, Editora Paulicéia, 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, 2000.

FERREIRA, W. A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M. C.; **Manipueira: Um adubo Orgânico em Potencial**. Belém, PA, 2001, Embrapa Amazônia Oriental, 21p. (Documentos nº 107).

GAMEIRO, A H.; CARDOSO, C. E. L.; BARROS, G. S. C.; GUIMARÃES, V. A ; **A indústria do amido de mandioca**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2003, p90. (Documentos 6).

NORMANHA, E. S. **Derivados da mandioca: terminologia e conceitos**. Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1982. 56 p.

PONTE, J. J.. Cassareep. An unconventional nematocide. **Cassava Newsletter**, West Yorkshire, v 12, n.2, p.9, 1988.

PONTE, J. J.; **Cartilha da manipueira. Uso do composto como insumo agrícola**. Governo do Estado do Ceará. Secretaria da Ciência e Tecnologia (SECITECE). Fortaleza, CE, 1999.

PONTE, J. J. **Uso da manipueira como insumo agrícola: defensivo e fertilizante**. Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas - Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. v 4. Fundação Cargill. São Paulo, 2000.

REIS, T. C. **Distribuição e biodisponibilidade de níquel aplicado ao solo como NiCl₂ e biossólido**. Piracicaba, 2002. 105. Tese (Doutorado) – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SILVA, M. A. G. ; MUNIZ, A. S. ; COSTA, A. S.; MATA, J. D. V. . Utilização de residuo agroindustrial: rendimento de grãos e absorção de nutrientes pelo trigo. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005, Recife, PE. **Anais do XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. UFP, Recife: SBCS/Embrapa, 2005. v. 1. p. CdRom.

SILVA, F. F.; FREITAS, P. S. L.; BERTONHA, A.; REZENDE, R.; GONÇAVES, A. C. A.; DALLACORT, R. Flutuação das características químicas do efluente industrial de fecularia de mandioca. **Acta Scientiarum: Agronomy** - Maringá, v. 25, n. 1, p. 167-175, 2003.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE SOLOS ADUBADOS COM MANIPUEIRA

RESUMO

PINHO, M. M. C. A., MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco; Maio, 2007. **Características químicas e microbiológicas de solos adubados com manipueira**. Orientador: Emídio Cantídio de Oliveira Filho. Co-Orientadores: Adriana Maria de Aguiar Accioly e Aldo Vilar Trindade.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação da manipueira em características químicas e microbiológicas em solos de texturas diferentes. Foram selecionadas três amostras de horizontes de solos atendendo a uma variação de textura, sendo uma de textura argilosa, outra areno-argilosa e outra arenosa. As amostras de textura areno-argilosa e argilosa foram coletadas de um Latossolo Amarelo nos horizontes Ap (0-0,15m) e Bw2 (0,83-1,20m), respectivamente. A amostra de textura arenosa foi de um Neossolo Quartzarênico distrófico (0-0,15m). Sub-amostras foram submetidas a caracterização química e física, posteriormente o material foi colocado em recipientes plásticos com capacidade para 1 kg de solo. Para a manipueira utilizada no experimento foram realizadas análises de N, P, K, Ca, Mg, caracterização física e bioquímica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, onde doses de manipueira foram aplicadas aos recipientes com 1 kg de cada solo. As doses corresponderam a 0, 20, 40, 80 e 160 mL kg⁻¹ de solo, com três períodos de avaliação. As parcelas utilizadas em cada período foram descartadas após amostragem para análise química e microbiológica. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Software SISVAR. A utilização de manipueira como fertilizante elevou o pH do solo e favoreceu a disponibilidade de nutrientes. Para a maioria das variáveis avaliadas, o solo de textura areno-argilosa foi o que melhor respondeu a aplicação do resíduo. Não foi observada resposta eficiente no solo após aplicação de manipueira para a maioria dos indicadores biológicos avaliados.

Palavras-chave: Manipueira, fertilizante, solo, indicadores biológicos

ABSTRACT

PINHO, M. M. C. A., MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco; Maio, 2007. **Chemical and microbiological characteristics of soils fertilized with casava byproduct.** Orientador: Emídio Cantídio de Oliveira Filho. Co-Orientadores: Adriana Maria de Aguiar Accioly e Aldo Vilar Trindade.

This study evaluated the effects of the application of cassava byproduct in selected chemical and microbiological characteristics of soils of different textures. Three soil samples were collected from clay, sandy-loamy and sandy texture horizons. The areno-loamy and clay texture samples were collected from the Ap (0-0.15m) and Bw2 (0.83-1.20m) horizons of a Yellow Latossol, respectively. The sandy texture sample was collected from the top 0.15 m of a Dystrophic Quartzarenic Neossol (0-0,15m). After the chemical and physical characterization, the soils were transferred to plastic pots with capacity for one kg soil. Physical and biochemical characteristics of the cassava byproduct were accessed as well as N, P, K, Ca and Mg. The study was carried out under greenhouse conditions at EMBRAPA cassava and Tropical Fruit. The study was set up as a completely randomized design in a 3 X 5 factorial scheme. Doses of 0, 20, 40, 80 and 160 mL of cassava byproduct were applied by kg⁻¹ of soil, with three evaluation periods. After sampling for chemical and microbiologic analysis the plots evaluated in each period were discarded. The computer base software SISVARS was used to run the statistical analyses. The use of the cassava byproduct used as fertilizer raised the soil pH and increased the nutrient bioavailability. The sandy-loamy textured soil was the one that best responded to the residue application for most of the evaluated parameters. Conversely, most of the biological indicators evaluated in the soil did not responded to the application of the cassava byproduct.

Key words: Cassava byproducts, fertilizer, soil, biological indicators.

1. INTRODUÇÃO

As culturas das tuberosas, entre as quais se destaca a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), são produzidas nos países que se situam próximos à linha do Equador, englobando toda a América Latina, Caribe, África e Ásia (Cereda, 2002).

A mandioca pertence ao grupo de plantas cianogênicas por apresentar compostos cianídricos e enzimas distribuídas em concentrações variáveis nas diferentes partes da planta. Pela ruptura da estrutura celular da raiz, as enzimas presentes (linamarase), degradam estes compostos, liberando o ácido cianídrico (HCN), que é o princípio tóxico da mandioca e cuja ingestão ou mesmo inalação, representa sério perigo à saúde, podendo ocorrer casos extremos de envenenamento (Cagnon et al., 2002).

No Brasil, a Indústria de Mandioca tornou-se conhecida em função da obtenção de produtos amiláceos, tradicionalmente conhecidas como casa de farinha, fecularia e engenho de polvilho (Lima, 2001). A mandiocultura representa a base econômica e alimentar de boa parte da população da região Nordeste, principalmente a de menor poder aquisitivo. No processamento de mandioca são gerados resíduos sólidos e líquidos, com qualidade e quantidade dependente de diversos fatores (cultivar, idade da planta, tempo de armazenamento, tipo de processamento, etc) (Cereda, 1994).

Em relação às atividades agroindustriais da cultura da mandioca, Fernandes Júnior e Takarashi (1994) afirmam que os resíduos sólidos são menos problemáticos que os efluentes líquidos. A questão maior reside na manipueira, principalmente pelo fato do material orgânico estar dissolvido, formando uma suspensão coloidal. Acrescida a esse fator, a presença do ácido cianídrico, dificulta os tratamentos convencionais.

De acordo com Andrade (2003), a manipueira é nociva por se encontrar sempre concentrada em locais restritos, sendo estes efeitos somente diluídos se ela for melhor distribuída no ambiente. Gameiro et al. (2003), analisando o destino dos resíduos de 68 indústrias de amido, verificaram que 93% delas simplesmente acumulam a manipueira em lagoas, realizando ou não algum tipo de tratamento. Apenas 6% destas fecularias jogam o resíduo na lavoura, servindo como fertirrigação, e 1% lança o líquido diretamente no rio. Ferreira et

al. (2001) afirmaram que o emprego da manipueira como adubo poderá induzir a redução ou mesmo eliminar o seu despejo sem controle ao ambiente.

A agricultura tem exigido cada vez mais o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas, de forma a atender a critérios racionais, que permitam conciliar o resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais do ambiente e com a elevação constante da produtividade das culturas (Raij, 1991). Ponte (2000) afirma que a manipueira, para fins de adubação, pode ser usada por vias foliar e edáfica, o que implica em recomendações distintas para tais modalidades de uso.

Devido à grande quantidade de manipueira gerada diariamente, e à dificuldade em se obter tratamentos que eliminem por completo a carga orgânica, a prática da adubação pode ser a forma mais rápida de solução para disposição desse efluente (Fioretto et al., 1997). A manipueira apesar de ser caracterizada como um efluente industrial constitui-se num resíduo não esgotado do ponto de vista do aproveitamento agrícola, e quando aplicada ao solo pode contribuir no equilíbrio iônico (Fioretto, 2000). Na aplicação do resíduo em solos distróficos, esse mesmo autor observou um acréscimo nas concentrações de nutrientes no solo. A predominância do íon potássio (K) entre os elementos constituintes da manipueira tem implicação direta no desequilíbrio dos cátions básicos no solo, devido ao aumento de saturação por esse elemento e da predisposição à lixiviação de cálcio e magnésio. Assim sendo, faz-se necessário o acompanhamento da fertilidade do solo, antes e após a aplicação do efluente.

Vários estudos têm demonstrado que a manipueira possui características químicas que a transformam de um poluente em insumo agrícola, possuindo característica de agente nematicida, acaricida, inseticida, fungicida, herbicida e fertilizante (Ponte et al., 1998). Ferreira et al. (2001) concluíram que a adubação de solos de baixa fertilidade possibilita ao produtor obter produtividades semelhantes às aquelas alcançadas com adubação mineral e com um número maior de cultivos sucessivos na mesma área. Além disso, a manipueira como adubo orgânico pode influenciar nas atividades da microbiota do solo apresentando conseqüências positivas ou negativas na fertilidade do solo como um todo. Santana & Bahia Filho (1998), afirmaram que as propriedades biológicas e bioquímicas do solo, tais como: atividade enzimática,

taxa de respiração e biomassa microbiana são indicadores sensíveis que podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação da manípueira em características químicas e microbiológicas em solos de texturas diferentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas três amostras de horizontes de solos característicos da região, atendendo a uma variação de textura, sendo uma de textura argilosa, outra areno-argilosa e outra arenosa. As amostras de textura areno-argilosa e argilosa foram coletadas na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas - Bahia, de um Latossolo Amarelo álico, A moderado, nos horizontes Ap (0-0,15m) e Bw2 (0,83-1,20m), respectivamente. A amostra de textura arenosa foi coletada no município de Nazaré das Farinhas - Bahia, na profundidade de 0-0,15m, de um Neossolo Quartzarênico distrófico, A proeminente, fase floresta perenifólia. Depois de coletadas as amostras de solos foram colocadas para secar à sombra, e em seguida, destorroadas e peneiradas em malha de 4 mm. Foram retiradas sub-amostras para caracterização química e física (Quadro 1). Posteriormente o material foi colocado em recipientes plásticos com capacidade para 1 kg de solo.

Quadro 1. Características químicas e físicas dos solos utilizados no experimento

Característica	Arenoso	Areno-argiloso	Argiloso
pH em água	5,7	4,6	5,4
P (mg dm ⁻³)	1	2	3
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,02	0,09	0,21
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,5	1,1	1,8
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2	0,4	0,8
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,02	0,07	0,05
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,1	1,2	0,2
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,75	4,07	2,97
S (cmol _c dm ⁻³)	1,74	1,65	2,86
CTC (cmol _c dm ⁻³)	4,49	5,72	5,83
V (%)	39	29	49
MO (g kg ⁻¹)	7,74	5,90	1,1
Areia (g kg ⁻¹)	912	661	427
Silte (g kg ⁻¹)	68	97	123
Argila (g kg ⁻¹)	20	242	450

A manipueira utilizada no experimento (Quadro 2) foi coletada na casa de farinha da Coopatan (Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves), localizada no município de Tancredo Neves - Bahia. A coleta foi realizada diretamente na saída do processo de prensagem da mandioca, transportada para Cruz das Almas, sendo as doses aplicadas aos solos no dia seguinte. A manipueira foi submetida a análise de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Para a determinação do N procedeu-se a digestão sulfúrica, e para os demais elementos a digestão nitro-perclórica. As análises dos nutrientes foram realizadas no Laboratório de Nematologia e Microbiologia do Solo da Embrapa Mandioca em Fruticultura Tropical, enquanto que as análises de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), cianeto total, sólidos totais e sólidos sedimentáveis foram realizadas no Centro de Tecnologia Industrial Pedro Ribeiro, em Lauro de Freitas – Bahia. Todas as análises foram realizadas conforme *American Public Health Association*, 1995.

Quadro 2. Caracterização físico-química da manipueira.

COMPONENTE	CONCENTRAÇÃO
N	0,192%
K	0,114%
P	0,019%
Ca	0,013%
Mg	0,033%
DBO*	-
DQO	74750 mg L ⁻¹
Cianeto total	1,26 mg L ⁻¹
Sólidos totais	56900 mg L ⁻¹
Sólidos sedimentáveis	150 mg L ⁻¹
pH	4,14

*A alta concentração do analito que influenciou na performance do método, não sendo possível realizar a determinação.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação onde doses de manipueira foram aplicadas aos recipientes com 1 kg de cada solo. As doses foram definidas com base em dados apresentados na literatura e corresponderam a 0, 20, 40, 80 e 160 mL kg⁻¹ de solo, equivalente a 0, 40, 80,

160 e 320 m³ ha⁻¹, com três períodos de avaliação (15, 45 e 90 dias) e três repetições para cada período. As parcelas utilizadas em cada período foram descartadas após amostragem para análises químicas e microbiológicas. Cada dose de manureira foi completada com água destilada até o maior volume aplicado, que correspondeu a 160 mL, com a finalidade de uniformizar a quantidade de líquido aplicada. As análises microbiológicas foram realizadas apenas nos solos de textura argilo-arenosa, uma vez que esta textura apresenta características intermediárias entre as demais analisadas. O delineamento experimental para análise microbiológica foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos, representados pelas doses de manureira, com três repetições.

As avaliações microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Nematologia e Microbiologia do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. As amostras foram submetidas às análises de umidade e capacidade máxima de retenção de água determinadas pelo método descrito por Monteiro e Frighetto (2000) para ajuste de conteúdo de água a um valor constante para todos os solos. A atividade microbiana (respiração basal) foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono liberado pelo processo de respiração microbiana durante três dias de incubação à 25 °C, de acordo com método de Alef e Nannipieri (1995); a biomassa microbiana do solo (BM-C), pelo método da fumigação-extração (Vance et al., 1987) que apresenta como princípio básico a extração de carbono microbiano após a morte dos microrganismos e lise celular pelo ataque do clorofórmio e liberação dos constituintes celulares (Maia, 2003); e, da fosfatase ácida, baseada na leitura em espectrofotômetro do p-nitrofenol, que resulta da atividade enzimática da fosfatase ácida, conforme metodologia descrita por Dick et al., (1996). Segundo Rojo et al. (1990), há predominância da atividade da fosfatase ácida sobre a alcalina, pelo fato da enzima ácida predominar em solo ácido e a alcalina, em solo alcalino. Assim, preferiu-se avaliar a fosfatase ácida, já que os solos em estudo são ácidos.

As avaliações químicas foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical conforme Embrapa (1997). As amostras foram submetidas às análises de pH em água, P, K, Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³, H⁺+Al⁺³, Na⁺ e matéria orgânica.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5 , sendo três tipos de solo e cinco doses de manipueira, com 3 repetições, sendo os parâmetros avaliados em 3 períodos (15, 45 e 90 dias após a aplicação da manipueira).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Software SISVAR (Ferreira, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), análise de regressão e teste de média Tukey com comparação ao nível de 5 % de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características químicas dos solos após aplicação da manipueira

Aos 15 dias após aplicação da manipueira, período da primeira amostragem foi verificado efeito linear positivo da aplicação do resíduo sobre o pH do solo de textura arenosa (Figura 1). Este comportamento foi semelhante para os solos com textura areno-argilosa e argilosa até a dose de 80 mL kg⁻¹ de solo, quando o pH foi estabilizado. Este comportamento pode ser função do maior poder tampão dos solos com maior teor de argila (solo de textura argilosa) e de matéria orgânica (solo de textura areno-argilosa). Segundo Wutke (1975), a resistência à neutralização da acidez ativa (pH) pela adição de bases, encontrada nos colóides minerais e orgânicos do solo, resulta da mobilização da acidez potencial, induzida pela própria ação dessas bases.

Conforme Kiehl (1985), o poder tampão da matéria orgânica do solo se deve aos íons hidrogênio pouco dissociados, que agem no tamponamento contra a presença de substâncias alcalinas, e aos íons Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, com baixos graus de dissociação na solução do solo, adsorvidos ao húmus, que atuam no tamponamento contra alterações que certas substâncias possam promover. O poder tampão está diretamente relacionado com a CTC dos materiais que constituem a matéria orgânica do solo. A menor suscetibilidade às variações também podem ser observadas em relação à acidez potencial do solo (H⁺+Al³⁺) com textura argilosa, que apresentou tendência de estabilização a partir da dose 120 mL kg⁻¹ de solo, enquanto que os solos com texturas mais arenosas apresentaram, dentro do limite estudado, efeito linear negativo.

Da mesma forma que ocorreu aos 15 dias, a aplicação de manípueira aumentou o pH do solo e reduziu a acidez potencial também aos 45 dias após aplicação do resíduo, não sendo verificada interação entre as doses estudadas e a textura do solo. Em relação ao alumínio trocável (Al^{3+}), verificou-se uma redução do elemento no solo até a dose 120 mL kg^{-1} de solo, sendo esta redução mais acentuada no solo com textura argilosa. Possivelmente esse comportamento pode ser atribuído ao aumento do pH, reduzindo a solubilidade do Al^{3+} . A partir da dose 120 mL kg^{-1} de solo o teor do íon no solo volta a aumentar com a elevação da dose de manípueira. Segundo Brady (1976), a disponibilidade de vários nutrientes essenciais é drasticamente afetada pelo pH do solo, assim como a solubilidade de certos elementos tóxicos ao crescimento das plantas. Quando ínfimo o pH do solo quantidades apreciáveis de alumínio encontra-se em estado solúvel, podendo ser tóxico para certos vegetais. Entretanto, ao aumentar o pH, este elemento se precipita, tornando-se cada vez menor a proporção deste íon na solução do solo.

Aos 90 dias após aplicação da manípueira o solo de textura arenosa permaneceu mais suscetível às variações de pH, no entanto, a tendência foi similar para todos os solos avaliados. Havendo redução da acidez potencial com comportamento semelhante ao observado aos 15 dias após aplicação do resíduo. O alumínio trocável, aos 90 dias após aplicação da manípueira, apresentou mesmo comportamento verificado aos 45 dias.

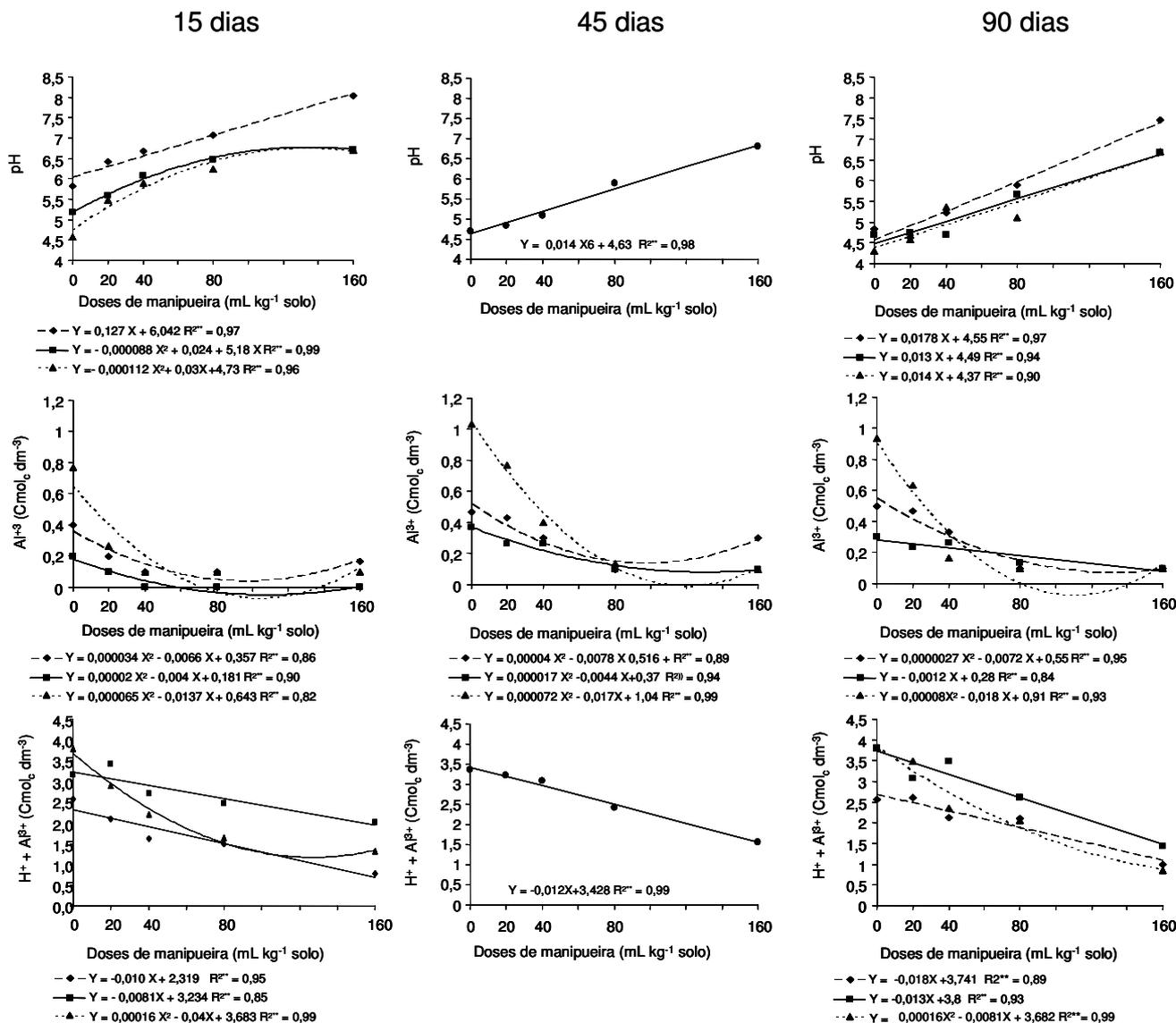


Figura 1. Medida de pH em água, alumínio trocável e H⁺+Al³⁺ em solos de classes texturais arenosa (-◆-), areno-argilosa (-■-) e argilosa (-▲-) e média dos 3 solos (), 15, 45 e 90 dias após aplicação de manureira.

Aos 15 dias, da mesma forma que aos 45 e 90 dias após aplicação da manureira, foi verificado baixo efeito na aplicação das doses sobre o cálcio nos solos estudados. As médias do teor de cálcio para o solo de textura arenosa e argilosa foram menores do que os valores encontrados na análise química realizada nestes solos antes da aplicação da manureira. Saraiva et al. (2007), afirmaram que teores de cálcio e magnésio não tiveram acréscimo para o sistema de fertirrigações quando utilizaram manureira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. No entanto, foi verificado acréscimo nos teores de magnésio (Mg²⁺), potássio (K⁺) e sódio (Na⁺) após

aplicação da manipueira, não sendo verificada interação entre as doses estudadas e a textura do solo. Segundo Lopes (1998), a disponibilidade aumentada de Mg^{2+} e K^+ está relacionada à elevação do pH.

Aos 45 dias após aplicação do resíduo, foi verificado acréscimo desses elementos nos teores de Mg^{2+} e Na^+ no solo até a dose 80 mL kg^{-1} de solo para o solo de textura areno-argilosa. Para os solos de textura argilosa e arenosa foi verificado comportamento linear positivo sobre o Mg^{2+} e o Na^+ no solo, sendo mais acentuado para o Na^+ . Com relação ao K^+ , foi observado efeito linear positivo sobre as três texturas de solo. Elevados teores de K^+ obtidos no sistema podem estar relacionados à concentração desse elemento encontrada na manipueira utilizada como fonte de adubação. Calcula-se que para a dose de 20 mL kg^{-1} foi aplicado o equivalente a $45,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de K^+ . Além disso, segundo Tiwari et al. (1980), citado em Alcântara (2000), a decomposição da matéria orgânica no sistema pode apresentar efeito solubilizante do potássio nativo do solo, aumentando sua disponibilidade.

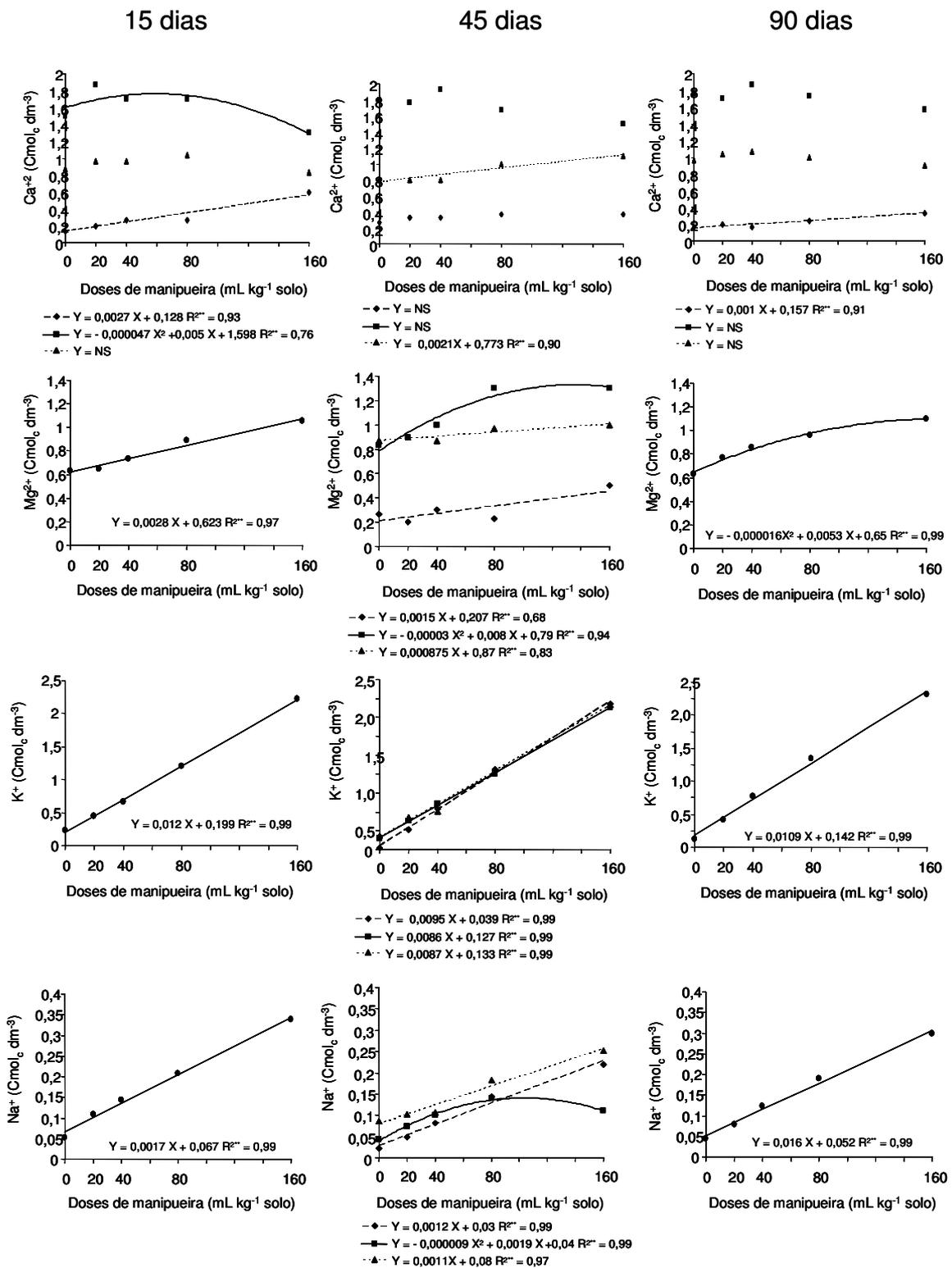


Figura 2. Teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺ em solos de classes texturais arenosa (-♦-), areno-argilosa (-■-) e argilosa (-▲-) e média dos 3 solos (—●—), 15, 45 e 90 dias após aplicação de manureira.

A elevação dos teores de Mg^{2+} , K^+ , Na^+ deve ser a causa do acréscimo na soma de bases e na saturação por bases dos solos observado em todos os períodos de avaliação (Figura 3). Além disso, existe uma correlação perfeitamente definida entre percentagem de saturação por bases de um solo e seu pH. De forma que, à medida que se eleva o pH, é também elevada a saturação por bases do solo, (Brady, 1976). Foi observado pequeno efeito significativo das doses de manureira sobre a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo aos 15 dias de avaliação, não sendo verificada interação entre as doses de manureira e os solos estudados e efeito significativo dos fatores isoladamente aos 45 e 90 dias após aplicação da manureira.

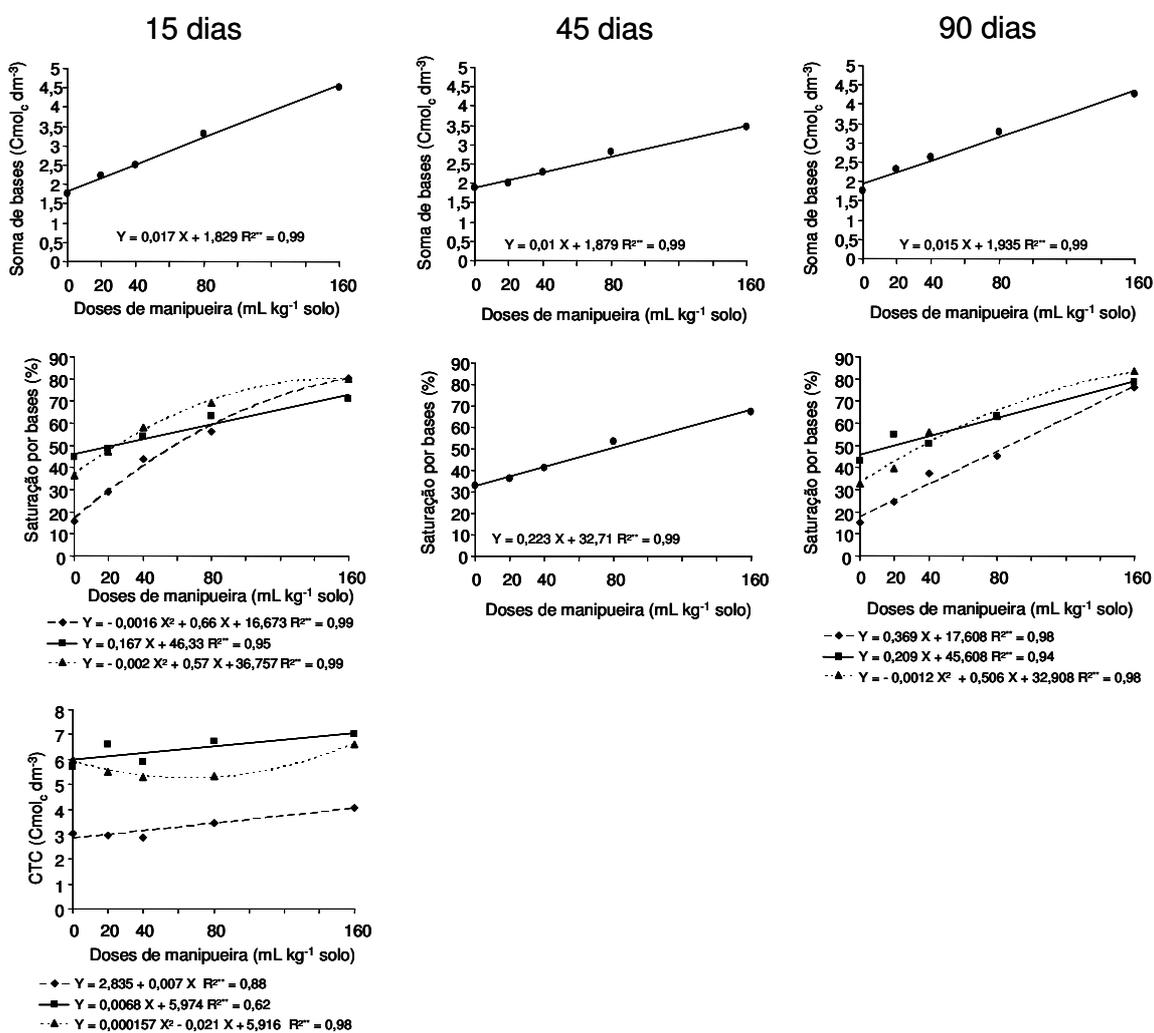


Figura 3. Soma de bases, saturação por bases e capacidade de troca de cátions (CTC) em solos de classes texturais arenosa (—◆—), areno-argilosa (—■—) e argilosa (—▲—) e média dos 3 solos (—●—), 15, 45 e 90 dias após aplicação de manureira.

Aos 15 dias após aplicação da manipueira, foi verificado efeito linear positivo da aplicação do resíduo sobre o fósforo (P) do solo de textura areno-argilosa e argilosa. Este comportamento foi similar para o solo com textura arenosa até a dose de 80 mL kg⁻¹ de solo, quando o teor de P tendeu a estabilização (Figura 4). Aos 45 dias após aplicação do resíduo, bem como aos 90 dias, foi observado acréscimo linear no teor de P do solo nos três solos estudados. Esses valores podem estar relacionados com os altos teores de P presentes na manipueira. Esse comportamento pode ser explicado também pela elevação do pH do solo, promovendo aumento na disponibilidade do fósforo (Lopes, 1998). Para Brady (1976), a falta do fósforo no solo é duplamente perigosa porque poderá impedir a assimilação de outros nutrientes, pelas plantas.

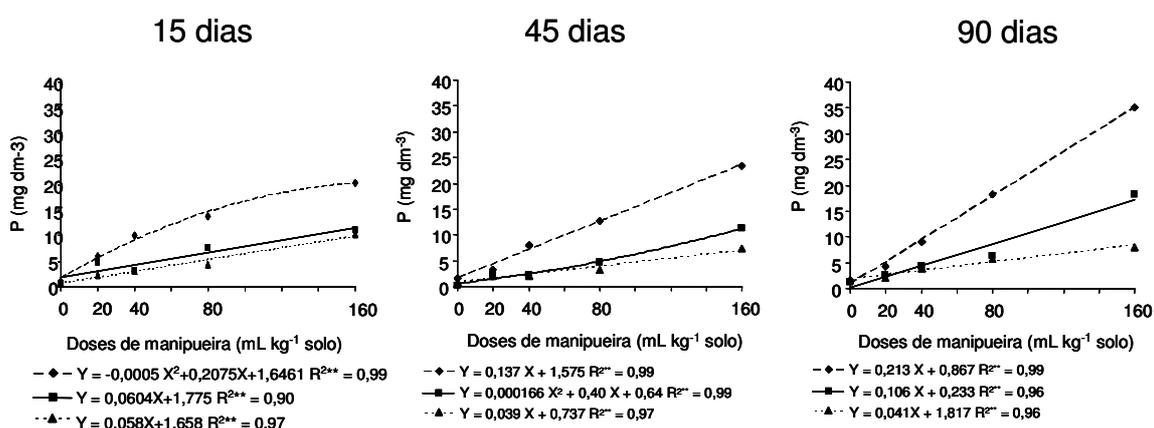


Figura 4. Teores de fósforo (P) em solos de classes texturais arenosa (—◆—), areno-argilosa (—■—) e argilosa (—▲—) 15, 45 e 90 dias após aplicação de manipueira.

Na primeira avaliação, foi observado efeito linear positivo da aplicação da manipueira sobre matéria orgânica para o solo de textura argilosa e efeito não significativo para os solos de textura areno-argilosa e arenosa (Figura 5). Oades (1988) afirma que a argila exerce um papel na estabilização da matéria orgânica do solo. Para Zech et al. (1997), as argilas mudam o microambiente dos microrganismos, influenciam o pH, energia iônica e disponibilidade de substrato, bem como na produção e atividade de enzima. Entretanto nos primeiros estágios da decomposição, as argilas geralmente aumentam o

número e atividade dos microrganismos. O consumo de oxigênio é aumentado, enquanto a perda de CO₂ é diminuída.

Segundo Scott et al. (1996), a mineralização da matéria orgânica do solo é influenciada de várias formas pela textura do solo. À medida que o conteúdo de argila aumenta, a área superficial da matriz mineral do solo e o potencial de estabilização da matéria orgânica do solo aumentam. A textura também influencia atributos físicos do solo, pela modificação na distribuição do tamanho e continuidade dos poros e tamanho e estabilidade de agregados. Estes fatores alteram a disponibilidade de água do solo, a difusão de gases e o movimento de organismos do solo (Hassink & Whitmore, 1997) e conseqüentemente, o acesso microbiano à matéria orgânica do solo fisicamente protegida. Tisdall & Oades (1982) mostraram que a matéria orgânica exerce papel importante na formação e estabilização dos agregados do solo, pelas ligações de polímeros orgânicos com a superfície inorgânica por meio de cátions polivalentes.

Aos 45 dias após sua aplicação, não foi verificada interação entre as doses de manipueira e os solos estudados. Noventa dias após aplicação da manipueira, o solo de textura arenosa apresentou acentuada elevação de matéria orgânica a partir da dose de 80 mL kg⁻¹ de solo, no entanto, para os demais solos, a aplicação da manipueira não teve efeito sobre a matéria orgânica do solo.

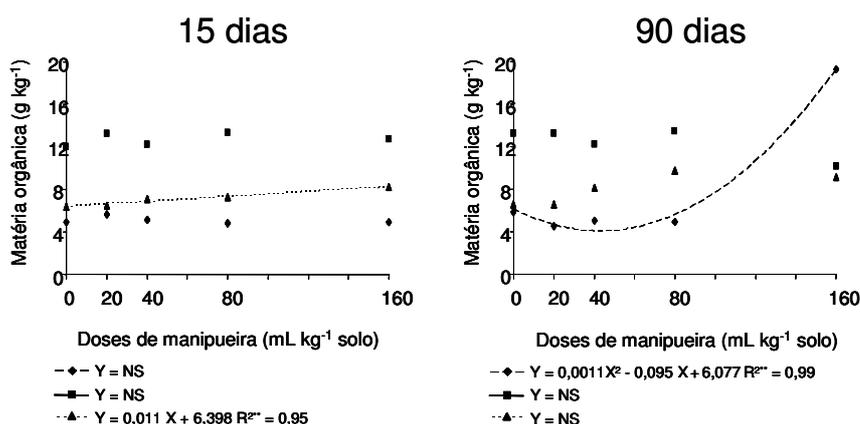


Figura 5. Teores de matéria orgânica em solos de classes texturais arenosa (-◆-), areno-argilosa (-■-) e argilosa (-▲-) 15 e 90 dias após aplicação de manipueira.

3.4. Características microbiológicas dos solos após aplicação da manipueira

Aos 15 dias após aplicação da manipueira, período da primeira avaliação foi verificado efeito linear positivo das doses sobre a respiração basal do solo de textura areno-argilosa (Figura 6). Foi observada elevada atividade microbiana, podendo apresentar estresse na população de microrganismos, havendo maior liberação de CO₂ pela respiração basal e elevado consumo de energia como forma de sobrevivência dos microrganismos do solo. Segundo Leita et al. (1995), um maior valor de respiração microbiana deve-se a uma maior reciclagem da população microbiana, necessitando de um maior consumo de energia para a sua sobrevivência. Para Godoy et al. (2005), elevada taxa respiratória, indicativo de alta atividade biológica, pode ser uma característica desejável, uma vez que pode significar transformação rápida de resíduos orgânicos em nutrientes disponíveis para as plantas. Para a biomassa do carbono e fosfatase ácida não foi verificado efeito significativo da aplicação do resíduo sobre o solo na primeira época de avaliação.

Foi verificado efeito linear positivo da aplicação da manipueira sobre a respiração basal do solo aos 45 dias após aplicação do resíduo. Entretanto, valores de respiração basal foram menores do que os encontrados no primeiro período de avaliação, demonstrando uma menor atividade da população microbiana, com conseqüente redução na liberação de CO₂. Para a biomassa do carbono, foi verificado efeito linear positivo da aplicação do resíduo no solo avaliado. Elevados valores da biomassa do carbono podem ser explicados pelo alto nível de carga orgânica existente na manipueira e sua transformação pelos microrganismos decompositores do solo que se alimentam de carbono. A microbiota do solo é a principal responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia dentro do solo, exercendo influência tanto na transformação da matéria orgânica, quanto na estocagem do carbono e nutrientes minerais (Jenkinson & Ladd, 1981).

Aos 45 dias, assim como aos 15 dias, não foi verificado efeito significativo das doses de manipueira sobre a fosfatase ácida para o solo de textura areno-argilosa. Aos 90 dias, foi observado pequeno efeito das doses de manipueira aplicadas sobre a fosfatase ácida para o solo avaliado.

Possivelmente, isso pode ter ocorrido pelo aumento do P na solução do solo com a aplicação da manipueira, sendo que, para elevados teores de P no solo a enzima fosfatase não responde significativamente. De acordo com Fernandes (1999), a enzima fosfatase ácida tem sua atividade aumentada à medida que a disponibilidade de P para as plantas e para a população de microrganismos do solo é reduzida, mostrando-se um indicador sensível da biodisponibilidade de P.

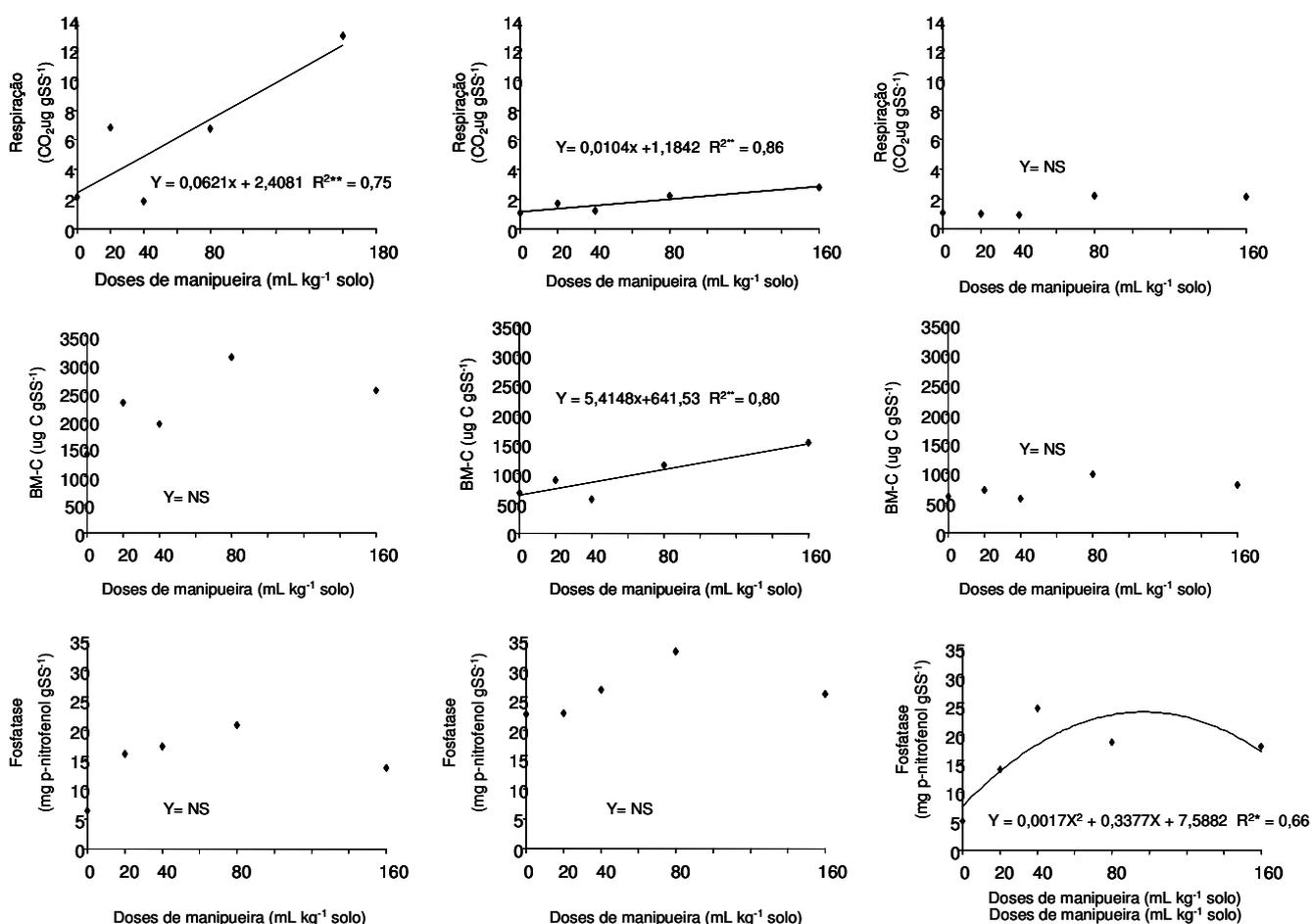


Figura 6. Respiração basal, biomassa carbono e atividade da fosfatase ácida em solo de classe textural areno-argilosa 15, 45 e 90 dias após aplicação de manipueira.

Os valores médios do quociente metabólico $q(\text{CO}_2)$ variaram de 0,0026 a 0,0035 aos 15, 45 e 90 dias após aplicação da manipueira no solo de textura areno-argilosa, não sendo verificado efeito significativo nos três períodos avaliados. O $q(\text{CO}_2)$ é considerado muito importante na avaliação da atividade

microbiana do solo, sendo referido como taxa de respiração específica da biomassa (Anderson e Domsch, 1993). É expresso em quantidade de CO₂ por quantidade de carbono da biomassa microbiana por certo tempo, apresentando grande potencial para a compreensão do desenvolvimento microbiano do meio em estudo (Carneiro, 2000).

4. CONCLUSÕES

- A utilização de manipueira como fertilizante elevou o pH do solo e favoreceu a disponibilidade de nutrientes.
- A manipueira apresentou efeito fertilizante, com incremento de Mg²⁺, K⁺ e P no solo.
- Para a maioria das variáveis avaliadas, o solo de textura areno-argilosa foi o que melhor respondeu a aplicação de manipueira.
- A maioria dos indicadores biológicos avaliados no solo de textura areno-argilosa não obteve resposta eficiente nas mudanças no solo após aplicação de manipueira.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, E.N. **Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade de um Latossolo Roxo distrófico**. 2000. 133p. (Tese de Doutorado). Lavras, Universidade Federal de Lavras.

ALEF, K.; NANNIIRI, P. (Eds). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995. 576p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Ed. 21. New York: APHA, WWA, WPCR, 1995.

ANDERSON, J. P.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient ($q\ CO$) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**. Oxford, v. 25, n. 3, p. 393 – 395, mar. 1993.

ANDRADE, G. G.; **Uso do Resíduo Tóxico Originado do Processamento da Mandioca na Suplementação Alimentar de Bovinos**. Santo Antônio, RN, 2003, SEAPAC, 8p. Apostila.

BRADY, N. C. Natureza e propriedades dos solos: **compêndio universitário sobre edafologia**. Trad. Antonio Neiva Figueiredo F°. 4. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976. 594 p.

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. In Cd-rom. **Série: Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas**. Vol.2 – Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. Fundação Cargill. Ago/2002.

CARNEIRO, M. A. C. **Características bioquímicas do solo em duas cronossequências de reabilitação em áreas de mineração de bauxita.** Lavras: UFLA. 166f.

CEREDA, M.P. **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil.** São Paulo, Editora Paulicéia, 1994. 174 p.

CEREDA, M. P. Importância, modo do consumo e perspectivas para raízes e tubérculos de hortícolas no Brasil. **In.: CARMO, C. A. S. Inhame e taro: sistema de produção familiar.** Vitória: Instituto Caixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2002. p. 27-32.

DICK, R. P.; BREAKWELL, D. P.; TURCO, R. F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. **In.: DORAM, J. W.; JONES, A. J. (Eds) Methods for assessing soil quality.** Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 247-272.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos.** 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

FERNANDES, L.A. **Formas de alumínio, de fósforo e fosfatase ácida em solos de várzea cultivados com feijoeiro: influência de calagem e fósforo.** 1999. 111p. (Tese de Doutorado). Lavras, Universidade Federal de Lavras.

FERNANDES JÚNIOR, A.; TAKAHASHI, M. Tratamento da manipueira por processos biológicos aeróbio e anaeróbio **In: Resíduo da industrialização da mandioca.** São Paulo: Paulicéia, 1994. Cap. 8.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. Programa e resumos...** São Carlos: Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, p. 255-258, 2000.

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M. C.; Manipueira: **Um adubo Orgânico em Potencial**. Belém, PA, 2001, Embrapa Amazônia Oriental, 21p. (Documentos nº 107).

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.

FIORETTO, R. A. **Uso direto da manipueira em fertirrigação**. Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas - Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. v 4. Fundação Cargill. São Paulo, 2000.

GAMEIRO, A H.; CARDOSO, C. E. L.; BARROS, G. S. C.; GUIMARÃES, V. A ; **A indústria do amido de mandioca**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2003, p90. (Documentos 6).

GODOY, S. G.; LANNA, A. C.; FERRAZ, D. M. M.; ROSA, J. R.; RABELO, V. C.; MOURÃO, V. C.; PALMA, F. R.; GUARDIOLA, M. F.; RAMOS, A. B. H.; MOREIRA, J. A. A.; DIDONET, A. D. Quantidade e atividade da biomassa microbiana no solo sob cultivo orgânico do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). In.: **VIII Congresso nacional de pesquisa de feijão**. Goiânia, 2005.

HASSINK, J.; WHITMORE, A.P. A model of the physical protection of organic matter in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.6, p.131-139, 1997.

JENKINSON, D.S. & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: **PAUL, E.A. & LADD, J.N.**, eds., Soil Biol. Biochem., 5:415-471, 1981.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica. Ceres, 1985. 492p.

LEITA, L.; DE NOBILE, M.; MUHLBACHOVA, G.; MONDONI, C.; MARCHIOL, L.; ZERBI, G. Bioavailability and effects of heavy metals on soil microbial biomass survival during laboratory incubation. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.19, n.2-3, p.103-108, Feb. 1995.

LIMA, J. W. C. **Análise ambiental: processo produtivo de polvilho em indústrias do extremo sul de santa Catarina**. 2001. 131. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo. Tradução, revisão e adaptação**. 2 ed. Piracicaba, Potafos, 1998. 177 p.

MAIA, I. C. S. **Alterações em atributos microbiológicos de um solo de tabuleiros costeiros cultivado com mamão, sob diferentes manejos de cobertura vegetal**. 2003. 82. Dissertação de mestrado em Ciências Agrárias – Universidade Federal da Bahia.

MONTEIRO, T. R.; FRIGHETO, T. S. Determinação da umidade, pH e capacidade de retenção de água do solo. In.: FRIGHETO, R.T. S; VALARINI, P. J., Coords. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**, 2000. 198p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 21).

OADES, J.M. The retention of organic matter in soils. **Biogeochemistry**, v.5, p.35-70, 1988.

PONTE, J.J.; ARAGÃO, M.L.; SILVEIRA FILHO, J.; ANDRADE, N.C. Fertilização foliar de sorgo com manipueira (extrato líquido das raízes de mandioca). **Revista de Agricultura Piracicaba**. Piracicaba, v.73, n.1, p.101-109, 1998.

PONTE, J. J. **Uso da manipueira como insumo agrícola: defensivo e fertilizante**. Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas - Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. v 4. Fundação Cargill. São Paulo, 2000.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo. Piracicaba. Ceres. Potafos. 1991. 343 p.

ROJO, M. J.; CARCEDO, S. G.; MATEOS, M. P. Distribution and characterization of phosphatase and organic phosphorus in soil fractions. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.22, n.2, . 169-174, 1990.

SANTANA, D.F. & BAHIA-FILHO, A.F.C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: **WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE**, 16., Montpellier, França. Proceedings. Montpellier, ISS, 1998.

SARAIVA, F. Z.; SAMPAIO, S. C.; SILVESTRE, M. G. Use of cassava industry wastewater in the vegetative development of corn in a protected environment. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 11, n. 1, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 Apr 2007. Pré-publicação.

SCOTT, N. A. et al. Soil textural control on decomposition and soil organic matter dynamics. **Soil Science Society America Journal**, v.60, p.1102-1109, 1996.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, v.33, p.141-163, 1982.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. Na extraction method for measuring microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.19, n.6, . 703-707, June, 1987.

WUTKE, A. C. P. Acidez. In.: MONIZ, A. C. (Coord.), **Elementos de Pedologia**. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1975. p.149-168.

ZECH, Z., SENESI, N., GUGGENBERGER, G., KAISER, K., LEHMANN, J., MIANO, T.M., MILTNER, A., SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v.79, p.69-116, 1997.

CAPÍTULO II

POTENCIAL DE REAPROVEITAMENTO DE MANIPUEIRA NO FORNECIMENTO DE NUTRIENTES PARA O SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DA MANDIOCA

RESUMO

PINHO, M. M. C. A., MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco; Maio, 2007. **Potencial de reaproveitamento de manipueira no fornecimento de nutrientes para o solo e nutrição mineral da mandioca.** Orientador: Emídio Cantídio de Oliveira Filho. Conselheiros: Adriana Maria de Aguiar Accioly e Aldo Vilar Trindade.

O objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de reciclagem da manipueira utilizada como fertilizante na cultura da mandioca (*Manihot sculenta* Crantz). As três amostras de horizontes de solos selecionadas atenderam a uma variação de textura, onde textura argilosa, areno-argilosa e arenosa. As amostras de textura areno-argilosa e argilosa foram coletadas de um Latossolo Amarelo nos horizontes Ap (0-0,15m) e Bw2 (0,83-1,20m), respectivamente. A amostra de textura arenosa foi de um Neossolo Quartzarênico distrófico (0-0,15m). Subamostras foram submetidas a caracterização química e física, em seguida, o material foi colocado em vasos de 3 kg de solo. Na manipueira utilizada no experimento foi realizada caracterização física química e bioquímica. O experimento foi conduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em casa de vegetação. As doses de manipueira foram definidas a partir da necessidade de K_2O requerida pela cultura, onde foi estabelecida a ausência da manipueira (0 mL vaso⁻¹ de solo), 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 vezes a recomendação. Após incubação com o resíduo fez-se o plantio das manivas da mandioca. Nos tecidos vegetais foram determinadas análises químicas e produção de matéria seca e os solos foram submetidos a análise química. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 5. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Software SISVAR e SAS. A utilização de manipueira como fertilizante elevou o pH, os teores P e K^+ no solo, não refletindo na parte aérea da mandioca, elevou a produção de matéria seca da parte aérea. O solo de textura areno-argilosa foi o que melhor respondeu à aplicação de manipueira para a maioria das variáveis.

Palavras-chave: Manipueira, mandioca, fertilizante, solo

RESUMO

PINHO, M. M. C. A., MSc., Universidade Federal Rural de Pernambuco; Maio, 2007. **Potential use of the cassava by product as a source of mineral nutrient to Cassava.** Orientador: Emídio Cantídio de Oliveira Filho. Co-Orientadores: Adriana Maria de Aguiar Accioly e Aldo Vilar Trindade.

This study evaluated the potential use of cassava byproduct as a nutrient source to cassava (*Manihot sculenta* Crantz). Three soil samples were collected from clay, sandy-loamy and sandy texture horizons. The areno-loamy and clay texture samples were collected from the Ap (0-0.15m) and Bw2 (0.83-1.20m) horizons of a Yellow Latossol, respectively. The sandy texture sample was collected from the top 0.15 m of a Dystrophic Quartzarenic Neossol (0-0,15m). After the chemical and physical characterization, the soils were transferred to plastic pots with capacity for three kg soil. Physical, chemical and biochemical characteristics of the cassava byproduct were accessed. The study was carried out under greenhouse conditions at EMBRAPA cassava and Tropical Fruit. The study was set up as a randomized block design in a 3 X 5 factorial scheme. The doses of the byproducts were defined based on the cassava requirement for K₂O. Five doses of cassava byproducts, control (0 mL pot⁻¹), 0.5, 1.0, 2.0 and 3.0 times the potassium requirement were applied. After the byproduct incubation the cassava seeds were planted. Upon harvest the dry biomass and nutrient composition was evaluated, the soil was also chemically evaluated. The computer base software SISVARS was used to run the statistical analyses. The use of the cassava byproduct used as fertilizer raised the soil pH and the P and K soil concentration, but increased in nutrient bioavailability had no effect on the shoot dry biomass production. The sandy-loamy textured soil was the one that best responded to the residue application for most of the evaluated parameters.

Key words: Cassava byproduct, cassava, fertilizer, soil

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) é uma planta resistente as mais adversas condições de cultivo, solo e condições climáticas. Quando bem manejada, alcança excelente produtividade, podendo atingir mais de trinta toneladas por hectare (Lima, 2001).

No Nordeste do Brasil, principal produtor de mandioca do país, grande parte dessa produção destina-se à alimentação humana, em consonância com o fato de ser a farinha de mandioca um dos alimentos básicos de subsistência das populações regionais de baixa renda, justo a maioria dos habitantes. O restante é destinado à alimentação de animais domésticos, especialmente bovinos. Na citada região, a fabricação da farinha de mandioca é competência, na maioria dos casos, de pequenos produtores rurais que, a este fim, utilizam processos rudimentares, cujos fundamentos remontam à época colonial (Ponte, 2002).

Para as atividades agroindustriais da cultura da mandioca, Fernandes Júnior e Takarashi (1994) afirmam que os resíduos sólidos são menos problemáticos que os efluentes líquidos. A manipueira é o resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento de mandioca (Normanha, 1982), sendo nociva por se encontrar sempre concentrada em locais restritos. Segundo Andrade (2003), estes efeitos somente serão diluídos se ela for melhor distribuída no ambiente. Ferreira et al. (2001) afirmaram que o emprego da manipueira como adubo poderá induzir a redução ou mesmo eliminar o seu despejo sem controle ao ambiente. Para Takahashi (1987), as águas residuais, de maneira geral, não afetam as propriedades físicas do solo, aumentando o teor de matéria orgânica, fósforo e potássio no solo, constituindo-se em um ótimo fertilizante para a maioria das culturas. Segundo Silva (2003), a composição química da manipueira sustenta a potencialidade do composto como adubo, haja vista sua riqueza em nitrogênio, fósforo e, principalmente, potássio.

Ferreira et al. (2001) concluíram que a adubação de solos de baixa fertilidade com manipueira possibilita ao produtor obter produtividades semelhantes às aquelas alcançadas com adubação mineral e com um número maior de cultivos sucessivos na mesma área. Bianchi (1998) constatou que a

adição da manipueira nas doses de $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, em adubação de plantio, 25 e 41 dias e entre 41 e 55 dias, na cultura da mandioca, aumentava a produtividade das raízes.

Para Fioretto (1985), a aplicação de manipueira, via irrigação, em lavouras de mandioca, proporcionou aumento no teor de matéria orgânica, P e K no solo, e no controle de plantas daninhas. Vieites & Brinholi (1994) verificaram respostas positivas na utilização da manipueira, nas doses de 60 e $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ associadas à adubação mineral, na cultura da mandioca, com o aumento do comprimento e diâmetro das raízes e elevação da produtividade. Entretanto, Fioretto (1994), estudando o efeito de cinco doses de manipueira (0, 80, 120, 160 e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) na produção final na cultura da mandioca, sob as mesmas condições, verificou que todos os tratamentos que receberam manipueira produziram menos que a testemunha.

A capacidade de se desenvolver e produzir relativamente bem em solos de baixa fertilidade, talvez seja a principal característica da mandioca. Supera os problemas de baixos teores de fósforo, através de uma eficiente associação com micorrizas. Em solos pobres de nutrientes, a planta reduz seu tamanho, mantendo todavia a concentração desses nutrientes em nível ótimo, permitindo assim maior eficiência na utilização dos elementos nutritivos. Tolerante a solos ácidos, porque suporta altos níveis de saturação com alumínio, porém é muito susceptível à salinidade. A faixa de pH ideal situa-se entre 5 e 6 (Lorenzi et al., 2002). Sendo a mandioca uma cultura de alto consumo de nitrogênio e em geral cultivada em solos com baixos teores de matéria orgânica, era de se esperar acentuadas respostas às adubações nitrogenadas. Entretanto, resultados de pesquisa realizados em diferentes estados, mostram que os incrementos de produção devido a este elemento são pequenos e pouco frequentes (Gomes, 1987).

Quanto ao potássio, nutriente extraído em maior quantidade pela mandioca, os solos cultivados normalmente apresentam teores baixos a médios deste nutriente e apresentam também baixa capacidade de renovar o potássio trocável do solo; assim, o esgotamento do mesmo é atingido rapidamente, normalmente após dois a quatro cultivos repetidos na mesma área. Logo, embora a resposta à adubação potássica seja baixa nos primeiros

cultivos numa área, após vários cultivos ela torna-se evidente (EMBRAPA, 2006).

Devido a um alto potencial de produção e acumulação de carboidratos nas raízes da mandioca ocorre um elevado acúmulo de nutrientes minerais, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio. Em lavouras com produtividade próximas a media nacional no Brasil, há uma exportação de 100 kg de N, 100 kg de P e até 600 kg de K (Charles et al., 2005). Esta alta exportação de nutrientes pode não assegurar produtividades econômicas desta cultura com o passar dos anos de cultivo, principalmente quando cultivada em solos de baixa fertilidade natural (Lopes, 2005).

Assim, esse estudo teve o objetivo de avaliar o potencial de reciclagem da manipueira utilizada como fertilizante na cultura da mandioca (*Manihot sculenta* Crantz).

2. MATERIAL E MÉTODOS

As três amostras de horizontes selecionadas de solos característicos da região atenderam a uma variação de textura, sendo uma de textura argilosa, outra areno-argilosa e outra arenosa. As amostras de textura areno-argilosa e argilosa foram coletadas na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas - Bahia, de um Latossolo Amarelo álico, A moderado, nos horizontes Ap (0-0,15m) e Bw2 (0,83-1,20m), respectivamente. A amostra de textura arenosa foi coletada no município de Nazaré das Farinhas - Bahia, na profundidade de 0-0,15m, de um Neossolo Quartzarênico distrófico, A proeminente, fase floresta perenifólia. Após a coleta, as amostras de solos foram colocadas para secar à sombra. Depois de destorroadas e peneiradas em malha de 4 mm, foram retiradas sub-amostras para caracterização química e física (Quadro 1). Em seguida, o material foi colocado em vasos com capacidade para 3 kg de solo.

Quadro 1. Características químicas e físicas dos solos utilizados no experimento

Característica	Arenoso	Areno-argiloso	Argiloso
pH em água	5,7	4,6	5,4
P (mg dm ⁻³)	1	2	3
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,02	0,09	0,21
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,5	1,1	1,8
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2	0,4	0,8
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,02	0,07	0,05
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,1	1,2	0,2
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,75	4,07	2,97
S (cmol _c dm ⁻³)	1,74	1,65	2,86
CTC (cmol _c dm ⁻³)	4,49	5,72	5,83
V (%)	39	29	49
MO (g kg ⁻¹)	7,74	5,90	1,1
Areia (g kg ⁻¹)	912	661	427
Silte (g kg ⁻¹)	68	97	123
Argila (g kg ⁻¹)	20	242	450

A manipueira utilizada no experimento (Quadro 2) foi coletada na casa de farinha da Coopatan (Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves), localizada no município de Tancredo Neves - Bahia. A coleta foi realizada diretamente na saída do processo de prensagem da mandioca, transportada para Cruz das Almas, sendo as doses aplicadas aos solos no dia seguinte. A manipueira foi submetida a análise de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Para a determinação do N procedeu-se a digestão sulfúrica, e para os demais elementos a digestão nitro-perclórica. As análises dos nutrientes foram realizadas no Laboratório de Nematologia e Microbiologia do Solo da Embrapa Mandioca em Fruticultura Tropical, conforme *American Public Health Association*, 1995.

Quadro 2. Caracterização química da manipueira.

COMPONENTE	CONCENTRAÇÃO
N	0,245%
K	0,055%
P	0,186%
Ca	0,014%
Mg	0,301%
pH	4,14

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos com 3 kg de solos de diferentes classes texturais e doses de manipueira. As doses de manipueira foram definidas a partir da necessidade de K_2O requerida pela cultura, de acordo com a Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado da Bahia (1989). Assim, estabeleceu-se a ausência da manipueira (mL vaso^{-1} de solo), 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 vezes a recomendação, correspondendo a 0, 65, 130, 260 e 390 mL vaso^{-1} de solo, equivalente a 0, 130, 260, 520 e 780 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$. Após um período de trinta dias de incubação com o resíduo fez-se o plantio das manivas da mandioca da variedade cigana, e foi realizada irrigação diária nos vasos. Com sessenta dias as plantas foram colhidas, cortando-se rente ao solo e separando-se parte aérea e raízes. As raízes foram separadas do solo, lavadas em água corrente até completa remoção do solo, e finalmente lavadas em água deionizada. A parte aérea e raízes foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingirem peso constante e, depois de pesadas, foram moídas em moinho tipo wiley.

Nos tecidos vegetais da parte aérea foram determinados os teores totais de macronutrientes e sódio. Para a determinação de N procedeu-se à digestão sulfúrica, e para os demais elementos a digestão nitro-perclórica. Nos extratos foram determinados os teores de N pelo método de Kjeldahl, P pelo método colorimétrico, K e Na por fotometria de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (Embrapa, 1999). Ao final do experimento foram coletadas amostras de solo para avaliações químicas que foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical conforme Embrapa (1997).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 5, sendo três solos e cinco doses de manipueira aplicadas aos solos, com 4 repetições, formando um total de 60 parcelas experimentais. As análises estatísticas das avaliações dos solos foram realizadas com o auxílio do Software SISVAR (Ferreira, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), análise de regressão e teste de média (Tukey) e pelo SAS (SAS Institute, 2003), para determinação do coeficiente de correlações de Pearson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção de matéria seca

Foi verificada resposta da produção de matéria seca da parte aérea da mandioca à aplicação da manipueira, sendo essa resposta diferente para cada textura de solo (Figura 1). Esses resultados corroboram com Fioretto (2001), que verificou o efeito de doses crescentes de manipueira sobre a produção final da cultura da mandioca.

A maior produção da matéria seca da parte aérea, 12,38 g, foi obtida no solo de textura areno-argilosa, com a maior dose de manipueira aplicada (390 mL kg⁻¹ de solo). Para o solo argiloso, a maior produção foi estimada em 8,74 g, equivalente à dose de 329 mL kg⁻¹ de solo, enquanto que, para o solo arenoso a maior produção foi estimada para a dose de 218 mL kg⁻¹ de solo em 7,10 g, ponto a partir do qual a aplicação da manipueira passa a ter efeito negativo sobre a produção da massa seca da parte aérea. Essa redução da produção verificada no solo arenoso pode estar em função de algum desbalanço nutricional ou efeito tóxico do resíduo. Como as partículas maiores de areia apresentam menor superfície específica do que as partículas menores de argila, solos de textura arenosa possuem menor capacidade de adsorção de elementos químicos (Grohmann, 1975), permitindo que prováveis elementos tóxicos encontrem-se disponíveis na solução e sejam facilmente absorvidos pela planta.

Em valores relativos, a produção obtida no solo de textura areno-argilosa foi 42% superior ao solo de textura argilosa e 75% superior ao de textura arenosa. Essa maior produção deve ser função da textura areno-argilosa reunir características químicas e físicas mais adequadas ao desenvolvimento da planta. Segundo Alves & Silva (2003), a cultura da mandioca tem melhor resposta à produtividade em solos arenosos ou areno-argilosos, por possibilitarem um fácil crescimento das raízes, pela boa drenagem e pela facilidade de colheita. Os solos argilosos devem ser evitados, pois são mais compactos, dificultando o crescimento das raízes, apresentam maiores riscos de encharcamento e de apodrecimento das raízes e dificultam a colheita,

principalmente se ela coincide com a época seca. Além disso, o solo areno-argiloso é mais rico em matéria orgânica e com melhor disponibilidade de nutrientes, o que proporciona maior produtividade, desde que sejam utilizados insumos que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo (Vidigal et al., 1995).

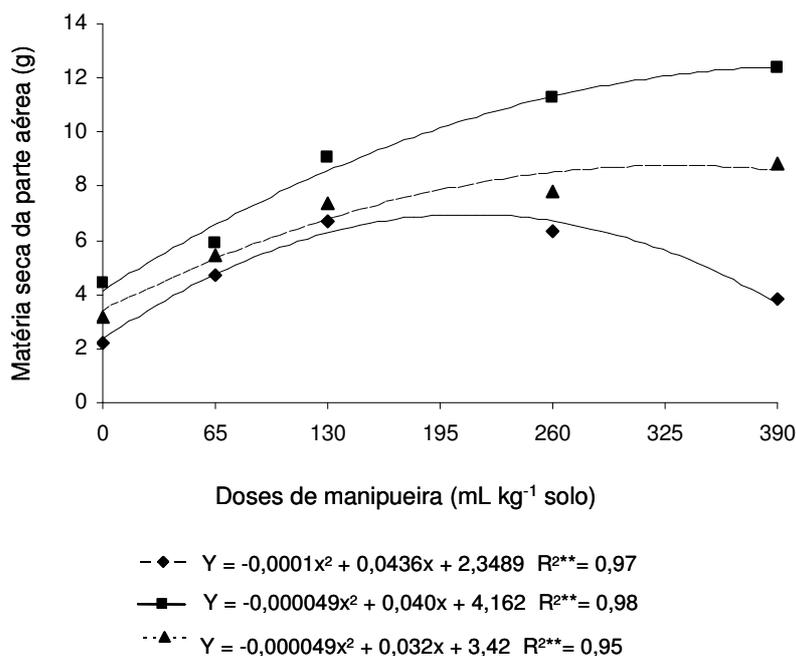


Figura 1. Produção de matéria seca da parte aérea de mandioca cultivada em solos de classes texturais arenosa (-◆-), areno-argilosa (-■-) e argilosa (-▲-) após a aplicação de manipueira.

Foi observado efeito significativo das doses de manipueira sobre a produção de matéria seca na raiz, não sendo verificada interação entre as doses de manipueira e os solos estudados (Figura 2), porém, Fukuda & Otsubo (2003) afirmam que, como o principal produto da mandioca são as raízes, ela necessita de solos friáveis (soltos), sendo ideais os solos arenosos, por possibilitarem um fácil crescimento das raízes. Para Taylor & Brar (1991), muitas vezes ocorrem redução das raízes, porém estas mantêm satisfatoriamente o suprimento de água e nutrientes para a parte aérea, não refletindo em menor produção.

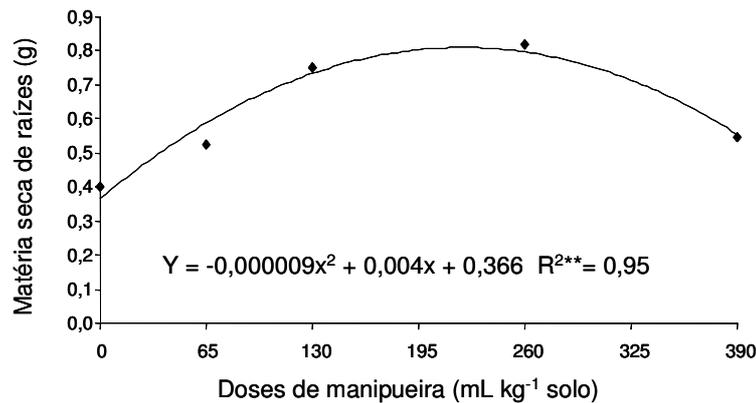


Figura 2. Média de produção de matéria seca da raiz de mandioca cultivada em solos de classes texturais arenosa, areno-argilosa e argilosa após aplicação de manipueira.

3.2. Teores de macronutrientes e Na na parte aérea

A aplicação da manipueira contribuiu significativamente para elevação do teor de nitrogênio (N) das plantas cultivadas em solo de textura arenosa a partir da dose 260 mL kg⁻¹ de solo, no entanto, para os demais solos a aplicação da manipueira não teve efeito sobre o teor de N na parte aérea da planta (Figura 3).

Os teores foliares de N estão abaixo do nível considerado adequado por Malvolta (1997), onde esses teores estariam entre 5,1 e 5,8 g kg⁻¹. Segundo Souza et al. (2005), baixos teores de N encontrados na biomassa de folhas podem ser devido a alguma redução na disponibilidade desse nutriente no solo ou de uma baixa ou média eficiência da absorção de N pela mandioca. Ternes (2002) afirma que a resposta que a planta da mandioca dá a adubação nitrogenada depende do teor de matéria orgânica existente no solo. No entanto, o solo de textura arenosa foi o que apresentou menores teores de matéria orgânica (média de 0,53%) e Souza & Filho (2003) afirmam que a mandioca tem apresentado respostas pequenas à aplicação de N, em solos com baixos teores de matéria orgânica, embora ele seja o segundo nutriente absorvido em maior quantidade pela planta. Devido ao alto consumo de nitrogênio e em geral por ser cultivada em solos com baixos teores de

matéria orgânica, era de se esperar acentuadas respostas às adubações nitrogenadas. Entretanto, resultados de pesquisa realizados em diferentes estados do País, mostram que os incrementos de produção devido ao nitrogênio são pequenos e pouco freqüentes (Gomes, 1987).

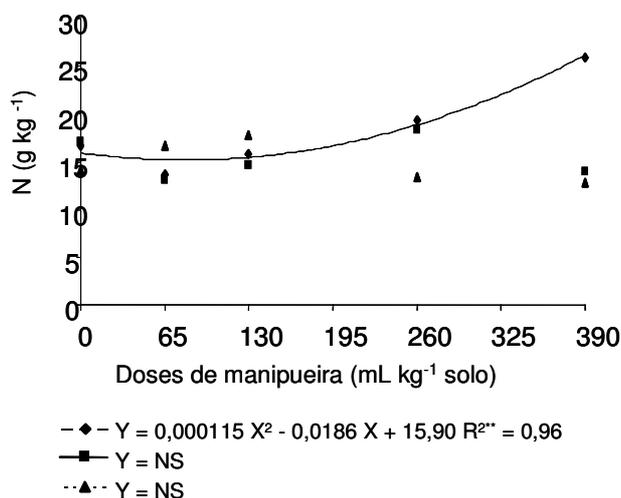


Figura 3. Teores de nitrogênio na parte aérea de mandioca cultivada em solos de classes texturais arenosa (-♦-), areno-argilosa (-■-) e argilosa (-▲-) após a aplicação de manipueira.

Em relação ao fósforo (P), foi verificado efeito significativo da aplicação da manipueira sobre sua concentração na parte aérea das plantas cultivadas em solo de textura areno-argilosa, entretanto, para os demais solos a aplicação da manipueira não teve efeito sobre o teor de P na planta (Figura 4). Os teores foliares de P observados nos solos estudados estão abaixo do nível considerado adequado por Malavolta (1997), que variam entre 0,3 e 0,5 g kg⁻¹ para a cultura da mandioca. Para Mattos e Cardoso (2003), a aplicação de fósforo adquire grande importância no cultivo da mandioca, embora não seja extraído em grandes quantidades pela planta, pois os solos brasileiros em geral são pobres neste nutriente. Ternes (2002) afirma que mesmo não obtendo resposta ao fósforo em solo arenoso, é necessária reposição do elemento após o cultivo.

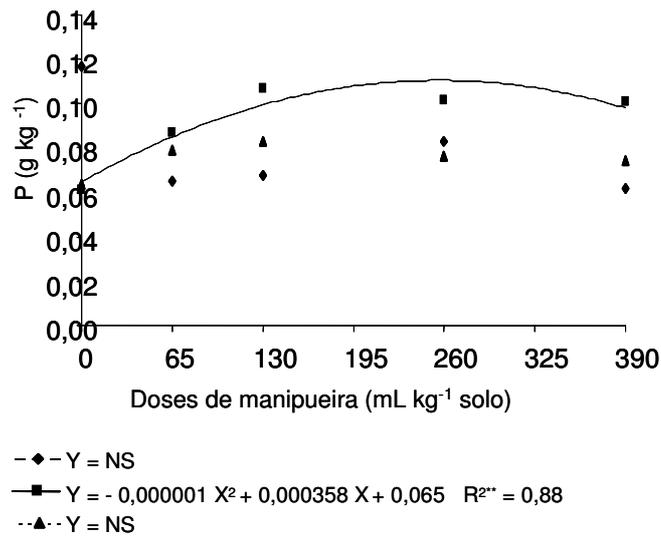


Figura 4. Teores de fósforo no tecido vegetal da parte aérea de mandioca cultivada em solos de classes texturais arenosa (-◆-), areno-argilosa (-■-) e argilosa (-▲-) após a aplicação de manipueira.

No quadro 3 pode-se verificar que não houve efeito significativo da aplicação da manipueira sobre os teores de potássio (K), magnésio (Mg) e sódio (Na) na parte aérea da planta para os três solos estudados. Assim como os teores de N e P, os teores de K também não alcançaram o nível considerado adequado por Malvolta (1997), que variam entre 1,3 e 2,0 g kg⁻¹. Segundo Alves e Silva (2003), a mandioca tem apresentado respostas pequenas à aplicação de potássio, embora este elemento seja o nutriente mais absorvido pela planta.

Os teores de magnésio encontrados no tecido foliar da mandioca estão acima dos teores considerados adequados para Malavolta (1997), que variam entre 0,29 e 0,31 g kg⁻¹. Esta elevada absorção do Mg pela planta deve estar em função do elevado teor do nutriente na manipueira aplicada. Segundo Ternes (2002), a mandioca extrai quantidades de Mg em grau elevado e além disso, o magnésio é um nutriente que se desloca muito facilmente.

Quadro 3. Média de teores de elementos na parte aérea da mandioca após aplicação de doses de manipueira em três solos texturalmente diferentes

Solo	K	Mg	Na
----- g kg ⁻¹ -----			
Arenoso	1,145	0,30539	0,700
Argilo-arenoso	0,975	0,35020	0,820
Argiloso	1,265	0,31952	0,705

Para os teores de cálcio (Ca) na parte aérea da mandioca, foi verificado acréscimo significativo nas plantas cultivadas no solo de textura arenosa a partir da dose 130 mL kg⁻¹ de solo, entretanto, para os demais solos a aplicação da manipueira não teve efeito sobre o teor de Ca na parte aérea da planta (Figura 5).

Os teores de Ca encontrados no tecido foliar da mandioca após aplicação da manipueira estão abaixo dos teores considerados adequados para Malavolta (1997), os quais variam entre 0,75 e 0,85 g kg⁻¹. Provavelmente, com a aplicação das doses de manipueira foi fornecido este nutriente para o solo, no entanto, seus teores não foram refletidos no tecido vegetal da cultura.

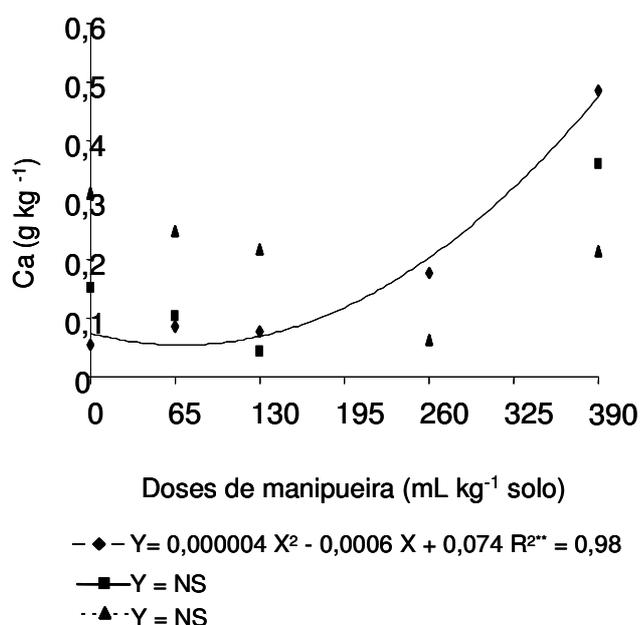


Figura 5. Teores de cálcio no tecido vegetal da parte aérea de mandioca cultivada em solos de classes texturais arenosa (-◆-), areno-argilosa (-■-) e argilosa (-▲-) após a aplicação de manipueira.

3.3. Teores de nutrientes e sódio no solo após aplicação de manipueira e após colheita do experimento

Após aplicação das doses de manipueira foi verificado efeito linear positivo da aplicação do resíduo sobre o pH do solo de textura areno-argilosa e argilosa (Figura 6). Este comportamento foi similar para o solo com textura arenosa até a dose de 80 mL kg⁻¹ de solo, quando o pH tendeu a uma estabilidade. Este comportamento pode ser função do maior poder tampão dos solos com maior teor de argila, sendo estes menos suscetíveis a variações que solos arenosos. Wutke (1975), afirma que devido a maiores valores de CTC, os solos argilosos possuem maior poder tamponante do que os solos arenosos.

Para os solos de textura arenosa e areno-argilosa, apenas o tratamento que não recebeu adição de manipueira não apresentou pH considerado ideal para cultivo da mandioca. Souza e Fialho (2003) afirmaram que a faixa favorável de pH é de 5,5 a 7, sendo 6,5 o ideal, embora a mandioca seja menos afetada pela acidez do solo do que outras culturas. Para o solo de textura argilosa, apenas o tratamento que recebeu a dose mais elevada mostrou valores de pH considerados adequados para cultivo da mandioca. De acordo com Souza e Fialho (2003), rendimentos satisfatórios para a cultura da mandioca são obtidos em solos com baixos teores de nutrientes, onde a maioria dos cultivos tropicais não produziria satisfatoriamente. Para Moraes et al. (1982), em Ternes (2002), a planta de mandioca não responde à correção do pH, sendo recomendado aplicar cálcio e magnésio apenas como fertilizante. Além disso, a falta de resposta à correção da acidez também se deve à tolerância desta cultura à saturação em alumínio de até 80% (Lozano et al., 1983).

Inversamente à elevação do pH do solo, para a acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) foi verificado decréscimo linear com a aplicação das doses crescentes de manipueira. Em relação ao alumínio trocável (Al^{3+}), verificou-se uma redução do elemento nos solos avaliados, sendo observado para o solo de textura arenosa uma tendência a estabilização na dose 390 mL kg⁻¹ de solo. Provavelmente isso aconteceu pelo aumento do pH, reduzindo a solubilidade do Al^{3+} . Quantidades consideráveis de alumínio encontra-se em estado solúvel quando baixo o pH do solo, podendo ser tóxico para certos vegetais. No

entanto, com a elevação do pH, o Al^{3+} se precipita, tornando-se cada vez menor sua proporção na solução do solo (Brady, 1976). Segundo Oliveira et al. (2004), a redução do alumínio ativo dá-se com elevação do pH para um valor acima de 5,5, procurando atingir a faixa de 5,8 a 6,2.

Com aplicação das doses de manipueira, foi verificado acréscimo nos teores de cálcio (Ca^{2+}) não sendo verificada interação entre as doses estudadas e a textura dos solos. Os valores de Ca^{2+} encontrados nos solos de textura arenosa e argilosa após aplicação das doses de manipueira foram inferiores aos valores encontrados nestes solos antes da aplicação das doses. Ternes (2002) afirmou que apesar de produzir em solos esgotados, a mandioca é uma planta que extrai nutrientes do solo em grandes quantidades, dentre eles o cálcio. Segundo Mattos e Cardoso (2003), a mandioca é uma cultura que pode absorver grandes quantidades de nutrientes e provavelmente exporta tudo o que foi absorvido.

Para o magnésio (Mg^{2+}), matéria orgânica e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo após aplicação da manipueira não foi verificado interação entre as doses estudadas e a textura do solo. No entanto, observou-se incremento de Mg^{2+} com a aplicação das doses de manipueira, provavelmente, pela elevada quantidade deste elemento presente na manipueira.

Com relação ao potássio (K^+) no solo, foi verificado efeito linear positivo da aplicação do resíduo sobre o K^+ do solo de textura areno-argilosa e argilosa. Este comportamento foi semelhante para o solo com textura arenosa que a partir da dose de 130 mL kg^{-1} de solo o K^+ tendeu a uma estabilidade. Segundo Mattos e Cardoso (2003), o potássio é o nutriente extraído em maior quantidade pela mandioca e seu esgotamento é atingido rapidamente. Também para Ternes (2002), o K^+ é o nutriente extraído em maior quantidade pela mandioca, deixando os solos cultivados normalmente com teores baixos a médios deste nutriente e apresentando baixa capacidade de renovar o potássio trocável do solo. Entretanto, observou-se incremento de K^+ no solo após aplicação de doses de manipueira nos solos estudados. Possivelmente, isso ocorreu pela presença marcante deste elemento na manipueira.

Foi verificado efeito linear positivo da aplicação do resíduo sobre o sódio (Na^+) dos solos avaliados, havendo elevação dos teores de Na^+ no solo após

aplicação do resíduo. Possivelmente, a manipueira possui em sua constituição elevados teores de Na^+ adicionando este elemento após sua aplicação aos solos. Para Boom (2002), o sódio pode substituir o potássio para algumas funções na planta. Nesse estudo, os teores de Na^+ representados na saturação por bases dos solos de textura arenosa, areno-argilosa e argilosa, respectivamente, foram de 1,3%, 2,3% e 2,7%. De acordo com Howelwer (2002), teores de sódio entre 2 e 10% são considerados altos na saturação por bases de solos cultivados com mandioca. Segundo Bergmann (1992), altos níveis de Na^+ promovem redução do crescimento vegetativo por inibir principalmente a absorção de Ca^{+2} .

Foi observado efeito linear positivo da aplicação do resíduo sobre a saturação por bases dos solos estudados. Possivelmente, isso ocorreu pela elevação dos teores de Mg^{2+} , K^+ , Na^+ . Com relação ao fósforo (P) no solo, foi verificado efeito linear positivo da aplicação da manipueira ao final do experimento sobre o P nos três solos estudados. Isso pode ser atribuído à presença desse nutriente em grandes concentrações na manipueira. De acordo com Ternes (2002), o fósforo não é um nutriente extraído em grandes quantidades pela mandioca. Resultados semelhantes com relação à P e K^+ foram encontrados por Fioretto (1985), onde a aplicação de manipueira via irrigação, em lavouras de mandioca, proporcionou aumento no teor de P e K^+ no solo. Para as correlações realizadas entre os teores de nutrientes na parte aérea da mandioca e do solo não foram observados coeficientes significativos.

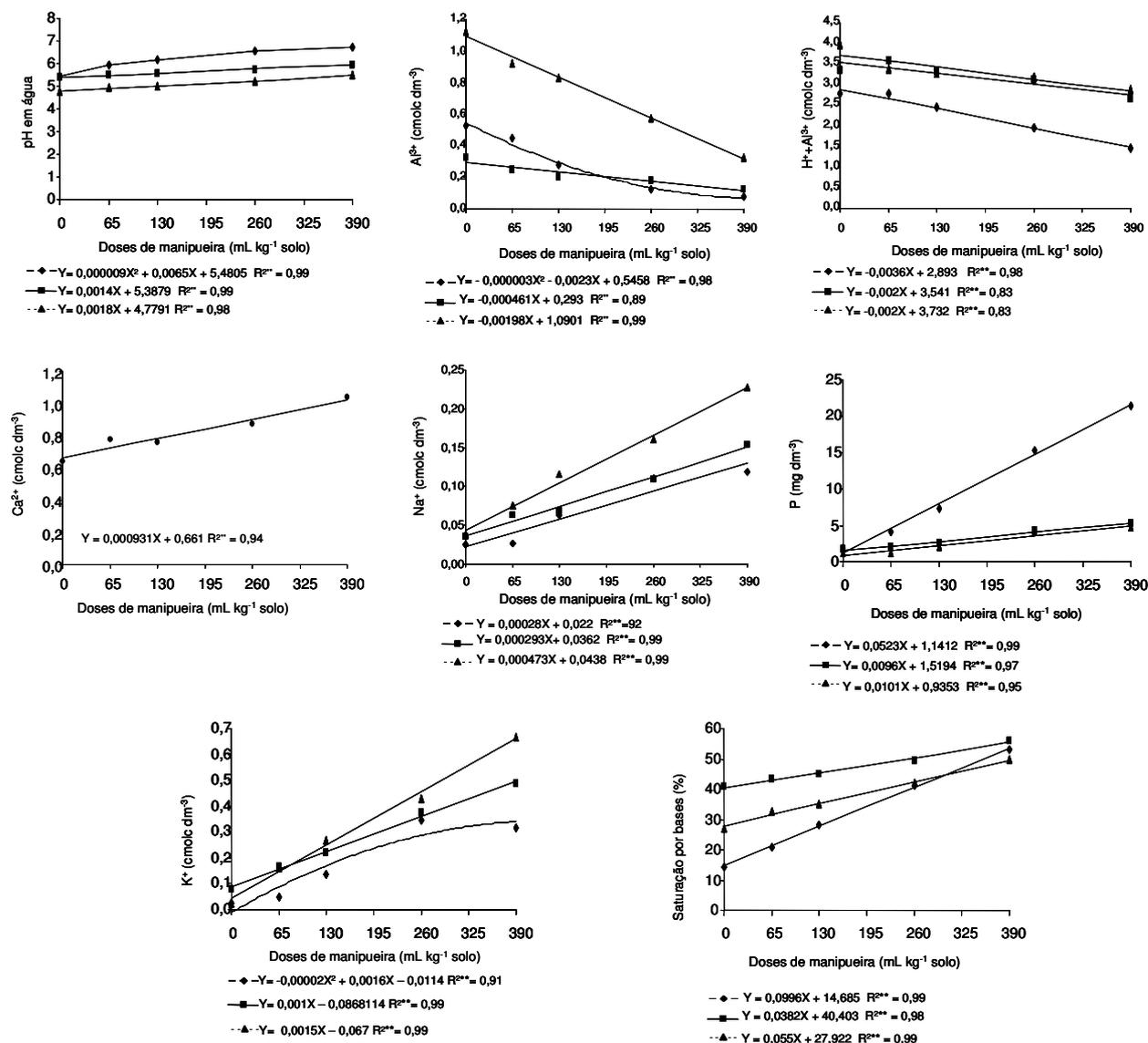


Figura 6. Medida de pH em água, teor de alumínio, acidez potencial, cálcio, sódio, fósforo, potássio e saturação por bases em solos de classes texturais arenosa (-♦-), areno-argilosa (-■-), argilosa (-▲-) e média dos 3 solos (-♦-) após a aplicação de manureira.

4. CONCLUSÕES

- A utilização de manipueira como fertilizante elevou o pH, os teores P disponível e K trocável no solo, o que não foi refletido na parte aérea da planta.
- A aplicação das doses de manipueira aos solos elevou significativamente a produção de matéria seca da parte aérea da mandioca.
- A manipueira não nutriu adequadamente as plantas de mandioca dos nutrientes N, P, K e Ca.
- Para a maioria das variáveis, o solo de textura areno-argilosa foi o que melhor respondeu à aplicação de manipueira.
- A manipueira pode ser utilizada como fertilizante para a cultura da mandioca.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. A. C.; SILVA, A. F. Cultivo da mandioca para a região semi-árida. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2003. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/adubacao.htm. Acesso em: 27 de abril de 2007.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Ed. 21. New York: APHA, WWA, WPCR, 1995.

ANDRADE, G. G. **Uso do Resíduo Tóxico Originado do Processamento da Mandioca na Suplementação Alimentar de Bovinos**. Santo Antônio, RN, 2003, SEAPAC, 8p. Apostila.

BERGMANN, W. (ed.). **Nutritional disorders of plants**. New York: G. Fischer, 1992. 741p.

BIANCHI, V. L. **Balço de massa e de energia do processamento de farinha de mandioca em uma empresa de médio porte do Estado de São Paulo**. Botucatu, SP: USP, 1998. 118. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agronômicas.

BOOM, B. Solo saudável, pasto saudável, ebanho saudável - a abordagem equilibrada. In.: I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte. **Embrapa Pantanal**, 2003. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/portugues/03pt03.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2007.

BRADY, N. C. Natureza e propriedades dos solos: **compêndio universitário sobre edafologia**. Trad. Antonio Neiva Figueiredo F°. 4. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976. 594 p.

CHARLES, A.; SRITOTH, K.; HOANG, T. **Poximate composition, mineral contents, hydrogen cyanide and phytic acid of 5 cassava genotypes.** Food Chemistry, 2005, 92, 615-20.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia.** Salvador: CEPLAC/ EMATERBA/ EMBRAPA / EPABA /NITROFERTIL, 1989. 176 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos.** 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Silva, F. C. da (org.). Brasília: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia.** 1999. 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção de mandioca.** Disponível em: <<http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/#mandioca>>. Acesso em: 07 mar. 2006.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Programa e resumos...** São Carlos: Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, p. 255-258, 2000.

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M. C.; **Manipueira: Um adubo Orgânico em Potencial.** Belém, PA, 2001, Embrapa Amazônia Oriental, 21p. (Documentos nº 107).

FERNANDES JÚNIOR, A.; TAKAHASHI, M. Tratamento da manipueira por processos biológicos aeróbio e anaeróbio In: **Resíduo da industrialização da mandioca.** São Paulo: Paulicéia, 1994. Cap. 8.

FIDALSKI, J. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do paraná. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.8, p.1353-1359, 1999.

FIORETTO, R. A. **Efeito da manipueira aplicada em solo cultivado com mandioca (Manihot esculenta, Crantz)**. Botucatu, SP: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 1985. Disserta o de Mestrado, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu.

FIORETTO, R.A. Uso direto da manipueira em fertirriga o. In: CEREDA, M.P. **Industrializa o da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994. p.51-80.

FIORETTO, R. A. **Uso direto da manipueira em fertirriga o**. Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas - Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrializa o da mandioca. v 4. Funda o Cargill. São Paulo, 2001.

FUKUDA, C.; OTSUBA, A. A. Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2003. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/solos.htm. Acesso em: 27 de abril de 2007.

GOMES, J. C. Considera es sobre adub o e calagem para a cultivar. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 6, n. 2, p. 99-107, 1987.

GROHMANN, F. Superfície específica. In.: MONIZ, A. C. (Coord.), **Elementos de Pedologia**. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1975. p.149-168.

HOWELER, R.H. Cassava mineral nutrition and fertilization. In: **HILLOCKS, R. J; THRESH, J. M; BELLOTI, A. C.** (2002) CABT Publishing, UK. Cassava.

LIMA, J. W. C. **Análise ambiental: processo produtivo de polvilho em indústrias do extremo sul de santa Catarina.** 2001. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina.

LOPES, C. A.; POPLIDORO, J. C.; ABOUD, A. C. S.; PEREIRA, M. B. Acumulação e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pela cultura da mandioca consorciada com leguminosas em sistema orgânico de produção. In.: XI Congresso brasileiro de mandioca. **Anais...** 2005. Campo Grande, MS.

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.;

LOZANO, J.C.; BELLOTTI, A.; REYS, J.A.; HOWELER, R.; LEIHNER, D.; DOLL, J. **Problemas no cultivo da mandioca.** Brasília: EMBRATER, 1983. 208p.

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.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional de Plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319p.

MATTOS, P. L. P.; CARDOSO, E. M. R. Cultivo da mandioca para o estado do Pará. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2003. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/index.htm. Acesso em: 27 de abril de 2007.

NORMANHA, E. S. **Derivados da mandioca: terminologia e conceitos.** Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1982. 56 p.

OLIVEIRA, I. P.; SANTOS, A. B.; COSTA, K. A. P.; Cultivo Produção de sementes sadias de feijão comum em várzeas tropicais. **Embrapa Arroz e**

Feijão, 2004. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoVarzeaTropical/correcao_acidez_solo.htm#as. Acesso em: 28 de abril de 2007.

PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. 2ª ed. Fortaleza: Secretaria de Ciências e Tecnologia do Estado do Ceará (SECITECE), 2002. 52 p.

SAS INSTITUTE. **The SAS-system for windows: release 9.1 (software)**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2003.

SILVA, F. F.; FREITAS, P. S. L.; BERTONHA, A.; REZENDE, R.; GONÇAVES, A. C. A.; DALLACORT, R. Flutuação das características químicas do efluente industrial de fecularia de mandioca. **Acta Scientiarum: Agronomy** - Maringá, v. 25, n. 1, p. 167-175, 2003.

SOUZA, E. A. ; ROSSIELLO, R. O. P.; LIMA, E. ; ARAÚJO, A.P. ; PARRAGA, M. S. . Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio sobre o teor de N e % de proteína em raízes e folhas de mandioca. In: XI Congresso Brasileiro de Mandioca. **Anais...** 2005, Campo Grande. Campo Grande/MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. Cultivo da mandioca para a região do cerrado. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2003. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/solos.htm. Acesso em: 27 de abril de 2007.

TAKARASHI, M. Aproveitamento da manipueira e de resíduo do processamento da mandioca. **Informe Agropecuário**, v. 13 (145)82-7, 1987.

TAYLOR, H. M.; BRAR, G. S. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 19, p. 111-119, 1991.

TERNES, M. Fisiologia da mandioca. In: **Agricultura: Tuberosas amiláceas latino americanas**. CEREDA, M.P (coord.) São Paulo: Fundação Cargill. 2002. v.2, p.66-82.

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I. Ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, n. 239, p. 80-88, 1995.

VIEITES R.L.; BRINHOLI, O. Utilização da manipueira como fonte alternativa à adubação mineral na cultura da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.13, n.1, p.61-66, 1994.

WUTKE, A. C. P. Acidez. In.: MONIZ, A. C. (Coord.), **Elementos de Pedologia**. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1975. p.149-168.