



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL
CURSO DE AGRONOMIA

**Uso eficiente de esterco bovino na cultura da mandioca em
Planossolo Háplico**

Michely da Silva Alves

AREIA-PB
NOVEMBRO DE 2012

MICHELY DA SILVA ALVES

**Uso eficiente do esterco bovino na cultura da mandioca em
Planossolo Háplico**

Monografia apresentada ao Centro
de Agronomia da Universidade
Federal da Paraíba, como requisito à
obtenção do grau de Engenheira
Agrônoma.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vânia da Silva Fraga

**AREIA-PB
NOVEMBRO DE 2012**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da

Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

A474u Alves, Michely da Silva.

Uso eficiente de esterco bovino na cultura da mandioca em Planossolo Háplico. /
Michely da Silva Alves. - Areia: UFPB/CCA, 2012.

28 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

Bibliografia.

Orientador: Vânia da Silva Fraga.

Uso eficiente de esterco bovino na cultura da mandioca em Planossolo Háplico

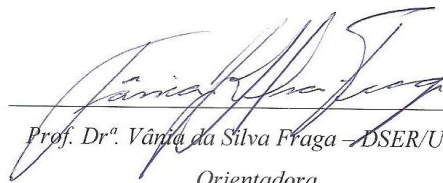
por

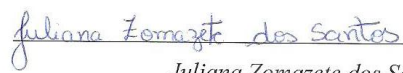
MICHELY DA SILVA ALVES

Monografia aprovada em 08 de Novembro de 2012

Período 2012.1

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr.ª Vânia da Silva Fraga – DSER/UFPB
Orientadora


Juliana Zomazete dos Santos
Eng. Agrônoma, Doutoranda em Ciência do Solo
Examinadora


Emanuel Lima Martins
Eng. Agrônomo, Doutorando em Ciência do Solo
Examinador

AREIA-PB

NOVEMBRO DE 2012

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele nunca teria sido concretizado este sonho, dedico tudo o que tenho, tudo o que sou e o que possa vir a ter ou a ser.

Aos meus pais, Maria que sempre me motivou a estudar mostrando que sem esforço não se consegue chegar a lugar algum e sempre fez todo o impossível para que eu tivesse acesso ao conhecimento. A meu pai Napoleão que com o seu jeito contribuiu grandemente para esta realização, obrigada pai por me levar e me buscar inúmeras vezes na escola e acreditar que sou capaz, (obrigada meus amores por acreditarem em mim mesmo nos momentos mais difíceis, quando eu já havia perdido a esperança).

A minha irmã Kalinne, pelo carinho, amor e palavras de fortalecimento quando precisei.

Aos meus avós maternos Fideralina Batista da Silva (*in memória*) que infelizmente não esta mais presente para ver essa conquista que tanto sonhou e Damião Ferreira da Silva, e aos avós paternos Severina da Cruz Gouveia Alves e José Batista Alves (*in memória*), pelo carinho e atenção dado em vida.

Aos meus tios João, Margarida e Francisco, obrigado pela ajuda sempre que necessário.

Aos meus padrinhos Dinalva Gouveia e Nau dos Anjos, obrigada pelo apoio e incentivo.

A Guiomar que sempre torceu para que este dia chegasse, e sempre ajudou no que era possível.

A professora e orientadora Vânia da Silva Fraga, pelos ensinamentos transmitidos, confiança e pela oportunidade de desenvolver este trabalho, minha eterna gratidão.

Ao professor Salcedo pela imensa contribuição no decorrer deste trabalho, o meu muito obrigado.

Ao professor Walter Esfrain pela ajuda na estatística deste trabalho, pois foi de extrema importância.

A todos os professores da Graduação, que com seus ensinamentos contribuíram para a minha formação.

Ao professor Roseilton Fernandes por disponibilizar o Sítio Mãe Rosa para a condução desse experimento.

As amigas, Silvana e Dona Maria, obrigada por tudo.

Aos amigos do Laboratório de Matéria Orgânica Elane (em especial), Emanuel, Tiago, Augusto, Jannielly, Waldenes e Bruno que tanto me ajudaram tanto na parte de campo como no laboratório sempre que possível.

As funcionárias do DSER Marielza e Cícera que sempre ajudaram quando preciso.

Ao Sr. Roberval pela ajuda no Laboratório de Física do Solo, para a caracterização física da área estudada.

As minhas amigas de quarto, Tamara, Augusta e Alanne, e a agregada Josilene, pela amizade sincera, companheirismo nas horas de alegria e tristeza, e também pela paciência em alguns momentos.

Aos meus amigos da ABU (Aliança Bíblica Universitária), Sayonara, Juliana, Begna, Ana Karen, Junior, Rafael, Luciene e Vanessa.

Aos meus amigos, Elane, Marina Matias, Kenny Pompei, Damiana, Tony, Vanúbia, Jarison, Jullietty, Izabella Aguiar, Suany, Lourdes, Max, Régis Braz, Gilsone, Antunes, Antônio João e Ribamar, pela amizade e apoio, em todos os momentos.

Aos amigos da turma 2007.2, Karialane, Izabela Thaís, Adriana, Gustavo, Givanildo, Antônio de Pádua, Erinaldo Rodrigues, Thiago, Fernando e Débora.

Em especial aos meus dois best friends Débora Tuane e Ovídio Paulo, pela amizade sincera durante esses 5 anos de convivência, vou levar comigo sempre.

Ao Sr. Ruy que de forma empírica contribuiu por toda ajuda prestada tanto na instalação do experimento, quando da coleta dos dados.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização e conclusão deste trabalho e acreditaram na minha capacidade de vencer mais essa etapa da vida.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. A cultura da mandioca.....	2
2.2. Fatores que afetam o desenvolvimento da cultura	3
2.3. A cultura do feijão	3
2.4. Adubação com esterco bovino.....	4
2.5. Planossolos	5
3. METODOLOGIA.....	7
3.1. Caracterização da área e localização do experimento	7
3.2. A cultura	7
3.3. Delineamento experimental.....	8
3.4. Implantação e condução do experimento	8
3.4.1. Caracterização do solo e do esterco bovino.....	8
3.4.2. Processamento de amostras e de análise do solo	9
3.4.3. Processamento de amostras e análise de tecido vegetal	10
3.5. Análise estatística	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4.1. Teores de Ca e Mg, em um Planossolo Háplico cultivado com mandioca e adubado com esterco bovino, por dois anos consecutivos	11
4.2. Teores de P e K, em um Planossolo Háplico, com adubação sucessiva com esterco bovino e cultivado com mandioca.....	12
4.3. Teores de N na Parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planosso Háplico	13

4.4. Teores de P na parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planossolo Háplico	14
4.5. Teor de P na parte aérea de mandioca	15
4.6. Teor de P na raiz de mandioca.....	16
4.7. Teores de K na parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planossolo Háplico	17
4.8. Teor de K na parte aérea de mandioca	18
4.9. Produtividade de parte aérea e raiz em um Planossolo Háplico com doses sucessivas de esterco bovino	19
 5. CONCLUSÕES.....	20
 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	21
 ANEXO.....	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Localização do município de Remígio no Estado da Paraíba – Brasil	7
FIGURA 2. Teor de P na parte aérea no ano I, em Planossolo Háplico cultivado com mandioca.....	15
FIGURA 3. Teor de P na raiz no ano I, em Planossolo Háplico cultivado com mandioca.....	16
FIGURA 4. Teor de K na raiz no ano I, em Planossolo Háplico cultivado com mandioca.....	18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Análises químicas do solo na camada de 0-20 cm, antes da instalação do experimento de plantio de mandioca	8
TABELA 2. Análises físicas do solo utilizado no experimento de plantio de mandioca (0 - 20).....	9
TABELA 3. Resultado das análises químicas do esterco bovino utilizado no experimento de plantio de mandioca	9
TABELA 4. Teores de Ca e Mg, em um Planossolo Háplico cultivado com mandioca e adubado com esterco bovino, por dois anos consecutivos	11
TABELA 5. Teores médios (n= 16) de P e K, em um Planossolo Háplico, com adubação sucessiva, por dois anos, com esterco bovino e cultivado com mandioca .	12
TABELA 6. Teores de N na parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planosso Háplico	13
TABELA 7. Teores de P na parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planosso Háplico	14
TABELA 8. Teores de K na parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planosso Háplico	17
TABELA 9. Produção de Mandioca em Planossolo Háplico adubada com esterco bovino consecutivamente no ano I e II.....	19

Alves, M.S. Uso eficiente do esterco bovino na cultura da mandioca em Planossolo Háplico. Areia – PB, 2012, 29 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Orientadora – Prof^a. Dr^a. Vânia da Silva Fraga.

Uso eficiente de esterco bovino na cultura da mandioca em Planossolo Háplico

RESUMO

Os solos do Agreste paraibano são deficientes em nutrientes, principalmente em P e N. Assim, para a obtenção de produções compensatórias se faz necessário a incorporação de adubos orgânicos, como por exemplo, o esterco bovino. Este trabalho teve como objetivo: Quantificar os teores de Ca, Mg, P e K no solo; e os teores de N, P e K na parte aérea e raiz da planta da mandioca; estabelecer a dose ideal de esterco para a cultura da mandioca e avaliar a produtividade da mandioca adubada com esterco bovino por dois anos consecutivos. O experimento foi realizado de março de 2009 a março de 2011, no Sítio Mata Redonda, localizado no município de Remigio – PB. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro repetições e quatro tratamentos, que consistiram na aplicação de quatro doses de esterco bovino (0, 4, 8 e 12 t ha⁻¹), constituindo um arranjo fatorial 4x4x2. Foram realizadas três coletas de solo na profundidade de 0 – 20 cm, uma antes da instalação do experimento, a segunda após o primeiro ano da aplicação do esterco e a terceira no final do segundo ano, que também recebeu aplicação de esterco. Nas condições em que o estudo foi realizado conclui-se que: A adubação sucessiva por dois anos, com esterco bovino, proporcionou um maior acúmulo de Ca e K no Planossolo Háplico, na camada de 0 a 20 cm. A produção obtida com os tratamentos utilizados no presente trabalho não deferiu significativamente, razão pela qual não foi possível estabelecer a dose de esterco bovino ideal para a produção da mandioca. E a maior produtividade foi encontrada após duas adubações consecutivas com esterco bovino. A adubação com esterco bovino, para suprimento de P, para a cultura da mandioca em solos arenosos, precisa ser estudada em ambientes controlados para fornecer informações mais precisas da disponibilidade desse elemento para a cultura.

Palavras - Chave: produtividade de mandioca, adubo orgânico e *Manihot esculenta*

Alves, MS. Efficient use of manure in cassava crop in aalbaqualf soil. Areia - PB, 2012, 29 p. Completion of course work (undergraduate Agronomy) - Center for Agricultural Sciences. Federal University of Paraíba. Supervisor - Prof. Dr^a. Vânia da Silva Fraga.

Efficient use of manure in cassava crop in aalbaqualf soil

ABSTRACT

The soils of the agrestic region are deficient in nutrients, especially P and N. Thus, to obtain compensatory production is required the incorporation of organic fertilizers, such as, manure. This study aimed to: quantify the levels of Ca, Mg, P and K in the soil, and the contents of N, P and K in shoot and root of the cassava plant; establish the optimal dose of manure to cassava and evaluate the productivity of cassava fertilized with manure for two consecutive years. The experiment was conducted from March 2010 to March 2012, at Mata Redonda farm, located in the municipality of Remigio, PB, Brazil. We used a randomized complete block design with four replications and four treatments, which consisted of four doses of manure (0, 4, 8 and 12 t ha⁻¹), forming a 4x4x2 factorial arrangement. After three successive collections at depth 0 - 20 cm, one before the experiment, the second after the first year of application of manure and the third at the end of the second year, which also received manure application. Under conditions in which the study was conducted concluded that: Fertilization for two successive years, with manure, provided a greater accumulation of Ca and K in Planossolo Haplic, in the 0 to 20 cm. The production obtained with the treatments used in this study did not allow significantly, which is why it was not possible to establish the optimal dose of manure for the production of cassava. And the highest yield was obtained after two consecutive fertilization with manure. The manure fertilizer to supply P to the cassava crop in sandy soils, needs to be studied in controlled environments to provide more accurate information on the availability of this element to the culture.

Keywords: cassavas productivity, *Manihot esculenta* and organic fertilizer

1. INTRODUÇÃO

A mandioca é uma típica cultura de subsistência na agricultura familiar do semiarido, mas que lentamente vai desaparecendo face aos novos hábitos alimentares (CARDOSO e SOUZA, 2000). Nesse contexto, os agricultores familiares do Agreste paraibano procuram conciliar a cultura da mandioca com as condições edafoclimáticas da região, comercializando – a *in natura* ou processando – a em “casa farinha” (COSTA, 2007).

Os solos da região semiárida e agreste do Nordeste do Brasil apresentam baixos teores de N total e de P extraível (SANTOS et al., 2008; MENEZES et al., 2002); por esse motivo, o esterco é muitas vezes utilizado para o suprimento desses nutrientes em áreas de agricultura familiar, dedicadas à produção de alimentos principalmente para o auto consumo. As principais culturas são o milho (*Zea mays*), feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris*), feijão de corda ou caupi (*Vigna unguiculata*), fava (*Vicia faba*) e mandioca (*Manihot esculenta*), as quais, segundo (SABOURIN et al., 2000) podem receber aplicações em doses que oscilam entre 4 e 12 Mg ha⁻¹. A regularidade ou não dessas aplicações dependem da disponibilidade de esterco (próprio ou adquirido) e ao limitado poder aquisitivo dos produtores familiares.

O esterco também é utilizado, embora menos frequentemente em área de plantio de mandioca, uma vez que esta cultura oferece um baixo retorno econômico. Como os solos são arenosos e de baixa fertilidade, a produtividade é muito baixa e dirigida para o consumo próprio, embora possa ser utilizada na alimentação animal, devido as suas características nutricionais, podendo substituir outros alimentos, principalmente em períodos críticos (PRADO et al., 2006).

Este trabalho teve como objetivo: Quantificar os teores de Ca, Mg, P e K no solo, quantificar os teores de N, P e K na parte aérea e raiz da planta da mandioca, estabelecer a dose ideal de esterco para a cultura da mandioca e avaliar a produtividade da mandioca adubada com esterco bovino durante dois anos consecutivos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma espécie nativa do Brasil e está distribuída em todo o território nacional (VALLE, 2005). Pertence à família Euphorbiaceae e caracteriza-se por ser uma planta tolerante a condições de seca e de baixa fertilidade do solo (DIAS et al., 1997), sendo este o principal motivo pelo qual é comumente cultivada e consumida por pequenos produtores rurais em áreas com solos pobres e onde as condições climáticas são constantemente desfavoráveis à exploração de outras culturas.

A lavoura emprega cerca de dois milhões de pessoas considerando toda a cadeia produtiva. A agricultura familiar é responsável por 84% da produção de mandioca no País (MDA, 2005) e o consumo per capita de raízes (51 kg hab^{-1}) supera a média mundial de $17 \text{ kg hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (FAO, 2005).

De acordo com a (EMBRAPA, 2009), o Brasil ocupa a segunda posição na produção mundial de mandioca, participando com 15% do total, sendo cultivada em todas as regiões do país e assumindo destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos industriais. Onde na região nordeste a mesma se caracteriza pelo sistema de policultivo, ou seja, cultivada junto a outras culturas alimentares de ciclo curto com feijão e milho.

A temperatura propícia para o cultivo da mandioca se encontra na faixa ideal situada entre os limites de 20 a 27°C (média anual), podendo a planta crescer bem entre 16 e 38 °C, uma vez que temperaturas baixas retardam a germinação, diminuem a taxa de formação de folhas, o peso seco total e o peso seco de raízes. A faixa mais adequada de precipitação pluvial para a mandioca está compreendida entre 1.000 e 1.500 mm/ano, bem distribuídos. Porém, a cultura semeada em áreas de baixas precipitações, tais como (750 mm/ano), pode sobreviver a períodos áridos de 5 a 6 meses, sendo isto possível devido ao seu sistema radicular bem desenvolvido, fibroso e profundo, podendo explorar grande volume de solo, de onde retira água e nutrientes para o seu desenvolvimento (SOUZA e SOUZA, 2000).

Em termos de produtividade de raízes a Nigéria apresentou a maior produção em 2006 (em torno de 45 milhões de toneladas), sendo o Brasil o segundo país com maior produção de raízes (em torno de 25 milhões de toneladas) em 2006 seguido dos países da Indonésia e Tailândia com o terceiro lugar produzindo 20 milhões de toneladas e 25 milhões de toneladas e por ultimo ficou o país da República Democrática do Congo que

produziu 15 milhões de toneladas. A Tailândia e a Indonésia além de serem um dos maiores produtores de raízes são também os maiores produtores de fécula, representando 80 % do comércio internacional de fécula de mandioca (VILOPUX, 2008).

2.2. Fatores que afetam o desenvolvimento da cultura da mandioca

A mandioca pode ser considerada um esgotante do solo, pois quase tudo que produz (raízes, folhas e manivas) é exportado da área, para produção de farinha, alimentação humana e animal e também como sementes para novos plantios, ou seja, muito pouco da cultura retorna ao solo sob a forma de resíduos (CARVALHO, 2007).

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. Tolerância bem 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).

2.3. A cultura do Feijão

O Brasil é o segundo produtor mundial de feijoeiros do gênero *Phaseolus* o primeiro da espécie *Phaseolus vulgaris*. A importância dessa produção deve-se ao fato do feijão, além de se constituir um dos alimentos básicos da população brasileira, é um dos principais produtos fornecedores de proteína na dieta alimentar das classes sociais, economicamente menos favorecidos (EMBRAPA, 2009).

É considerada uma planta exigente em nutrientes, em função do sistema radicular pequeno e superficial e do ciclo curto, sendo fundamental que o nutriente seja colocado a disposição da planta em tempo e local adequado (ROSOLEM & MARUBAYASHI, 1994). O N é um dos nutrientes mais limitantes à produção de cereais nas regiões de clima tropical (HUNGRIA et al., 2005). O fósforo é um nutriente de grande importância para o desenvolvimento do feijoeiro, (FAN et al., 2003), verificaram que o feijoeiro comum, em condições de deficiência de fósforo, apresenta redução no crescimento secundário e atraso no desenvolvimento radicular.

Não se adapta aos trópicos úmidos, porém cresce bem em áreas com chuvas regulares, desde os trópicos até as zonas temperadas, sendo muito sensível às geadas e às altas temperaturas (ZIMMERMANN & TEIXEIRA, 1996). As áreas aptas a sua produção devem apresentar precipitações anuais entre 500 e 1.500 mm, entretanto a

quantidade de chuva para suprir a demanda durante o ciclo da cultura varia de 300 a 400 mm, dependendo da capacidade de retenção de água do solo e do sistema de cultivo utilizado (IAPAR, 2000).

Entre os principais fatores limitantes da produtividade da cultura do feijoeiro no País, destacam-se aqueles relacionados ao baixo nível técnico empregado pelos produtores e ao cultivo do feijoeiro em solos de baixa fertilidade, especialmente pobres em N (MERCANTE et al., 1999).

2.4. Adubação Orgânica com esterco bovino

A adubação orgânica com esterco bovino é uma prática milenar, tendo perdido prestígio com a introdução da adubação mineral, em meados do século 19, e retomado a importância, nas últimas décadas, com o crescimento da preocupação com o ambiente, com a alimentação saudável e com a necessidade de dar um destino apropriado às grandes quantidades produzidas em alguns países (SALAZAR et al., 2005).

Com o aumento dos custos da adubação mineral, o agricultor passou a ter uma nova visão sobre a utilização de insumos orgânicos, dando importância à utilização de esterco que, normalmente, eram descartados na propriedade, passando a fazer uso desse material como agente modificador das condições físicas e químicas do solo e elevando o nível de fertilidade (SOUTO et al., 2005).

No semiárido do Nordeste do Brasil, dentre os nutrientes que são essenciais para crescimento das plantas, o N e P são os principais elementos limitantes para a nutrição das plantas, sendo o P o que apresenta disponibilidade mais crítica pelas baixas reservas totais da maioria dos solos. No Estado da Paraíba há uma área de 50.600 km² de clima semiárido, sendo que 26% e 62% dessa área apresentam necessidade de P média e alta, respectivamente (SAMPAIO et al., 1995). A baixa disponibilidade de P é considerada a principal limitação da produção agrícola em condições úmidas tropicais e subtropicais (NIELSEN et al., 1999).

A utilização de esterco é uma solução amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, tais como N, P e K nos solos da região semiárida (MENEZES & SILVA, 2008); no entanto, devido à sua reduzida disponibilidade nas propriedades, em geral os agricultores necessitam comprá-los de regiões circunvizinhas, o que eleva os custos de produção. Alguns ainda vendem parte do esterco produzido na propriedade, como renda extra (MENEZES & SAMPAIO, 2002; GALVÃO et al., 2008).

Souto (et al., 2005), em estudo da velocidade de decomposição de esterco caprinos, ovinos, bovinos e asininos em diferentes disposições em área degradada no semiárido da Paraíba observou que o processo de decomposição foi lento nos trinta dias iniciais da disposição dos esterco no solo, permanecendo cerca de 95 % do peso inicial dos esterco nas sacolas, após 90 dias houve maior decomposição do esterco bovino, tendo 28% do esterco sido decomposto. O esterco bovino apresenta uma decomposição mais acelerada em relação aos demais, enquanto o esterco asinino mostrou a menor taxa decomposição.

A manutenção da matéria orgânica no solo é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento da sustentabilidade nas regiões semiáridas (STEWART e ROBINSON, 1997). A matéria orgânica do solo influencia o crescimento vegetal através de seus efeitos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (STEVENSON, 1982). Ela possui função física, porque promove boa estrutura do solo, reduz sua compactabilidade (ZHANG *et al.*, 1997), melhorando sua aeração, o movimento e a retenção de umidade no solo (OELSEN *et al.*, 1997; TESTER, 1990). Sua função química é manifestada pela habilidade para interagir com metais, óxidos e hidróxidos metálicos e formar complexos orgânico-metálicos atuando como depósito de N, P e S (SCHNITZER, 1991).

As funções biológicas da matéria orgânica do solo é proporcionar C como fonte de energia para bactérias fixadoras de N, aumentar o crescimento vegetal, o sistema radicular, o rendimento, a absorção de nutrientes, a síntese de clorofila e a germinação das sementes (PRAKASH e MACGREGOR, 1983).

2.5. Planossolos

Os Planossolos compreendem solos minerais, imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado e geralmente com acentuada concentração de argila, com permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo por vezes um horizonte “pã”, que é responsável pela detenção do lençol d’água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano. Caracterizando-se pela ocorrência de mudança textural abrupta entre o horizonte ou horizontes superficiais (A e/ou E) e o subsuperficial (plânico). Além da textura, outras características como estrutura, porosidade, permeabilidade e muitas vezes cores, são também bastante contrastantes entre o A e/ou E e o B (IBGE, 2007).

Os Planossolos são representantes das principais classes de solos do semiárido nordestino compondo 10,5 %, respectivamente (JACOMINE, 1996) e (EMBRAPA, 1999).

Parahyba (et al., 2009), estudando a evolução quantitativa de Planossolos do agreste do estado de Pernambuco verificou que o elevado gradiente textural típico dos Planossolos quase sempre sugere influência de mais de um material de origem contribuindo para sua formação, ou, pelo menos, que a parte superficial do solo tenha sido influenciada por um possível retrabalhamento do seu material de origem via ciclos de erosão-transporte-deposição, característicos de regiões semiáridas. O material de origem nos perfis, representado pelo saprólito, apresentou característica de biotita gnaiss, pertencente ao Complexo Migmatítico-granitóide do embasamento cristalino Pré - Cambriano de Pernambuco.

Os Planossolos possuem média a alta fertilidade, sendo ácidos na superfície e neutros na subsuperfície. Ocorre em relevo plano a suave ondulado, onde grande parte desses solos possuem alta saturação por sódio, conferindo-lhe características de solos salinos (ARAÚJO et al., 2008).

Têm ocorrência expressiva no Nordeste brasileiro onde são predominantemente nátricos (salinos) e ocorrem do (norte da Bahia até o Ceará). Na Paraíba, aparecem numa grande mancha na transição entre os Cariris Velhos e o Curimataú (ARAÚJO et al., 2008). Os Planossolos Háplicos (não salinos) são os solos predominantes no Agreste, sendo utilizados com pastagens e cultivo de algodão, milho, feijão e mandioca.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da área e localização do experimento

O experimento foi realizado em campo experimental, em propriedade de agricultura familiar no Sítio Mata Redonda, no município de Remígio - PB, localizado geograficamente sob as coordenadas 06° 57'16'' de latitude Sul e 35° 39'29'' de longitude a Oeste do meridiano de Greenwich e a uma altitude de 495 m acima do nível do mar, em março de 2009 a março de 2011.

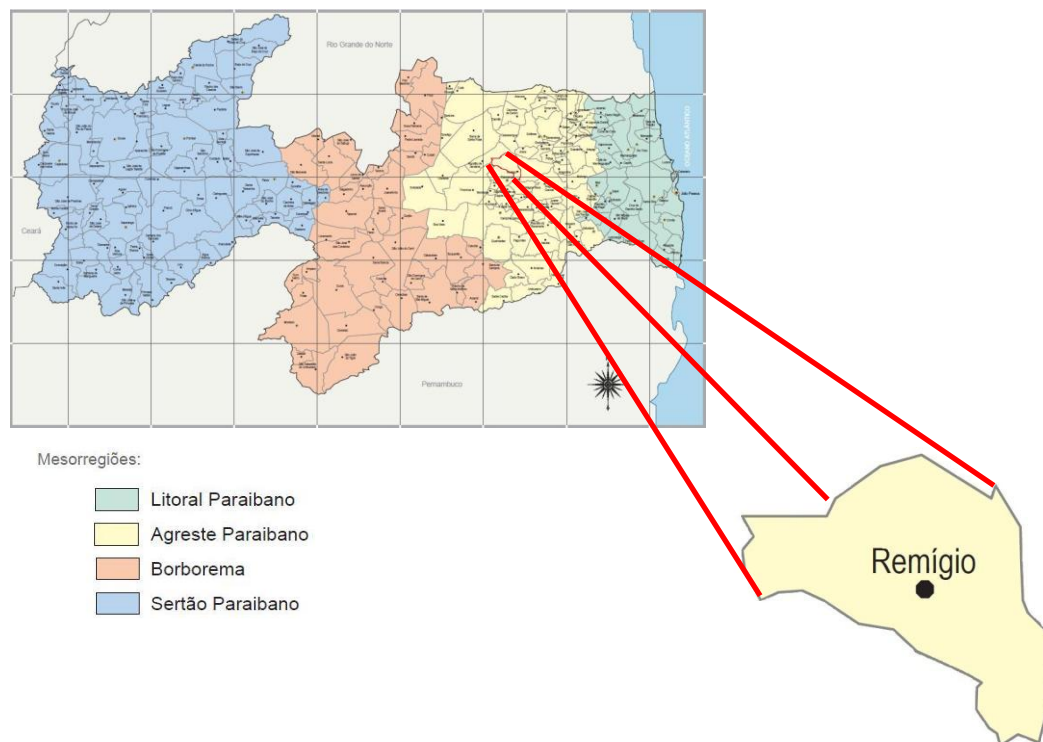


Figura 1. Localização do município de Remígio no Estado da Paraíba - Brasil

O clima do município de Remígio se caracteriza como quente e úmido com período chuvoso concentrado de Março ou Abril até Julho ou Agosto (BRASIL, 1972), com precipitação média anual de 1000 mm, temperatura média e umidade relativa do ar com valores da ordem de 25°C e 80%, respectivamente (SILVA, 2003).

3.2. A cultura

O experimento foi conduzido em um Planossolo Háplico com cultivo de mandioca (*Manihot esculenta*) a cultivar utilizada foi a mandioca brava, e feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L), cujas sementes da mandioca foram adquiridas de produtores locais do município, e as de feijão foram compradas na feira local.

3.3. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, sendo quatro blocos, onde este solo teve quatro tratamentos, ou seja, aplicação de quatro doses de esterco bovino (0, 4, 8 e 12 t ha⁻¹), constituindo um arranjo fatorial 4x4x2 e dois sistemas de cultivo.

3.4. Implantação e condução do experimento

Cada parcela experimental foi constituída de 6 leirões, com 4,8 m de largura e 4 m de comprimento, onde a cultura da mandioca foi implantada com o seguinte espaçamento: 0,4m x 0,8m tanto para a mandioca solteira, como para a alternada. A área útil foi constituída das duas fileiras centrais, tanto para a mandioca, como para a (mandioca + feijão) totalizando uma área útil de 5,12 m², desprezando 0,30 m em ambas as extremidades de cada leirão.

Foram feitas três coletas de solo na profundidade de 0 – 20 cm, para análise química:

Coleta de solo I - feita antes da adubação no primeiro ano;

Coleta de solo II - feita logo após a colheita do primeiro ano;

Coleta de solo III- feita após a colheita do ano dois (esta tinha o efeito do esterco residual do primeiro ano, mais o esterco aplicado após a segunda coleta de solo).

3.4.1. Caracterização do solo e do esterco bovino

Foram coletadas amostras do solo (Planossolo Háplico) antes da instalação do experimento para caracterização química e física.

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Matéria Orgânica do Departamento de Solos e Engenharia Rural/ CCA/ UFPB para realização das análises químicas. (Tabela 1)

Tabela 1. Análises químicas do solo na camada de 0 - 20 cm, antes da instalação do experimento de plantio de mandioca.

Solo	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	COT	M.O.
(água1:2,5)	 mg kg ⁻¹		cmolc kg ⁻¹			g kg ⁻¹			
Planossolo Háplico	5,84	3,53	130,46	0,51	0,18	0,41	1,16	6,1	10,50

As amostras também foram encaminhadas para o Laboratório de Física do solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural/ CCA/ UFPB para determinação da textura e densidade. (Tabela 2)

Tabela 2. Análises físicas do solo utilizado no experimento de plantio de mandioca.

Solo	Camada	Areia G.	Areia F.	Silte	Argila	(DS)	(DP)	(PT)	Classe Textural
	cm	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g cm ⁻³	g cm ⁻³	g cm ⁻³	g cm ⁻³
Planossolo Háplico	0-20	655	214	103	28	1,55	2,68	42	Areia

Areia G.: Areia Grossa; Areia F.: Areia Fina; (DS): densidade do solo; (DP): densidade de partícula; (PT): porosidade total.

O esterco bovino utilizado no experimento foi adquirido de produtor rural do município de Barra de Santa Rosa, localizado na microrregião do Curimataú Paraibano.

Amostras do esterco também foram encaminhadas ao laboratório de Matéria Orgânica do Departamento de Solos e Engenharia Rural/CCA/UFPB para quantificação do valor de pH e teores de cinzas e carbono orgânico, como também dos macro nutrientes P e K, conforme a metodologia de (TEDESCO et AL., 1995). Tabela 3

Tabela 3. Resultado das análises químicas do esterco bovino utilizado no experimento de plantio de mandioca.

Material	pH (água 1:2,5)	C %	Teor de cinzas %	M.O. ⁽¹⁾	P M.S. ⁽²⁾ mg kg ⁻¹	K M.S. ⁽³⁾ mg kg ⁻¹
Esterco bovino	8,93	25,3	59	41	4,12	20,4

(1): Matéria orgânica; (2) Fósforo da Matéria seca do esterco; (3): Potássio da Matéria seca do esterco.

3.4.2. Processamento de amostras e análise de solo

As amostras de solo foram secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm. Foi determinado o pH em água (1:2,5), os teores de P e K extraíveis com Mehlich⁻¹ e quantificados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente. Os teores de Ca e Mg trocáveis foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica, após extração com KCl 1 mol L⁻¹. (Embrapa, 1997). O teor de P extraível por água foi determinado segundo o método de (Ohno & Zibilske 1991).

3.4.3. Processamento de amostras e análise de tecido vegetal

As amostras de planta da mandioca foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 60°C, moídas e digeridas com uma mistura de H_2SO_4 concentrado e H_2O_2 (Thomas et al., 2000), para determinação dos teores totais de N, P, K. Após digestão do material as metodologias de análise seguiram as mesmas utilizadas para amostras de solos. O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl por destilação com arraste a vapor (Bremner & Mulvaney, 1982).

3.5. Análise estatística

O efeito das doses de esterco foi comparado por análise de regressão. E a escolha do modelo de regressão foi feita com base no coeficiente e na significância dos parâmetros a 5 % de probabilidade, pelo teste Tukey. E o programa estatístico utilizado foi o SAS/STAT 9.3. SAS (SAS, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teores de Ca e Mg, em um Planossolo Háplico cultivado com mandioca e adubado com esterco bovino, por dois anos consecutivos.

O Planossolo Háplico submetido às doses de esterco bovino (0, 4, 8 e 12 t ha⁻¹ de esterco bovino) apresentou os menores teores de Ca nas coletas I e II em relação a coleta III, que apresentou aos maiores teores independente das doses aplicadas. Provavelmente isso ocorreu pelo efeito residual do esterco bovino aplicado, bem como pelo fato da área de estudo estar sob pastagem nos últimos 20 anos, sendo frequentemente utilizada no manejo de bovino. Apesar da retirada do esterco, no início da instalação do experimento, deve ter ocorrido a mineralização do material pré-existente durante o período de dois anos. Com relação ao Mg os maiores teores foram encontrados na coleta I, independente das doses. Na coleta II e III os teores foram maiores nas doses aplicadas, diferindo ($p > 0,05$) da testemunha, mas foram diminuindo ao longo do tempo, provavelmente este comportamento do Mg está associado a sua maior solubilidade em relação ao Ca (Tabela 4).

Tabela 4: Teores de Ca e Mg, em um Planossolo Háplico cultivado com mandioca e adubado com esterco bovino, por dois anos consecutivos

	Ca (cmol/c)				Mg (cmol/c)			
	Doses (t ha ⁻¹)							
	0	4	8	12	0	4	8	12
Coletas								
I	0,24c	0,14c	0,28c	0,17c	0,39a	0,36a	0,32 ^a	0,42 ^a
II	0,44b	0,53b	0,50b	0,58b	0,11b	0,14a	0,23 ^a	0,28 ^a
III	0,80a	0,89a	0,96a	1,16a	0,23b	0,36a	0,27 ^a	0,03b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Coletas de solo: I - antes da adubação no primeiro ano; II - após a colheita do primeiro ano; III - após a colheita do ano dois.

O aumento dos teores de Ca e de Mg no solo com o aumento de doses de esterco, resulta da mineralização destes nutrientes contidos nos esterco (MENEZES, 1993 e SILVA et al. 2004).

4.2. Teores de P e K, em um Planossolo Háplico, com adubação sucessiva com esterco bovino e cultivado com mandioca

Os teores de P e K não deferiram entre as doses aplicadas, por tanto para essa comparação foram utilizadas as médias dos tratamentos em cada coleta. (Tabela 5)

Tabela 5: Teores médios (n= 16) de P e K, em um Planossolo Háplico, com adubação sucessiva, por dois anos, com esterco bovino e cultivado com mandioca.

Coleta	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)
I	2,17c	91,4b
II	3,52 ^a	75,6c
III	2,38b	116 ^a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Coletas de solo: I - antes da adubação no primeiro ano; II - após a colheita do primeiro ano; III - após a colheita do ano dois.

O teor de fósforo de 3,52 mg kg⁻¹ encontrado na coleta II (amostra de solo coletada um ano após a aplicação do esterco e colheita da mandioca) foi maior ($p > 0,05$) que nas coletas I e III, embora seja considerado um teor baixo para P no solo (MENEZES et al., 2005), indica que esse elemento pode ter sido perdido por lixiviação, provavelmente pela textura arenosa do solo em estudo (Tabela 3).

Na coleta III, os valores são ainda menores que na coleta II, provavelmente isto está relacionado com o fato de quando coletadas essas amostras (2009), a precipitação média foi maior que no ano de 2010, diminuindo a atividade microbiana e consequentemente uma menor mineralização do esterco na coleta III (Anexo 1).

Segundo (COSTA, 2007), a deficiência de P é intensa e generalizada na região semiárida, pois ao estudar oito áreas sob plantio de mandioca, em solos arenosos sem adubação, obteve teores médio de P Mehlich⁻¹ inferior a 4 mg kg⁻¹ de fósforo. O que também é relatado por (SANTOS, 2004) que ao trabalhar em microbacia com 800 ha de extensão nos municípios de Areia e Remígio, em 133 amostras sob pastagem apresentaram 2,5 mg kg⁻¹ de P (Mehlich⁻¹).

O maior teor de K foi encontrado na coleta III (116 mg kg⁻¹), esse valor sugere um acúmulo de K ao longo do tempo. As coletas I e II também apresentaram teores de K no solo classificados como alto. Apesar da textura arenosa o esterco bovino utilizado parece ter influenciado na retenção desse nutriente no solo. Mitchell e Tu, (2006)

também observaram o acúmulo de K nos horizontes superficiais da Planície Costeira, tornando – o evidente ao longo do perfil ao final do período de 10 anos com a aplicação de esterco de aves.

4.3. Teores de N na Parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planosso Háplico

Em relação aos teores de N, encontrados no material vegetal tanto na parte aérea, como na raiz, podemos observar que os maiores teores foram encontrados no ano II em todas as coletas (Tabela 6), já para a raiz os teor de N não diferiu ($p < 0,05$) em nenhuma dose quando comparado os dois anos de colheita.

Na comparação da parte aérea nos dois anos de cultivo, na mesma dose observou-se que, de forma geral os maiores acúmulos ocorreram no segundo ano de cultivo, exceto para a dose de 8 t ha^{-1} de esterco bovino. Provavelmente esse resulta está relacionado ao efeito residual do esterco bovino que foi aplicado no primeiro e mais a adubação no segundo ano. Na comparação entre os teores de N da parte aérea com os teores na raiz foi observado que os maiores teores foram encontrados na parte aérea, independente do ano de cultivo e da doses de esterco bovino aplicado (Tabela 6).

Tabela 6: Teores de N na (PA) parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planosso Háplico

	Ano I				Ano II			
	Doses (t ha ⁻¹)							
	0	4	8	12	0	4	8	12
Partes								
PA (g kg ⁻¹)	24,0bA	20,4bA	23,7aA	20,8bA	28,8aA	28,6aA	27,4aA	27,8aA
Raiz (g kg ⁻¹)	4,01aB	4,03aB	3,67aB	3,47aB	4,26aB	3,77aB	4,45aB	4,36aB

Letra minúscula compara os dois anos na mesma dose e na mesma parte. Letra maiúscula compara as duas partes da planta no mesmo ano e na mesma dose. Pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Mesmo com um aumento dos teores de N na parte aérea da mandioca proporcionados pela adubação orgânica, observa-se que esses teores não são considerados adequados. Os teores de nutrientes adequados para a cultura da mandioca estão na faixa de 51 a 58 g kg^{-1} de N (Malavolta, 2006), enquanto que os encontrados no presente trabalho variaram de 20 a 29 g kg^{-1} de N.

4.4. Teores de P na parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planossolo Háplico

Na comparação dos teores de P entre o ano e I e II, de cada dose, tanto da parte aérea como da raiz, os teores de P no ano I foram superiores aos encontrados no ano II, exceto na dose de 12 t ha⁻¹ de esterco no ano II para raiz. Esses resultados podem estar associados à baixa concentração de P nos solos e no esterco utilizado, não apresentando efeito residual da adubação do I ano para ser somado a adubação do II ano.

Tabela 7: Teores de P na Parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planossolo Háplico

	Ano I				Ano II			
	Doses (t ha ⁻¹)							
	0	4	8	12	0	4	8	12
Partes								
PA (g kg ⁻¹)	2,86aA	2,65aA	2,99aA	2,83aA	1,62bA	1,23bA	1,32bA	1,76bA
Raiz (g kg ⁻¹)	0,84aB	1,23aB	1,00aB	0,73aB	0,55bB	0,58bB	0,67bB	0,77aB

Letra minúscula compara os dois anos na mesma dose e na mesma parte. Letra maiúscula compara as duas partes da planta no mesmo ano e na mesma dose. Pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de P na parte aérea da mandioca no primeiro ano foram próximos aos considerados adequados (2,65 a 2,99 g kg⁻¹), já no segundo ano ficaram muito abaixo dos teores considerados adequados para a cultura que são de 3 a 4 g kg⁻¹ (Malavolta, 2006).

4.5. Teor de P na parte aérea da mandioca

Não houve efeito significativo para os teores de P na parte aérea em relação as doses de esterco aplicadas. No ano II a dose de esterco que proporcionou a menor concentração de P na parte aérea, determinada pela equação de regressão (Figura 3), foi a de 5,9 t ha⁻¹ de esterco bovino, a partir dessa dose houve um efeito positivo nos teores de P encontrados na parte aérea com a adição de esterco bovino no solo.

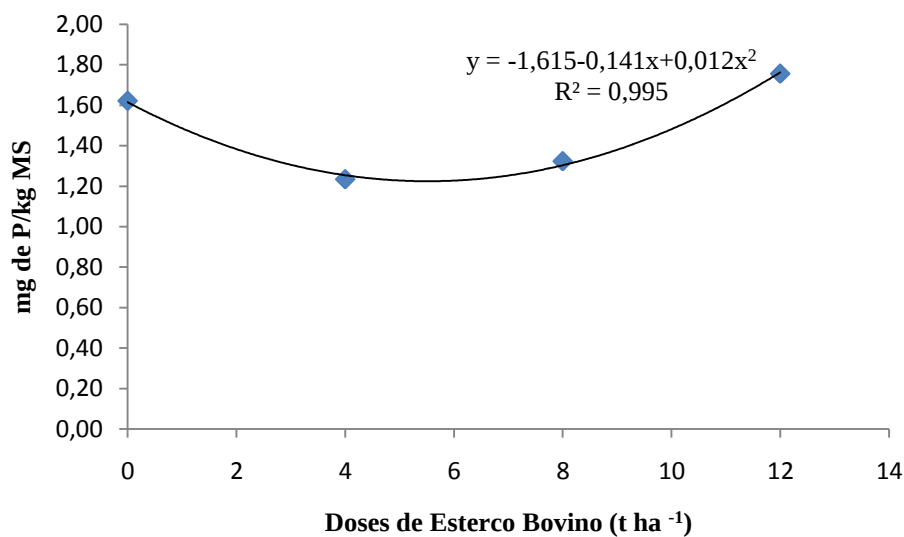


Figura 2: Teor de P na parte aérea no ano II, em Planossolo Háplico cultivado com mandioca

4.6. Teor de P na raiz da mandioca

A dose de esterco que proporcionou o maior incremento de P na raiz da mandioca no ano I, foi de $5,5 \text{ t ha}^{-1}$, determinada pela equação de regressão (Figura 4), a partir dessa dose houve um efeito negativo da adição de esterco bovino no solo em relação aos teores de P encontrados raiz da planta de mandioca.

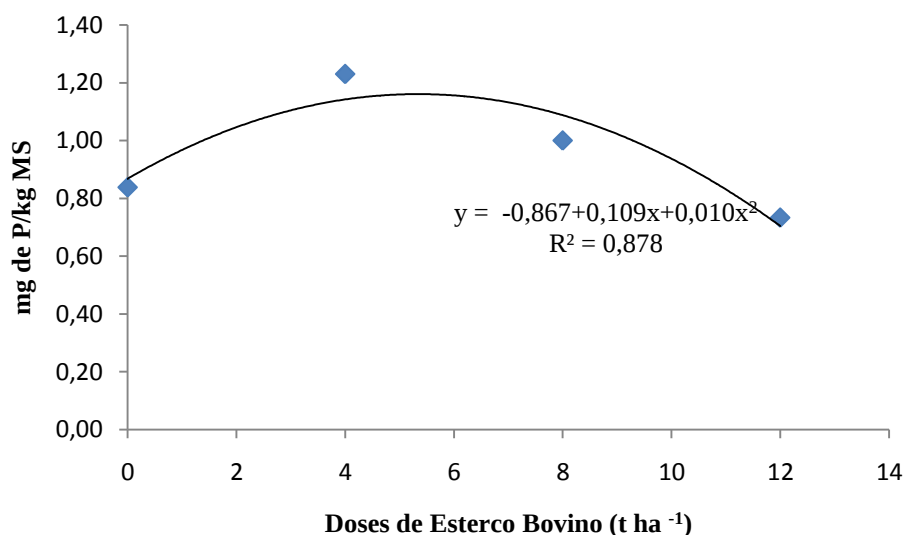


Figura 3: Teor de P na raiz no ano I, em Planossolo Háplico cultivado com mandioca

Esses resultados podem estar associados aos baixos teores de P presente no solo e no esterco. Além disso, ter uma baixa capacidade de retenção de umidade, por se tratar de um solo arenoso. Segundo (GRANT et al.2003), o principal processo de movimento do fósforo no solo é por difusão. Quando o movimento do fósforo por difusão até as raízes das plantas é restrito, esse processo é geralmente considerado como um fator limitante na sua absorção.

Além disso, (SHARPLEY e HALVORSON, 1994) comentam que a disponibilidade do fósforo para as plantas depende da taxa de aplicação deste no solo. Esta taxa afeta as características de desorção, adsorção e difusão do P na matriz do solo. (SHARPLEY e HALVORSON, 1994) comentam da possibilidade de serem feitas altas adubações de fósforo ao invés de aplicações anuais. Também a aplicação de esterco, baseada na necessidade de nitrogênio, tem levado a um acúmulo de fósforo. Fato este devido a baixa necessidade de P quando comparado a necessidade de N pela planta e a presença de doses praticamente iguais no esterco (RAIJ, 1991).

4.7. Teores de K na parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planossolo Háplico

Em relação aos teores de K, encontrados no material vegetal, na parte aérea, foi observado que, os maiores teores foram encontrados no ano II em todas as doses (Tabela 7). Já para a raiz os teores de K foram superiores apenas nas doses de 0 e 4 t ha⁻¹ de esterco bovino no ano I, em comparação com o ano II. No ano II os maiores teores de K foram encontrados nas doses 8 e 12 t ha⁻¹ de esterco bovino.

Na comparação entre os teores de K da parte aérea com os teores na raiz foi observado que os maiores teores foram encontrados na parte aérea, independente do ano de cultivo e da doses de esterco bovino aplicado (Tabela 6), resultados semelhantes aos encontrados para o N.

Tabela 7: Teores de K na Parte aérea e na raiz de plantas de mandioca cultivadas em Planossolo Háplico

	Ano I				Ano II			
	Doses (t ha ⁻¹)							
	0	4	8	12	0	4	8	12
Partes (g kg ⁻¹)								
PA (g kg ⁻¹)	11,4bA	11,4bA	10,9bA	10,2bA	17,0aA	17,4aA	15,8aA	15,7aA
Raiz (g kg ⁻¹)	7,77aB	9,76aB	9,02bB	7,61bB	7,26bB	7,47bB	9,13aB	8,31aB

Letra minúscula compara os dois anos na mesma dose e na mesma parte. Letra maiúscula compara as duas partes da planta no mesmo ano e na mesma dose. Pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Embora o potássio, não faça parte de nenhum composto orgânico, desempenha importantes funções na planta, como nas propriedades osmóticas, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos, entre outros. Por tanto a mandioca é uma cultura que apresenta uma demanda muito alta por K (SANTOS, 2011).

Mesmo com um aumento nos teores de K nos dois anos na parte aérea, o primeiro ano ficou abaixo do teor adequado (10 a 12 g kg⁻¹) já o segundo ano ficou dentro da faixa que é considerada adequada por (Malavolta, 2006), que é de 13 a 20 g kg⁻¹ de K, e os encontrados nesse trabalho foram 17,0 a 17,4 g kg⁻¹.

4.8. Teor de K na raiz da mandioca

No ano I a dose esterco que proporcionou o maior teor de K na raiz foi 5,7 t ha⁻¹, essa dose foi determinada pela equação de regressão (Figura 2), a partir dessa dose houve um efeito negativo com a adição de esterco bovino no solo, provavelmente porque o P (Figura 3) responsável pelos hormônios de crescimento das plantas não acompanhou a disponibilidade de K, influenciando no desenvolvimento do sistema radicular. No ano II não houve diferença significativa nos teores de K para as doses aplicadas.

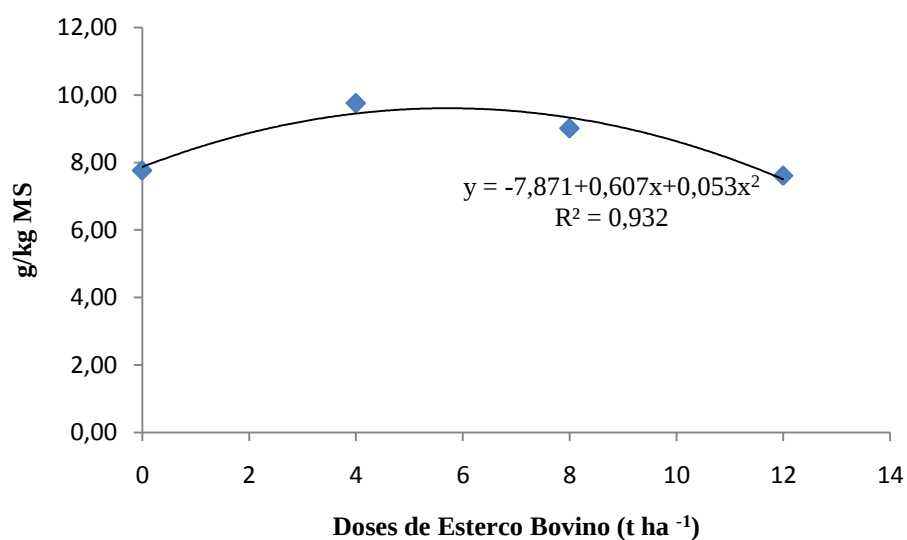


Figura 2: Teor de K na raiz no ano I, em Planossolo Háplico cultivado com mandioca

4.9. Produtividade de raiz em um Planossolo Háplico com doses sucessivas de esterco bovino

As diferenças entre as doses de esterco tanto em comparação com os dois anos como em relação às partes da planta não foi significativa ($P < 0,05$). Por tanto, foram comparados os sistemas de plantio (mandioca com feijão e só mandioca) utilizando – se as médias ($n = 16$) da produção obtida de todos os tratamentos com e sem esterco (Tabela 9).

Em plantio alternado com o feijão (feijão + mandioca), a produção de raízes teve tendência a reduzir-se, mas sem magnitude suficiente para que fossem estatisticamente significativa ($p > 0,05$), dados não mostrados.

Em relação aos anos I e II de colheita, podemos observar que a produção no ano II foi superior ($p > 0,05$) ao ano I. O ano II apresentou um incremento na produção de 3 t ha^{-1} de raiz de mandioca (Tabela 9) em relação ao ano I, produção essa considerada satisfatória uma vez que a média da região é de $9,44 \text{ t ha}^{-1}$ (IBGE, 2009).

Esse aumento da produtividade da mandioca pode está relacionado ao efeito residual da aplicação do esterco no ano I somado a adubação no ano II, principalmente no que se refere ao acúmulo dos nutrientes N e K, discutidos anteriormente.

Tabela 9: Produção de Mandioca em Planossolo Háplico adubada com esterco bovino consecutivamente no ano I e II

Ano	Produção t ha^{-1}
I	8,95b
II	11,96a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

5. Conclusões

Nas condições em que o estudo foi realizado conclui-se que:

1. A adubação sucessiva por dois anos, com esterco bovino, proporcionou um maior acúmulo de Ca e K no Planossolo Háplico, na camada de 0 a 20 cm;
2. A produção obtidas com os tratamentos utilizados no presente trabalho não deferiram significativamente, razão pela qual não foi possível estabelecer a dose de esterco bovino ideal para a produção da mandioca;
3. A maior produtividade foi encontrada após duas adubações consecutivas com esterco bovino;
4. A adubação com esterco bovino, para suprimento de P, para a cultura da mandioca em solos arenosos, precisa ser estudada em ambientes controlados para fornecer informações mais precisas da disponibilidade desse elemento para a cultura.

6. Referencias Bibliográfica

ARAÚJO, J. C. **Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o sistema orgânico de produção**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 84f., 2008. (Dissertação de Mestrado).

BARROS, G. S. de C. (Coord.). **Melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial de mandioca no Estado de São Paulo**. São Paulo: SEBRAE; Piracicaba: ESALQ-CEPEA, 2004. 347 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento Exploratório- Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, MA/SUDENE, 1972. p. 669-670. (Boletim Técnico, 15).

BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total. In: Page, A.L. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p.595-624.

CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. S. Aspectos econômicos. In: MATTOS, P. L. P. de.; GOMES, J. C. **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas – BA: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 2000. p. 92 – 106. (Circular Técnica, 37)

CARVALHO, F. M. et al. Manejo de solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região sudoeste da Bahia. **Ciênc.agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 378-384, mar./abr., 2007.

CAVALCANTE, F.S. Consorciação de mandioca e feijão comum: viabilidade da exploração em agricultura familiar na microrregião do Brejo Paraibano. Dissertação de Mestrado, Areia: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. 2005. 79 p.

COSTA, A. A.; **Diagnóstico da fertilidade do solo para a cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na mesoregião do agreste paraibano**. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água). Areia: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. 2007. 48p.

DIAS, C. A. C.; LOMGHI, A. A.; LORENZI, J. O. Mandioca. In: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. *Manual técnico das culturas: cereais, fibrosas, leguminosas, oleaginosas, raízes e tubérculos, plantas tropicais, sacarinas*. 2. ed. Campinas: CATI/SAA, 1997. p. 369-398.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –CNPAP. **Feijão**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br>> Acesso em 4 jun. 2011.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p.

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.

FAN, M.; ZHU, J.; RICHARDS, C.; BROWN, K. M.; LYNCH, J. P. Physiological roles of aerenchyma in phosphorus-stressed roots. **Functional Plant Biology**, v. 30, p. 493-506, 2003.

FIDALSKI, J. **Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná**. *Pesq. Agropec. Bras.*, 34:1353-1359, 1999.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H. & OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.43, n.12, p.99-105. 2008

GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. de A. Métodos químicos e físicos. In.: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo – Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, p. 267-291, 1999.

HOLANDA, J.S. **Esterco de curral: Composição, preservação e adubação**. Natal, EMPARN, 1990. 69p. (Documentos, 17).

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J.; GRAHAM, P.H. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON,

W.E. (Ed.). **Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment**. Dordrecht: Springer, 2005. p.25-42.

IAPAR- Instituto Agrônômico do Paraná. **Feijão: Tecnologia de produção**. Londrina-PR, 2000. 115 p.il. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 135).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: 2ª ed., n. 4, 316 p., 2007. (Manuais técnicos em geociências).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**, 2009.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas – Características e usos agrícola. In: ALVARES, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.) **O Solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS/UFV/DPS, p. 95-155, 1996.

LOPES, C. A.; POLIDOR, J. C.; ABBOUD, 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: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Brasília. Anais... 2005.

LORENZI, J. O.; OTSUBO, A. A.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L. Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE,

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MDA - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto. Brasília: MDA, 2005.

MENESES, O.B. Efeitos de doses de esterco no rendimento do feijão-de-corda e do milho em cultivos isolados e consorciados. Mossoró: ESAM, 1993. (Tese mestrado).

MENEZES, R. C. S.; GARRIDO, M. da S.; PEREZ, M. A. M. Fertilidade dos solos no semi-árido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005. Recife. **Palestras...**Recife: UFPE/SBCS, 2005. CD-ROM.

MENEZES, R. S. C & SALCEDO, I. H. **Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um NeossoloRegolítico cultivado com milho.** R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.11, n.4, p.361–367, 2007.

Menezes, R. S. C.; Silva, T. O. **Mudanças na fertilidade de um NeossoloRegolítico após seis anos de adubação orgânica.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, p.251-257, 2008.

MERCANTE, F.M.; TEIXEIRA, M.G.; ABBOUD, A.C.S. & FRANCO, A.A. Avanços biotecnológicos na cultura do feijoeiro sob condições simbióticas. **R. Univ. Rural: Sér. Ciênc.Vida**, v. 21, p. 127-146, 1999.

NIELSEN, K. L.; MILLER, C. R.; BECK, D.; LYNCH, J. P. Fractal geometry of root system: Field observations of contrasting genotype of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under different phosphorus regimes. **Plant and Soil**, v. 206, p.181-190, 1999.

OELSEN, T.; MOLDRUP, P.; HENRIKSEN, K. Modeling diffusion and reaction in soils: VI. Ion diffusion and water characteristics in organic manure-amended soil. *Soil Science*, v.162, n.6, p.399-409, 1997.

OHNO, T.; ZIBILSKE, L.M. Determination of low concentrations of phosphorus in soil extracts using malachite green. *Soil Science Society of America Journal*, v.55, p.892-895, 1991.

OLIVEIRA, L. de.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, C. C. P. Irrigação. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L.; FUKUDA, W. M. G (Eds). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. P. 291-300.

PARAHYBA, R. B. V.; SANTOS, M. C.; ROLIM NETO, F. C. Evolução quantitativa de Planossolos do Agreste do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 991-999, 2009.

PRADO, I. N. do.; ZEVIANI, A. L.; MARQUES, J. de. A.; NASCIMENTO, W. G. do. Avaliação produtiva e econômica da substituição de milho por subproduto industrial da mandioca na terminação de novilhos. *Campos Dig.*, Campo Mourão, v. 1, n. 1, p. 37-47, 2006.

RAIJ, van B. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo, Ceres, 1991, 343 p. ROSOLEM, C.A. & MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informe Agrônomo**, 6:1-16, 1994.

S.O.; LIND, A.M. & SOMMER, S.G. Nitrogen and organic matter losses during storage of cattle and pig manure. *J. Agric. Sci.*, 130:69-79, 1998. PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002.

SABOURIN, E.; SILVEIRA, L.M.; TONNEAU, J.P.; SIDERSKY, P. **Fertilidade e agricultura familiar no Agreste Paraibano**: um estudo sobre o manejo da biomassa. Esperança: Cirad-Terra/ASPTA, 2000. 59p.

SALAZAR, F.J.; CHADWICK, D.; PAIN, B.F.; HATCH, D. & OWEN, E. Nitrogen budgets for threecropping systems fertilised with cattle manure. **Biores. Technol.**, 96:235-245, 2005.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, J. H.; SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do Semi-árido do Nordeste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SBCS, p. 51-71, 1995.

SANTOS, A. C., SALCEDO, I. H. & GALVÃO, S. R. S. **Relações entre uso do solo, relevo e fertilidade do solo em escala de microbacia**. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.12, n.5, p.498-504, 2008.

SANTOS, J. Z. dos. **Heterogeneidade na distribuição de esterco na agricultura familiar: Efeitos na produtividade da mandioca.** Universidade Federal da Paraíba, Areia PB. 29 p. 2011. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água)

SAS/STAT 9.3 User'S Guide. Cary, NC:SAS Institute Inc. 201, 8621 p. 2010.

SCHNITZER, M. Soil organic matter- the next 75 years. *Soil Science*, v.151, n.1, p. 41-58, 1991.

SHARPLEY, A. N.; HALVORSON, A. D. **The management of soil phosphorus availability and its transport in agricultural runoff.** In Lal, R. (ed.) Soil processes and water quality, Boca Raton, Lewis Publishers, p.1-84, 1994.

SOUTO, P. C. et al. **Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em áreas degradadas no semiárido da Paraíba.** *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, v. 29, p. 125-130, 2005.

SOUZA, L. D; SOUZA, L. S. Clima e solo. In: MATTOS, P. L. P.; GOMES, J. C. **O cultivo da mandioca.** Cruz das Almas, BA: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 2000. p. 11-13. (Circular Técnica, 37).

STEWART, B.A.; ROBINSON, C.R. Are agroecosystems sustainable in semiarid regions? *Advances in Agronomy*, v.60, p.191-228, 1997.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A cultura da mandioca.** *Paranavaí: Olímpica*, 2005. 116 p.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5).

THOMAS, R.L.; SHEARD, R.W.; MOYER, J.R. Comparison of conventional and automated procedures for nitrogen, phosphorus and potassium analysis of plant material using a single digest. *Agronomy Journal*, v.59, p.240-243, 1967.613-623, 2000.

TURCO, R.F. & BLUME, E. Indicators of soil quality. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7. SIMPÓSIO BRASILEIRA DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., Lavras, 1998. **Anais...** Lavras, UFLA/SBCS/SBM, 836p., 1998.

VALLE, T.L. Mandioca: dos índios à agroindústria. **Revista ABAM** – Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca, v.3, n.11, p.24-25, 2005.

VILOPUX, O. **Competitividade da mandioca no Brasil como matéria prima para o amido**. Informações Econômicas, SP, v.38, n.11, p 27-38, 2008.

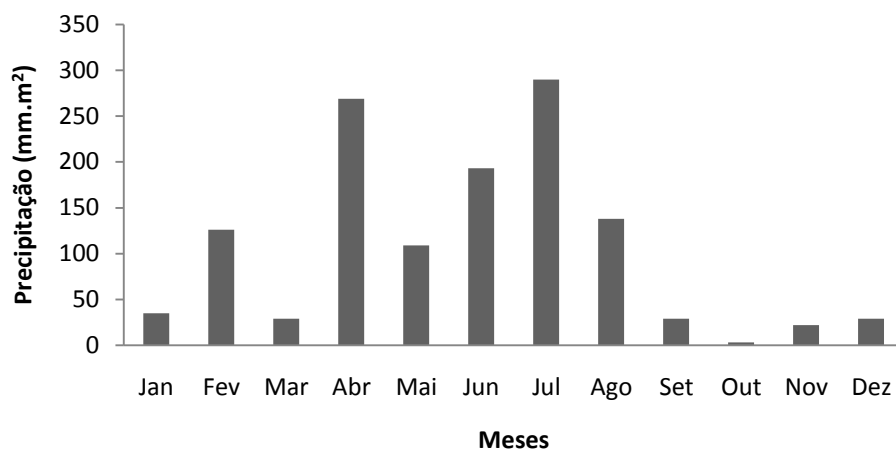
ZHANG, H.; HARTGE, K.H.; RINGE, H. Effectiveness of organic matter incorporation in reducing soil compactibility. *Soil Science Society of American Journal*, v.61, p.239-245, 1997.

ZIMMERMANN, M.J. de O. & TEIXEIRA, M.G. Origem e evolução In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.O.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. P. 57-70. Piracicaba: POTAFOS, 786p., 1996.

Anexo

Anexo 1: Dados de precipitação pluviométrica mensal no período de 2009 a 2010 do município de Remígio – PB.

Precipitação média de Remígio - 2009



Precipitação média de Remígio - 2010

