



600/12

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Solos e Engenharia Rural
**Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e
Água**



**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM ESTERCO NO CRESCIMENTO DE CINCO
ESPÉCIES VEGETAIS EM SOLOS DO SEMI-ÁRIDO**

DAMON PEREIRA DOS SANTOS

**AREIA, PB
ABRIL – 2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

DAMON PEREIRA DOS SANTOS

**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM ESTERCO NO CRESCIMENTO DE CINCO
ESPÉCIES VEGETAIS EM SOLOS DO SEMI-ÁRIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Manejo de Solo e Água”. Área de Concentração: Manejo e Conservação de Solo e Água.

Orientadores: Ignácio Hernan Salcedo
Vânia da Silva Fraga

AREIA, PB
ABRIL – 2009

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos
Técnicos da Biblioteca Setorial de Areia-PB, CCA/UFPB.

- S237e Santos, Damon Pereira dos.
Efeito da adubação com esterco no crescimento de cinco espécies
vegetais em solos do semi-árido. / Damon Pereira dos Santos – Areia- PB:
UFPB/CCA, 2009.
70 f.
Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal
da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2009.

Bibliografia

Orientador: Vânia da Silva Fraga.
Co-orientador: Ignácio Hernan Salcedo.

1. Adubação orgânica 2. Adubação – esterco 3. Adubação – solos I.
Fraga, Vânia da Silva (Orientador) II. Salcedo, Ignácio Hernan (Co-
orientador) III. Título.

CDU: 631.862

DAMON PEREIRA DOS SANTOS

**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM ESTERCO NO CRESCIMENTO DE CINCO
ESPÉCIES VEGETAIS EM SOLOS DO SEMI-ÁRIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Manejo de Solo e Água”. Área de Concentração: Manejo e Conservação de Solo e Água.

Aprovada em 27 de abril de 2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Vânia da Silva Fraga
CCA/UFPB
Orientador (a)

Prof. Dr. Roseilton Fernandes dos Santos
CCA/UFPB
Examinador

Prof. Dr. Alexandre Eduardo Araújo
CCHSA/UFPB
Examinador

A Deus pela vida e por tudo que tenho alcançado;

Ao meu pai José Pereira dos Santos, por ser um exemplo de coragem, fé, bondade e pelos esforços realizados para garantir-me esta vitória. Minha eterna gratidão, te amo;

A minha mãe Antonia Trajano da Silva Santos, pela lição de vida, carinho, amor e por pacientemente suportar a minha ausência durante esse período, dando-me incentivos nesta jornada edificante. Te amo muito!

Aos meus irmãos: Ozório, Isaias, Tiago e Lourdes, pela união e carinho recebido.

COM AMOR DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por esta benção que é a vida e que me deu a coragem para sonhar e força para realizar o sonho de vencer mais essa etapa da minha vida;

Aos meus pais e irmãos, que me conduziram por toda a infância e juventude, com todo carinho, agradeço tudo o que sou;

Ao professor Ignácio Hernan Salcedo, pela oportunidade, orientação e paciência durante a realização deste trabalho;

Ao Pesquisador Melchior N. B. da Silva pela amizade, motivação, ensinamento e confiança, incentivando-me a prosseguir nesta jornada, fossem quais fossem os obstáculos;

A professora Vânia da Silva Fraga, pela paciência, orientação, ensinamentos, confiança, amizade e incentivos. Admiro-te por ser uma pessoa humilde, inteligente, otimista, alegre, admirada e respeitada por todos os seus colegas e alunos;

Ao professor Djail Santos pelos ensinamentos, amizade e por sempre ter acreditado em mim;

Aos professores Francisco Assis de Oliveira, Lourival Ferreira Cavalcante e José Ferreira da Costa Filho pelo apreço e ensinamentos durante esta caminhada;

A Coordenação do Programa de Pós-Graduação em especial aos Professores Vânia da Silva Fraga e Adailson Pereira de Souza e a Secretária Rosa Cláudia pelo carinho, paciência, compreensão e incentivo;

Ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico) pela concessão da bolsa de estudo e pelo financiamento da pesquisa;

Ao professor Ivandro de França da Silva pela colaboração prestada durante a realização deste trabalho;

Aos funcionários do Laboratório de Química e Fertilidade do solo em especial a “Seu Castor”, Patrocínio, Ednaldo, Montesquieu E Gilson pessoas incansáveis na batalha do dia a dia;

Aos funcionários Cícero, Cícera, Juarez e Marielza pela participação efetiva dentro do Departamento, colaborando grandemente com o bom andamento do mesmo;

A Cida, “Vaval”, “Sula”, “Seu Pelé” e “Chico” pelas palavras de estímulo, enfim, o carinho da amizade e gratidão;

Aos amigos de residência: Sérgio, Erivelton, Klerton e José Félix pelo respeito, força e amizade construídos durante o tempo de convivência;

A dona lulu por todo carinho dispensado durante esses anos de convivência.

Aos colegas do Laboratório de matéria orgânica, Emanuel, Mirian, Elane, José Valdênis, Renato e Valdemir valeu pela amizade e o respeito que construímos juntas nesta etapa de minha vida;

Aos amigos da Pós-Graduação: Lucas, Pedro Aguiar, José Félix, Reginaldo, André, Ludmilla, Talita, Vinicius, Guilherme, Pádua e Robson pelas horas de diversão compartilhadas;

E a todos que direta e indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS-----	vii
LISTA DE FIGURAS-----	viii
LISTA DE SÍMBOLOS-----	x
RESUMO-----	xi
ABSTRACT-----	xii
1. INTRODUÇÃO-----	1
2. REVISÃO DE LITERATURA-----	3
2.1. Introdução geral-----	3
2.2. Caracterização dos solos-----	4
2.3. Solos-----	5
2.3.1. Neossolo Litólico-----	5
2.3.2. Luvissole-----	6
2.3.3. Neossolo Regolítico-----	8
2.4. Culturas-----	11
2.4.1. Milho-----	11
2.4.2. Feijão guandu-----	12
2.4.3. Girassol-----	13
2.4.4. Algodão-----	15
2.4.5. Milheto-----	17
2.5. Adubação orgânica-----	18
2.6. Propriedades do solo-----	20
2.7. Nutrientes-----	22
2.7.1. Nitrogênio -----	22
2.7.2. Fósforo-----	23
3. MATERIAL E MÉTODOS-----	25
3.1. Solos-----	25
3.2. Culturas-----	26
3.3. Água-----	27
3.4. Condução do experimento-----	28

3.5. Análises estatísticas-----	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	32
4.1. Produção de matéria seca total (Mstot) no primeiro plantio-----	32
4.2. Produção de matéria seca total (Mstot) no segundo plantio-----	35
4.3. Teores de Nitrogênio na MS no primeiro plantio-----	39
4.4. Teores de Nitrogênio na MS no segundo plantio-----	41
4.5. Teores de Fósforo na MS no primeiro plantio-----	45
4.6. Teores de Fósforo na MS no segundo plantio-----	48
5. CONCLUSÕES-----	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	52
ANEXOS-----	67

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos de três solos representativos da região semi-árida da PB na camada de 0-20 cm.-----	26
Tabela 2. Atributos físicos de Luvissole, Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico da região semi-árida da PB-----	26
Tabela 3. Densidade do solo, volume de poros e quantidade de água adicionada nos solos no primeiro plantio-----	27
Tabela 4. Densidade, volume e massa dos solos e volume de poros e quantidade de água adicionada ao Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico e Luvissole da região semi-árida da PB-----	28
Tabela 5. Características química do esterco bovino-----	29
Tabela 6. Peso em gramas de 10 sementes, forma de crescimento, uso, tempo de colheita em dias, comprimento, diâmetro, largura e espessura das sementes das espécies estudadas-----	29
Tabela 7. Matéria seca total (Mstot) de algodão, girassol, feijão guandu, milho e milho avaliados no primeiro plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano-----	35
Tabela 8. Matéria seca total (Mstot) de algodão, girassol, feijão guandu, milho e milho avaliados no segundo plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano-----	39
Tabela 9. Teor de N na matéria seca do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milho avaliados no primeiro plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano-----	41
Tabela 10. Teor de N na matéria seca do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milho avaliados no segundo plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano-----	44
Tabela 11. Teor de P na matéria seca do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milho avaliados no primeiro plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano-----	47

Tabela 12. Teor de P na matéria seca do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milheto avaliados no segundo plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano-----50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Produção de matéria seca total das espécies vegetais no primeiro plantio-----68
- Figura 2.** Produção de matéria seca total das espécies vegetais no segundo plantio-----68
- Figura 3.** Concentração de N na matéria seca das espécies vegetais no primeiro plantio--69
- Figura 4.** Concentração de N na matéria seca das espécies vegetais no segundo plantio--69
- Figura 5.** Concentração de P na matéria seca das espécies vegetais no primeiro plantio--70
- Figura 6.** Concentração de P na matéria seca das espécies vegetais no segundo plantio--71

LISTA DE SÍMBOLOS

COT – Carbono Orgânico total;

MO – Matéria Orgânica;

Nt – Nitrogênio total;

Po – Fósforo orgânico;

Pm – Fósforo extraído com Mehlich – 1;

DAE – Dias Após a Emergência;

Pi – Fósforo inorgânico;

LV – Luvisolo;

NL – Neossolo Litólico;

NR – Neossolo Regolítico;

Ds – Densidade do solo;

Dp – Densidade de partículas;

MS – Matéria seca;

MStot – Matéria seca total;

SiBCS – Sistema Brasileiro de Ciências do Solo.

Resumo

DAMON PEREIRA DOS SANTOS. **Efeito da adubação com esterco no crescimento de cinco espécies vegetais em solos do Semi-árido.** Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, abril de 2009. 73 f. il. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Orientador: Prof. Dr. Ignacio Hernan Salcedo.

Em geral, os solos da região semi-árida nordestina são deficientes em N e P, sendo o fósforo, em geral, o nutriente mais carente. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o crescimento de cinco espécies vegetais (feijão guandu, milho, milheto, girassol e algodão) em três solos do estado da Paraíba (Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico e Luvisolo) na ausência e presença de esterco bovino, como também o efeito residual do esterco após o primeiro cultivo. O experimento, variou no primeiro plantio de 90 – 110 dias, e no segundo plantio teve 90 dias de duração, foi desenvolvido em casa de vegetação do DSER/CCA/UFPB, localizada no município de Areia-PB. O delineamento experimental, utilizado, foi inteiramente casualizado seguindo o arranjo fatorial (5x3x2), com 4 repetições. Os tratamentos constaram de 5 espécies (Algodão, feijão guandu, milho, milheto e girassol), 3 solos (Luvisolo, Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico) e 2 doses de adubação (com aplicação de esterco bovino e sem aplicação), totalizando 120 vasos. O feijão guandu foi à espécie que teve a maior produção de matéria seca total no primeiro plantio, independente da adubação orgânica, no segundo plantio de forma geral as maiores produções foram observadas para o milho; os teores de N no guandu foram influenciados pela adubação orgânica no primeiro e segundo plantio; o girassol apresentou os maiores teores de P na MS no primeiro e segundo plantio quando comparado com as demais espécies. A mineralização do esterco promoveu aumento da produção de matéria seca de algumas culturas nos diferentes solos no segundo plantio.

Palavras chave – esterco bovino, espécies agrícolas, estoque de nutrientes.

Abstract

DAMON PEREIRA DOS SANTOS. **Effect of the fertilization with seasoning in the growth of five vegetal species in ground of the Half-barren one.** Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, aypril de 2009. 73 f. il. Dissertation. Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Adviser: Prof. Dr. Ignacio Hernan Salcedo.

In general, the ground of the half-barren region northeastern are deficient in N and P, being the match, in general, the nutrient most devoid. The objectives of this work had been to evaluate the growth of five vegetal species (beans guandu, maize, milheto, sunflower and cotton) in three ground of the state of the Paraíba (Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico and Luvisolo) in the absence and bovine presence of seasoning, as well as the residual effect of seasoning after the first culture. The experiment, varied in the first plantation of 90 - 110 days, and in as the plantation it had 90 days of duration, was developed in house of vegetation of the DSER/CCA/UFPB, located in the Areia city PB. The experiment delineation, used, entirely was casualizado following the factorial arrangement (5x3x2), with 4 repetitions. The treatments had consisted of 5 species (Cotton, beans guandu, maize, milheto and sunflower), 3 ground (Luvisolo, Neossolo Litólico and Neossolo Regolítico) and 2 doses of fertilization (with bovine application of seasoning and without application), totalizing 120 vases. The beans guandu was to the species that had the biggest production of total dry substance in the first plantation, independent of the organic fertilization, in as plantation of general form the biggest productions had been observed for the maize; the texts of N in guandu had been influenced by the organic fertilization in the first one and according to plantation; the sunflower presented biggest texts of P in the MS in the first one and according to plantation when compared with the too much species. The mineralização of seasoning promoted increase of the production of dry substance of some cultures in different ground in as the plantation.

Key words - seasoning bovine, agricultural species, supply of nutrients.

1-INTRODUÇÃO

Em geral, os solos da região semi-árida do Nordeste do Brasil são poucos férteis devido principalmente, à baixa disponibilidade de nutrientes, sobretudo N e P (SAMPAIO et al., 1995); a região é caracterizada pela predominância de pequenas propriedades com mão-de-obra familiar, cultivos agrícolas de subsistência e pecuária baseada no pastoreio da vegetação nativa. Os fertilizantes químicos comerciais são pouco utilizados em virtude do seu alto custo, do baixo poder aquisitivo da maioria dos agricultores e do risco proporcionado pela variabilidade do regime de chuvas (NASCIMENTO et al., 2003); por esses motivos, nessa região, o manejo da fertilidade do solo depende principalmente do manejo da matéria orgânica Tiessen et al (1994).

A incorporação do esterco ao solo é uma alternativa amplamente adotada para suprimento de nutrientes nos solos da região semi-árida. No entanto, a reduzida disponibilidade de esterco nas propriedades leva grande parte dos agricultores a importá-lo de regiões circunvizinhas, o que eleva os custos de produção (Menezes et al., 2002). Outro fator limitante quanto ao uso do esterco de curral é que, principalmente em anos de reduzida precipitação pluviométrica, pode prejudicar as culturas agrícolas devido à incompleta decomposição e à imobilização de nutrientes do solo (HOLANDA, 1990; PALM et al., 2001).

De acordo com estudos realizados por Sampaio et al. (1995), Os solos das regiões áridas e semi-áridas apresentam geralmente baixos teores de matéria orgânica, sendo a produtividade dependente dos níveis de fertilidade natural e da possibilidade de mantê-los através da ciclagem de nutrientes, por isto é imprescindível à incorporação de esterco, compostos orgânicos e adubos verdes.

Dentre os compostos orgânicos os esterco animais são os mais importantes, devido à sua composição, disponibilidade e benefícios de aplicação (MAIA, 2002),

visto que estes apresentam em geral concentrações superiores de nutrientes quando comparado com os demais tipos de adubo orgânico, proporcionando condições ideais para o desenvolvimento da maioria das espécies vegetais cultivadas.

As culturas em geral respondem as adubações com esterco, Costa et al. (2007), observaram aumento no desenvolvimento do milho em torno de 70 %, quando comparado com o solo em que houve adição de resíduo de celulose. Efeito semelhante foi obtido na cultura do feijão, efeito semelhante observou Silva e Beltrão (2005) para a cultura do algodão. Visto que o esterco além de funcionar como reservatório de nutrientes e melhorar as propriedades químicas, biológicas e físicas do solo, a matéria orgânica permite melhor arejamento do solo, aumenta a capacidade de retenção de água, melhora a estrutura do solo, e facilita o crescimento das raízes.

Praticamente inexistem informações sobre o efeito residual do esterco sobre as culturas do feijão guandu, milho, milheto, girassol e algodão nos diversos tipos de solo da região semi-árida, entretanto nesta região estas espécies apresentam grande importância com relação as características alimentar, nutricional e de renda. Além disso, algumas dessas espécies são frequentemente utilizadas como barreiras de proteção no cultivo do algodão. Sendo, portanto, necessário avaliar o comportamento vegetativo, com e sem esterco, de cada uma delas em relação ao algodoeiro, para se estabelecer a melhor espécie para essa finalidade. Como também o efeito residual do esterco no crescimento dessas culturas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de cinco espécies vegetais (feijão guandu, milho, milheto, girassol e algodão) em três solos do estado da Paraíba (Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico e Luvissole) na ausência e presença de esterco bovino, como também o efeito residual do esterco após o primeiro cultivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução Geral

A maior parte dos solos do Semi-árido do Nordeste caracteriza-se por apresentarem baixa fertilidade, com destaque para os baixos estoques de nutrientes principalmente o N e P, o que acaba tornando-se um grande limitador para a produtividade vegetal (SAMPAIO et al., 1995). O uso de agroquímicos nitrogenados e fosfatados tem sido bastante reduzido, devido ao seu alto custo e ao baixo poder aquisitivo da maioria dos agricultores, bem como ao risco proporcionado pela variabilidade do regime de chuvas. Por esse motivo, nessa região, o manejo da fertilidade do solo depende principalmente do manejo da matéria orgânica (NASCIMENTO et al., 2003).

Estudos recentes demonstraram que a incorporação de esterco ao solo, tem sido uma das alternativas mais viáveis para a região, por proporcionar o suprimento dos nutrientes que se encontram em deficiência. No entanto, a reduzida disponibilidade de esterco nas propriedades leva grande parte dos agricultores a importá-lo de regiões circunvizinhas, o que eleva os custos de produção (MENEZES et al., 2002). Outra limitação quanto ao uso do esterco de curral é que este – principalmente em anos de reduzida precipitação pluviométrica – pode prejudicar as culturas agrícolas devido à incompleta decomposição e à imobilização de nutrientes do solo.

A incorporação do material vegetal, como o da crotalária (*crotalaria juncea* L.), em plantio com o capim buffel (*Cenchrus ciliaries* L.) promoveu um incremento relativamente pequeno de nutrientes ao solo e, como consequência, a retirada de nutrientes e o crescimento do buffel nesse tratamento também foram limitados. Resultados semelhantes foram compatíveis com a produtividade de batata (*Solanum* sp)

relatada por Silva e Menezes (2007) em tratamento com esterco bovino e adubação verde.

Salcedo e Sampaio (2008) observaram que, os Vertissolos e Cambissolos apresentam os maiores teores de COT ($12,3 \text{ g kg}^{-1}$) isso nos horizontes Ap de perfis sob vegetação de caatinga hipo- e hiper – xerófila, mais em termos de área conjunta esses solos ocupam somente 5% da região. Já os Luvisolos e Neossolos Litólicos tem uma abrangência maior próximo de 32% em áreas de embasamento cristalino e apresentam teores de COT entre $10,4$ e $11,8 \text{ g kg}^{-1}$.

Diversas pesquisas observaram que a diferença encontrada entre os teores médios de COT em Luvisolos e Neossolos Litólicos, que é em torno de $11,1 \text{ g kg}^{-1}$ e Latossolo e Argissolo próximo de $9,8 \text{ mg kg}^{-1}$, é reduzida, mais pode estar refletindo uma fertilidade média maior dos primeiros. A quantidade de MO no solo está relacionada aos aportes de resíduos orgânicos e à formação de biomassa vegetal a qual, por sua vez, depende do nível de fertilidade do solo. Outro fator preponderante com relação a estas quatro classes de solo é que noventa por cento das amostras dessas classes os solos apresentaram teores médios a baixo de P disponível (SALCEDO e SAMPAIO 2008).

2.2. Caracterização dos solos

Com o aumento exponencial da população mundial e, conseqüentemente, com a rápida degradação do solo, especialmente nos países tropicais em desenvolvimento, despertou nas últimas décadas, a preocupação com a qualidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas de cultivo (GALVÃO e SALCEDO 2008). Esta preocupação está mais voltada às áreas que possuem potencial de produção de culturas

rentáveis e com a possibilidade de uso de corretivos e fertilizantes, o denominado “agri-business”. Relativamente, pouca atenção é dada às condições de agricultura familiar de auto-consumo que predominam no Semi-árido Nordeste.

O semi-árido nordestino particularmente o semi-árido de Pernambuco e da Paraíba, abrangem grande diversidade de ordens de solos, se comparado às áreas úmidas desses estados e também a outras regiões do País, variando de ordens com solos pouco a muito intemperizados. Como consequência, também se espera grande variação na concentração de nutrientes nesses solos e nas formas como estes se encontram. A informação mais abrangente sobre alguns elementos como o P nos solos desses Estados ainda é o levantamento da Embrapa de 1973 (EMPRABA, 1973)..

Outro fator que tem contribuído para esta variação é o desmatamento indiscriminado para a formação de novas lavouras, retirada de madeira para benfeitorias, lenha e carvão, e às queimadas sucessivas com manejo inadequado do solo têm contribuído, juntamente com as secas prolongadas, para comprometer o frágil equilíbrio ecológico dessa região (ALBUQUERQUE et al., 2001). Nessas regiões, os solos são rasos, com 40 a 60 cm de solo acima da rocha, ricos em alguns nutrientes como Ca e freqüentemente apresentam uma camada de pedras e cascalhos à superfície (LEPSCH, 2002). Dentre esses solos podemos encontrar Luvisolos e Neossolos.

2.3. Solos

2.3.1. Neossolos Litólicos

Os Neossolos Litólicos são solos com contato lítico dentro de 50 cm e estão normalmente associados aos afloramentos de rochas, com seqüência de horizontes A-C-R, A-R, conforme definido pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006). Devido a este fato áreas

com ocorrência desses solos apresentam restrições à ocupação antrópica, estando geralmente relacionados aos basaltos e arenitos. As características morfológicas desses solos se restringem praticamente às do horizonte A, o qual varia, em média, de 0,15 a 0,40 m de espessura, sendo que a cor, textura, estrutura e consistência, dependem do tipo de material que deu origem ao solo. Além disso, são bastante heterogêneos no que se refere aos atributos físicos, químicos e mineralógicos (BOGNOLA 2002).

Portanto, considerando as suas características de moderada a alta erodibilidade, ampla variação de fertilidade, pequena profundidade efetiva, presença de impedimentos à mecanização e de pedregosidade os referidos solos requerem um criterioso manejo e maior atenção sob o aspecto conservacionista (ALHO et al, 2007). Outro aspecto que se deve levar em consideração é que, normalmente, são arenosos, apresentam fragmentos de rochas e cascalhos em seu corpo ou à sua superfície e estão associados aos relevos ondulado e forte ondulado, com declividades acentuadas. Além da baixa capacidade de armazenamento de água, tais solos apresentam, ainda, limitações físicas ao crescimento do sistema radicular das plantas, contribuindo assim para intensificar ainda mais o efeito do estresse hídrico nas plantas cultivadas (CARDOSO, 2002).

2.3.2. Luvissole

Os solos desta classe são rasos a pouco profundos, usualmente entre 40 e 80 cm e tipicamente de ambiente semi-árido. Possuem uma significativa diferença textural entre os horizontes A e B, este último apresentando cores vermelho-amareladas a avermelhadas e argila de atividade alta. Apresentam seqüência de horizontes A - Bt - C ou Cr bem diferenciados e transição abrupta entre os horizontes superficial e subsuperficial, quando vérticos (BURGOS et al., 2002).

Morfologicamente apresentam um horizonte A com espessura inferior a 30 cm (de modo geral em torno dos 15 cm, portanto A simples), de coloração (para o solo úmido) bruno-escuro, bruno-avermelhado-escuro ou bruno-acinzentado, com matiz variando entre 5YR e 10YR, cromas 2 a 4 e valor de 3,5 a 4. As cores para o solo seco são mais claras. A textura é normalmente da classe franco arenosa com cascalho a cascalhenta, onde o material originário, algumas vezes, é pseudo-autóctone. A estrutura predominante neste horizonte é fraca a moderada pequena granular e pequena a média blocos subangulares. A consistência com o solo seco é normalmente duro, com o solo úmido é friável e quando molhado é não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a ligeiramente pegajoso. Tal horizonte apresenta transição, geralmente, de maneira abrupta e plana ou ondulada para um horizonte Bt de 20 a 50 cm de espessura.

É comum nas áreas destes solos a presença de calhaus e às vezes matacões na parte superficial, bem como no interior do horizonte A, constituindo fase epipedregosa. Tais solos ocorrem em relevo plano e suave ondulado, ou plano a suave ondulado. Têm nos gnaisses o principal material de origem e podem ser considerados como solos típicos de vegetação decídua, principalmente a caatinga hiperxerófila, mas estando presentes também na caatinga hipoxerófila na floresta tropical caducifólia (BURGOS et al., 2002).

São considerados solos com boa reserva de minerais primários, que constituem fonte de nutrientes para as plantas. Em geral, porém, apresentam baixo teor de matéria orgânica e valores de fósforo assimilável de baixos a altos. O controle da erosão deverá ser uma prática indispensável e contínua para a conservação destes.

No que concerne às propriedades químicas na parte superficial destes solos (horizonte A), os valores para soma de bases trocáveis (S) estão acima de 3 e abaixo de 9 cmolc/kg de terra fina e com razoável relação catiônica entre seus elementos; o

carbono orgânico varia de 4,6 a 11,9 g kg⁻¹, o fósforo assimilável apresenta valores entre 4 e 322 mg⁻¹kg.

Essa classe está representada por solos eutróficos, predominantemente pouco profundos e rasos, moderadamente drenados. A atividade das argilas, após correção para carbono, varia de 30 a 50 cmolc/kg de argila. Apresentam a textura do horizonte A variando de franco arenosa com cascalho ou cascalhenta e em menor proporção areia-franca com cascalho ou cascalhenta e no horizonte B, textura argiloarenosa com ou sem cascalho, contendo ou não um subhorizonte com textura franco argiloarenosa com cascalho ou cascalhento e, em menor proporção, argila ou mesmo textura muito argilosa. Neste último caso constituem inclusão.

São solos, química e mineralogicamente com bom potencial para a agricultura, porém com baixos teores de matéria orgânica e fósforo assimilável logo após os 12 a 15 cm da superfície. São solos moderadamente ácidos a praticamente neutros, com pH em água entre 6 e 8, saturação de bases alta (entre 70 e 100% na quase totalidade dos perfis), ausência ou baixo teor de alumínio extraível. Apresentam algumas limitações relacionadas com suas propriedades físicas e morfológicas. Normalmente ocorrem em áreas com regular pedregosidade na superfície, ou mesmo com alta pedregosidade até os 40 cm superficiais.

2.3.3. Neossolo Regolítico

O Neossolo Regolítico é um tipo de solo que apresenta textura arenosa e baixa capacidade de adsorção de nutrientes, quando comparado com solos argilosos (TITO et al., 1997); naturalmente, possui teor baixo de matéria orgânica e nitrogênio que diminuem, após alguns anos de uso. Apesar dessas limitações, em algumas regiões do

estado da Paraíba, este solo é intensamente utilizado na agricultura recebendo, anualmente, grandes quantidades de matéria orgânica, contribuindo para aumentar os teores de nutrientes do solo (TITO et al., 1997). Esta classe de solo na maioria dos casos apresenta baixos teores de nutrientes fazendo-se necessário a aplicação de fertilizantes que promovam o aumento da fertilidade destes solos.

A aplicação de fertilizantes orgânicos em solos que apresentam baixos teores de C orgânico, N total, P extraível e alumínio, teores médios de K, Ca e Mg trocáveis, pH fracamente ácido e textura areia franca tem melhorado a capacidade produtiva do solo, características típicas da maioria dos Neossolo Regolítico da região semi-árida nordestina (MENEZES et al., 2005). Valores superiores ao teor de P-extraível (Mehlich-1) para solos da região semi-árida, foram encontrados por Silveira et al. (2006), que determinaram as concentrações de P nas ordens de solos mais comuns no semi-árido de Pernambuco e Paraíba, observando teores médios de 14,6 e 6,7 mg kg⁻¹ de P nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente.

A aplicação de esterco na proporção de 15 t ha⁻¹ ano⁻¹ e plantio e incorporação de crotalária + 7,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco aumentou a concentração de N total (Nt) na camada de 0-20 cm em 142 e 147%, contudo, o plantio e a incorporação da crotalária por longo período não alteraram significativamente o teor de Nt do solo.

Na camada de 20-40 cm, os teores de Nt e nitrogênio inorgânico (Ni) foram maiores apenas no tratamento em que ocorreu a incorporação de crotalária + 7,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco em relação a testemunha; além disso, em apenas 6 anos de aplicações anuais, a adubação orgânica com 15 t ha⁻¹ de esterco aumentou significativamente o teor de P total do solo em 187 e 165%, comparado aos tratamentos plantio e incorporação da crotalária na época de floração e a testemunha, respectivamente; o teor de fósforo orgânico (Po) foi maior para o tratamento em que ocorreu a adição de 15 t ha⁻¹ ano⁻¹ de

esterco, simultaneamente, o teor de fósforo extraído pelo extrator Mehlich-1 (P_m) na camada de 0-20 cm aumentou 587 e 33% no que houve incorporação de esterco e crotalária, respectivamente, enfatizando a importância da aplicação de esterco como fornecedor de P para as culturas agrícolas. Uma vez que nos tratamentos em que não se aplicou esterco, uma possível explicação para o aumento do teor de P nesse solo ao longo do período de cultivo pode ser esclarecida pela ação das plantas espontâneas e da crotalária, que podem ter contribuído para disponibilizar o fósforo que se encontrava no solo em formas menos lábeis.

Alguns estudos já relataram que as leguminosas podem ter papel significativo na disponibilização para o solo de P que se encontra em formas menos lábeis.

A aplicação de 15 t ha⁻¹ de esterco aumentou significativamente o pH do solo em relação ao solo apenas com o plantio e incorporação da crotalária, tornando o solo fracamente alcalino nas duas camadas avaliadas. Na área experimental em que apenas a crotalária foi adicionada observou-se efeito semelhante, mas só houve aumento significativo do pH do solo na camada de 20-40 cm.

Em solos pouco intemperizados, como os Neossolos Regolíticos, a liberação de K pelos minerais, como feldspatos, é capaz de suprir a demanda das plantas, durante alguns ciclos das culturas (CURI et al., 2005); desta forma, diz-se que, inicialmente, não é necessário corrigir o teor de potássio em solos como o do presente estudo; entretanto, em áreas cultivadas longos períodos é recomendável monitorar os teores desse nutriente no solo para evitar deficiências às plantas.

2.4. Culturas

2.4.1. Milho (*Zea mays* L.)

Nos últimos anos, a produtividade do milho no Nordeste brasileiro vem aumentando, em consequência da importância econômica desse cereal, e do uso de variedades e híbridos, que atendem aos diferentes sistemas de produção ali predominantes.

Nessa ampla região ocorrem condições ambientais distintas (CARVALHO et al., 2005), e o milho, com algumas restrições, é cultivado em todas elas. Considerando-se esse aspecto, e aquele relacionado aos diferentes sistemas de produção, prevalentes na região, infere-se que é de interesse o desenvolvimento de um programa de avaliação de variedades e híbridos de milho, com o objetivo de subsidiar os agricultores na escolha de materiais de melhor adaptação, e que sejam portadores de atributos agrônomicos desejáveis.

A fertilidade do solo é um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade das áreas destinadas tanto para a produção de grãos como de forragem. Esse fato não se deve apenas aos baixos níveis de nutrientes presentes nos solos, mas também ao uso inadequado de calagem e adubações, principalmente com nitrogênio e potássio, e também à alta capacidade extrativa do milho colhido para produção de forragem. A cultura do milho apresenta grandes diferenças no uso de fertilizantes entre as várias regiões do país (COELHO e FRANÇA, 2005)

Dados médios de experimentos com doses moderadas a altas de fertilizantes, dão uma idéia da extração de nutrientes pelo milho, cultivado para produção de grãos e silagem, foi observado que a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio aumenta linearmente com o aumento na produção, e que a maior exigência do

milho refere-se a nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo (OLNESS e BENOIT, 1992).

De acordo com Araújo et al., 2004 o N é o elemento exigido em maior quantidade pelo milho, e é o que mais freqüentemente limita a produtividade de grãos. Enquanto no Brasil a quantidade utilizada desse nutriente é, em média, de 60 kg ha⁻¹, na China é de 130 kg ha⁻¹ e nos Estados Unidos, de 150 kg ha⁻¹.

Estudos realizados em sistemas agroflorestais, em que se incorporou esterco bovino e glirícidia (*Gliricidia sepium*) 60 dias após o plantio não houve aumento na produção de biomassa da parte aérea e grãos, os teores de N nem a quantidade total de N acumulado na biomassa da parte aérea da planta de milho, entretanto, a produtividade nestes tratamentos foram elevadas, 4022 e 4600 kg ha⁻¹, quando comparadas com a média da região que é de 700 kg ha⁻¹ (MENEZES E SALCEDO 2007).

2.4.2. Feijão guandu (*Cajanus cajan* L.)

O guandu (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa de origem africana, adaptada à região tropical, onde se desenvolve numa ampla faixa de precipitações pluviais, que vai de 500 mm a 1500 mm por ano. É uma planta de múltiplos usos, quer seja como fornecedora de grãos, quer seja como planta forrageira para a obtenção de forragem rica em proteína, ou mesmo como cultura melhoradora do solo, pela adubação verde (SILVEIRA et al., 2005).

Há, no Brasil, carência de informações sobre esse sistema para produção das diversas culturas econômicas. O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) tem se mostrado uma excelente leguminosa para inclusão em sistema de cultivo em aléia, que pode produzir até 11 t ha⁻¹ de fitomassa seca, o que pode incorporar ao sistema até 283 kg ha⁻¹

¹ de N e 23 kg ha⁻¹ de P (ALVES et al., 2004). Com a crescente demanda de tecnologias que utilizam insumos biológicos com recursos locais, passou a ser ainda mais importante conhecer a produtividade de biomassa e os seus teores de N, P e K, bem como a dinâmica da liberação desses nutrientes ao solo, por diferentes genótipos de guandu, para se aproveitar a enorme diversidade biológica dessa espécie, sub-explorada no Brasil e se obter resultados mais eficientes desse sistema de produção (SALMI et al., 2006).

Pesquisas realizadas por Silveira et al., (2005) envolvendo os rendimentos de matéria seca no limbo foliar de duas espécies guandu e estilosantes. Verificou-se que no guandu, esse rendimento alcançou o máximo de 2.348 kg ha⁻¹, aos 98 dias após a emergência (DAE), sendo menor que o do estilosantes, de 3.390 kg ha⁻¹ alcançado aos 128 DAE. Até aos 98 DAE, o guandu, planta anual, produziu mais matéria seca que o estilosantes, planta perene, e a partir dessa idade, devido à senescência natural da planta, apresentou menor quantidade de matéria seca em relação ao estilosantes. Boldieri et al. (2003) encontraram, em guandu, um rendimento de matéria seca da parte aérea de 2.190 kg ha⁻¹, aos 60 dias de idade.

2.4.3. Girassol (*Helianthus annuus* L.)

O girassol (*Helianthus annuus* L.) responde por cerca de 13% de todo óleo vegetal produzido no mundo, apresentando evolução na área plantada. É uma cultura de ampla adaptabilidade, alta tolerância à seca, alto rendimento de grãos e de óleo. Além disso, a planta do girassol, os grãos, os restos da cultura e os subprodutos gerados na extração do óleo podem ser usados na alimentação animal (PRADO e LEAL, 2006).

Na safra 2002/2003, a produção brasileira atingiu 58 mil toneladas, em uma área colhida de 43 mil hectares, destacando o estado de Goiás como o maior produtor, com 31 mil toneladas (AGRIANUAL 2004). Atualmente, o cultivo dessa oleaginosa tem-se expandido na região do Brasil Central, devido ao cultivo em safrinha, visto que a cultura apresenta alta tolerância ao déficit hídrico. Nesse contexto, para que se tenha um aumento do potencial produtivo da cultura, é importante que se forneça nutrientes em quantidades adequadas, evitando-se a falta ou excesso de um determinado elemento (PRADO e LEAL 2006).

Em recentes estudos, verificou-se que o teor médio de nitrogênio foliar encontrado ($48,5 \text{ g kg}^{-1}$) é adequado para girassol. Apesar da diferença existente no teor foliar, o rendimento não foi alterado. Estudos tem demonstrado que a aplicação de nitrogênio em cobertura realizada em um solo cultivado em sistema plantio direto na palha desde o ano agrícola de 1976 não provocou diferenças em relação à testemunha com dose zero (0,0) para o rendimento de grãos, seus componentes, índice de colheita aparente e o teor de óleo nos aquênios (CARVALHO E PISSAIA, 2002).

Em um experimento com solução nutritiva, utilizando níveis crescentes de nitrato (3,75 mM; 7,5 mM; 15 mM; e 30 mM), Carelli et al. (1996) observaram que a deficiência de N provocou queda de 31% na taxa de fotossíntese. Essa taxa, por sua vez, está relacionada com o decréscimo na quantidade da enzima Rubisco, visto que parte do nitrogênio total da folha fica alocado nesta enzima. Além disso, os autores verificaram que o crescimento da parte aérea das plantas, avaliado pela massa seca das folhas e hastes, área foliar, número de folhas e da altura das plantas, apresentou resposta quadrática ao nível de nitrato, atingindo o valor máximo entre 20 mM e 22 mM, sendo que o crescimento das raízes não foi alterado pelo fornecimento de nitrato. Assim,

quando o teor de N na planta apresenta um valor muito baixo desenvolve-se sintomas visuais de deficiência, conforme descrito anteriormente (PRADO e LEAL, 2006).

2.4.4. Algodão (*Gossypium hirsutum* L.)

O algodoeiro é uma das principais plantas domesticadas pelo homem e uma das mais antigas, tendo registros de seu uso a mais de 4.000 anos, sendo cultivado comercialmente em mais de 65 países, em uma área anual superior a 30 milhões de hectares (EMBRAPA ALGODÃO, 2007). Essa cultura representa mundialmente mais de 40% da vestidura da humanidade, no Brasil representa mais de 60% dos insumos têxteis.

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) denominado de algodão anual ou herbáceo é uma das quatro espécies cultivadas mundialmente para produzir fibras de algodão (LEE, 1984). De acordo com este autor esta espécie é explorada em grandes áreas nas regiões tropicais e subtropicais, regiões estas que são responsáveis por 90% da produção mundial, e tem grande importância social no Brasil, verificando a necessidade de pesquisas que promova melhoria nas condições para amplo desenvolvimento da cultura nas condições semi-áridas.

Entre os fatores que interferem no desenvolvimento e produtividade do algodoeiro, destaca-se o manejo do solo. Um bom preparo do solo é fundamental para o estabelecimento e desenvolvimento da cultura, além de facilitar o cultivo e a colheita. No entanto, o preparo do solo, mediante a utilização de implementos de discos (arado e grade), pode predispor-lo à formação de camadas compactadas, à redução da estabilidade dos agregados e ao aparecimento, em maior número, de microporos, aumentando a propensão à perda de solo. As consequências diretas da compactação do solo são a

redução da porosidade e da infiltração de água, e o aumento da resistência à penetração de raízes (CARVALHO et al., 2004). O aumento da resistência do solo à penetração afeta a distribuição e o crescimento das raízes e a absorção de nutrientes pelo algodoeiro (ROSOLEM et al., 1998), entretanto, práticas de cultivo tem sido realizados buscando melhorar a produtividade desta cultura.

O cultivo do algodoeiro sobre plantio direto com o uso de esterco bovino promoveu um aumento na altura da planta e na matéria seca, quando comparado com o cultivo convencional no rendimento do algodão, o plantio direto com esterco bovino e de aves também proporcionou um aumento médio de 35 % em massa de capulho por planta, quando comparado com o plantio convencional (LACERDA et al., 2006).

Os resultados estão de acordo com Melo Filho & Silva (1993) e Possamai et al. (2001) que, trabalhando com comparação da produtividade do milho entre esses dois sistemas de preparo, observaram que o plantio direto foi superior ao preparo convencional; em contrapartida, Carvalho et al. (2004), trabalhando com adubação verde em sistema de manejo do solo na produtividade do algodoeiro, concluíram que o sistema de manejo do solo não interferiu na produtividade.

Nesse contexto, o potássio foi, dentre os macronutrientes, o que apresentou o maior incremento de utilização. As razões disso estão em seu alto índice de absorção pelo algodoeiro (menos utilizado apenas que o nitrogênio), na sua baixa disponibilidade nos solos dos cerrados e na função fisiológica crucial que o potássio desempenha no crescimento e desenvolvimento vegetal.

A fertilização de culturas é um dos maiores desafios da agricultura orgânica, sendo necessário o conhecimento aprimorado dos ciclos dos nutrientes para se adotar as práticas de manejo mais adequadas. A eficiência no fluxo de nutrientes que estão imobilizados para a solução do solo, é essencial para a manutenção da fertilidade nos

sistemas orgânicos. Para garantir máximas produtividades, deve-se manter satisfatório nível de nitrogênio e demais elementos essenciais, além de altos níveis de matéria orgânica. Para isso, utilizam-se adubação orgânica, rotação e associação de culturas e fixação biológica de nitrogênio atmosférico pelas bactérias associadas a leguminosas (SILVA et al., 2001).

Silva et al., 2001 afirmam que compostos orgânicos usados como melhoradores alternativos da fertilidade do solo, podem resultar em incremento da matéria orgânica e atividade biológica do solo. Conforme os resultados desses autores, condicionadores orgânicos de solo como o esterco bovino e o composto de caroço de algodão, podem ser superiores aos fertilizantes sintéticos, por melhorarem os atributos biológicos, físicos e químicos do solo, incrementando a produtividade das plantas, ainda de acordo com estes autores a adição de esterco bovino incrementou em 122,92, 93,30 e 132,36 % a produtividade média do algodoeiro colorido em 2000, 2001 e 2003, respectivamente.

Estudos demonstraram que as maiores produtividades da cultura do algodoeiro são potencializadas quando os teores de K do solo situam-se entre 0,2 – 0,3 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e a relação (Ca + Mg)/K, em patamares inferiores à faixa entre 20 e 25 (FERREIRA et al., 2005).

2.4.5. Milheto (*Pennisetum glaucum*)

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é de origem africana, hábito de crescimento cespitoso, ereto e de boa aceitabilidade por bovinos, ciclo vegetativo de 150 a 160 dias, 7% a 12% de proteína bruta na matéria seca e pode ser utilizado para pastoreio, feno, produção de grãos para ração e silagem. Essa espécie é amplamente difundida no Brasil

principalmente na região dos cerrados, mas, relativamente, poucos são os estudos sobre a curva de extração de nutrientes para essas gramíneas.

A fertilidade do solo desempenha um papel importante no desenvolvimento das plantas, na sua produtividade e na concentração de nutrientes em suas folhas (limbo foliar). Magalhães e Kliemann (2002) avaliaram as relações entre produção de massa seca e a exportação de nutrientes, em solos sob cerrado com vários anos de utilização com *Brachiaria brizantha*. Observaram que a produção de matéria seca, os teores de nutrientes da parte aérea e as quantidades exportadas variaram com a quantidade de anos de uso do solo pela forrageira. Malavolta (1980) relatou valores de produção de massa seca de forrageiras variando de 13 mil a 25 mil kg ha⁻¹ e valores dos macronutrientes N, P e K, extraídos pela parte aérea de, respectivamente, 200 a 300 kg ha⁻¹, 30 a 70 kg ha⁻¹ e 200 a 500 kg ha⁻¹.

Entre os macronutrientes nesta espécie, as maiores acumulações foram de N e K, sendo o P o nutriente de menor acumulação, foi verificado de acordo com o mesmo autor no caso do milheto, o máximo de acumulação ocorreu no intervalo de 52 a 55 dias após germinação, e os valores estimados foram de 348 kg ha⁻¹; 36 kg ha⁻¹ e 314 kg ha⁻¹, respectivamente para N, P e K. Observa-se que os valores de N e K são bem maiores que os normalmente incorporados ao solo pela adubação de plantio, mostrando a grande capacidade de aquisição de nutrientes dessa cultura (BRAZ et al., 2004).

2.5. Adubação Orgânica

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que esta extrai durante o seu ciclo. Esta extração total dependerá, portanto, do rendimento obtido e da concentração de nutrientes nos grãos e

na palhada. Assim, tanto na produção de grãos como na de silagem será necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes que esta extrai, que devem ser fornecidos pelo solo e através de adubações.

Compostos orgânicos usados como melhoradores alternativos da fertilidade do solo, podem resultar em incremento da matéria orgânica e atividade biológica do solo (BULLUCK et al. 2002). Conforme os resultados desses autores, condicionadores orgânicos de solo como o esterco bovino e o composto de caroço de algodão, podem ser superiores aos fertilizantes sintéticos, por melhorarem os atributos biológicos, físicos e químicos do solo, incrementando a produtividade das plantas. Para Bulluck & Ristaino (2002), o uso de melhoradores alternativos do solo pode resultar em melhoria da qualidade do solo e no controle de doenças de plantas.

O emprego de fertilizantes orgânicos está associado, também, à melhoria das propriedades do solo, como também da retenção de água, propriedades físicas e estabelecimento de microrganismos benéficos (DRINKWATER et al., 1995), redução da população de patógenos, aumento da matéria orgânica do solo e da capacidade de troca de cátions e diminuição da densidade do solo (BULLUCK et al., 2002).

Nas propriedades agrícolas familiares um dos principais fatores limitantes da produtividade é a baixa fertilidade. Em geral, nos solos do semi-árido nordestino, N e P encontram-se em baixa disponibilidade, o que limita significativamente a produtividade vegetal (SILVA e MENEZES 2007).

Em trabalhos realizados em casa de vegetação verificou-se que a adição de esterco, em geral, teve respostas significativas sobre a produção de fitomassa seca de milho em cinco plantios sucessivos, entretanto, foram menores do que a de egeria (*Egeria* spp). No primeiro plantio, não houve ganhos nem na produção de biomassa nem nos conteúdos de N, P e K. Na verdade, as fitomassas dos tratamentos com esterco

foram ligeiramente inferiores às da testemunha, embora não significativamente, e não foram mais baixas porque as plantas já vinham se recuperando do baixo crescimento das primeiras semanas, quando estavam cloróticas e mirradas. Portanto, o esterco, apesar de curtido, pareceu imobilizar nutrientes nas primeiras três ou quatro semanas posteriores à sua incorporação ao solo (SAMPAIO et al., 2004).

A aplicação contínua de esterco proporcionou aumento significativo no pH e nos teores de todos os elementos na camada de 0–20 cm, em relação às áreas não adubadas (GALVÃO e SALCEDO, 2008). Nas camadas de 20–40 e 40–60 cm, apenas os teores de C e N não apresentaram aumentos significativos com a aplicação de esterco. De acordo com o mesmo autor os teores de nutrientes nas amostras de esterco foram muito variáveis e apresentaram a seguinte ordem: $Ca > K > N > Mg > P$. Na maioria das pesquisas que utilizaram esterco bovino, o N apresentou o maior teor (GALVÃO e SALCEDO, 2008), entretanto, em alguns casos o teor de Ca foi maior, ou se assemelhou ao teor de N (SHARPLEY et al., 2004). Além do N, os demais nutrientes no esterco também apresentaram baixos teores.

2.6. Propriedades do solo

Para o crescimento e desenvolvimento das plantas existem, geralmente, cinco fatores indispensáveis: luz, calor, ar, água e nutrientes. Com exceção da luz, o solo tem capacidade de supri-los, quer no todo, quer em parte (SILVA e LUZ et al., 2002).

O solo, como fator de produção agrícola, possui duas características básicas que revelam seu valor agrônomo: fertilidade e produtividade. A fertilidade refere-se à capacidade de um solo fornecer nutrientes às plantas em quantidade adequadas e proporções convenientes. No entanto, raramente os solos agrícolas são capazes de suprir

as necessidades nutricionais de uma cultura durante todo o seu ciclo de desenvolvimento. Dos dezessete elementos essenciais (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn, Cl e Co) ao crescimento vegetal, geralmente ocorre escassez de três deles, nos solos minerais (N, P e K). As culturas, para produzirem boas colheitas, retiram do solo grandes quantidades desses três elementos (SILVA e LUZ et al., 2002).

A fertilidade é a característica que mais evidencia o valor agrônômico do solo. Ela define a capacidade do solo em fornecer nutrientes às plantas em quantidades e proporções adequadas para a obtenção de grandes produtividades, e pode ser modificada pelo homem com certa facilidade, para se adequar às exigências da planta cultivada. Como exemplo, uma das maiores produtividades do mundo em algodão herbáceo em caroço (3.200 kg/ha, safra 2000/2001) em condições de sequeiro é obtida no Brasil, em Mato Grosso (SILVA LUZ et al., 2002), em solos de Cerrado naturalmente pobres em bases trocáveis e ricos em alumínio tóxico (Al^{3+}), os quais foram corrigidos e adubados corretamente.

O aporte de biomassa via serrapilheira é um dos mais importantes processos de transferência de nutrientes nos ecossistemas florestais tropicais (MARTINS E RODRIGUES, 1999). Os ecossistemas florestais possuem um eficiente sistema de ciclagem de nutrientes, com altas taxas de ciclagem interna no sistema solo-planta (DELITTI, 1995).

A serrapilheira é formada por fragmentos orgânicos de origem vegetal e animal, que caem sobre o solo por meio de diversos processos. A formação da serrapilheira depende da quantidade e da qualidade de biomassa produzida e aportada, assim como da taxa de decomposição desse material (SILVEIRA et al., 2007).

Recentes estudos realizados por Silveira et al., (2007), mostraram através de análise química da serrapilheira a presença de todos os macro e micronutrientes,

demonstrando superior estoque de nutrientes no Safra Mínimo (modelo agroflorestal mais simplificado com menor densidade de espécies e mais adequado a realidade cultural dos agricultores da região), em relação a outros tipos de cultivo. Os maiores valores médios de N, S, P, K, Ca, Mg, C, H e N foram encontrados na serrapilheira do Safra Mínimo.

2.7. Nutrientes

2.7.1. Nitrogênio

O nitrogênio é um dos principais nutrientes para praticamente todas as culturas. Para o milho, ele desempenha papel importante no acúmulo de proteína e na produtividade de grãos. A disponibilidade de N no solo para as plantas é controlada basicamente pela decomposição da matéria orgânica e por adubações nitrogenadas, sendo que, quando são utilizadas culturas com baixa relação C:N na matéria seca, em rotação, a decomposição e a mineralização é mais rápida e a ciclagem do N ocorre em curto espaço de tempo, como ocorre com as leguminosas. Também deve ser considerado aqui que as perdas de N no solo são altas, principalmente por lixiviação, na forma de nitrato, pois este nutriente não forma ligações fortes com as cargas permanentes do solo suficientes para reter o nitrato nas camadas de exploração radicular (PAVINATO et al., 2008).

A mineralização da matéria orgânica do solo, da qual fazem parte as reações de amonificação e nitrificação, transforma, em média, de 2% a 5% do N orgânico por ano, processo que pode ser influenciado pelo uso e manejo do solo, como nas áreas com pastagens, nas quais a forma amoniacal é favorecida por substâncias excretadas pelas

raízes das gramíneas, que inibem a nitrificação, e pela existência de menores valores de pH, que ocorrem, geralmente, nessas condições (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

A aplicação de doses crescentes de N (que variaram de 0 – 240 kg ha⁻¹) resultou no incremento na produção de grãos de milho em dois anos de cultivo agrícola sucessivo. A máxima eficiência técnica em produtividade de grãos, seria atingida com a aplicação de 283 e 289 kg ha⁻¹ de N em 2002/03 e 2003/04, respectivamente (Pavinato et al., 2008). Deve-se ressaltar que essas quantidades de N para a obtenção da máxima eficiência de produtividade de grãos é observada em condições de cultivo irrigado, podendo diminuir muito em condições de sequeiro. Exemplo disso é a maior produtividade de milho com 147 kg ha⁻¹ de N, em plantio direto sem irrigação, no cerrado brasileiro, obtido por Fernandes et al., (1999). Entretanto, em alguns momentos a imobilização microbiológica do N pode provocar a diminuição dos teores desse nutriente disponíveis para plantas e conseqüentemente menores produções.

Em estudos realizados por Boeira et al., (2002), verificaram que o acúmulo de N inorgânico durante a incubação esteve associado às quantidades de N orgânico adicionadas ao solo. A velocidade de mineralização foi maior no início da incubação e decresceu com o tempo. Comportamentos semelhantes com lodos de esgoto foram constatados por Banerjee et al. (1997), em razão da decomposição inicial de formas nitrogenadas mais lábeis, com posterior predominância de formas recalcitrantes.

2.7.2. Fósforo

O fósforo encontra-se nos solos sob as formas orgânicas (Po) e inorgânicas (Pi), que se diferenciam entre si pelo grau de estabilidade ou solubilidade e, portanto, com diferentes disponibilidades à absorção vegetal. O Pi pode se encontrar em solução (P-

solução), precipitado com Al, Fe e Ca ou adsorvido aos óxidos de Fe e Al da fração argila, ambos em equilíbrio com a solução e compondo a fração lábil de P no solo (P lábil). A fração não-lábil é composta pelo P sob a forma de compostos de baixa solubilidade (P mineralogicamente estável) ou adsorvido às partículas do solo, não estando, estas formas, em equilíbrio imediato com o P em solução (NOVAIS e SMYTH, 1999).

Em ecossistemas naturais, os processos geoquímicos são responsáveis pela dinâmica do P em longo prazo. Contudo, pelo fato de a maior parte do P disponível às plantas ter como fonte a matéria orgânica, os processos biológicos influenciam bastante a distribuição das formas de P no solo (SOUZA et al., 2006). Portanto, os processos biológicos regulam a dinâmica e distribuição de formas lábeis de P no solo, e a reciclagem da forma orgânica é um importante fator na disponibilização desse nutriente às plantas (SOUZA et al., 2006).

Verificou-se que, de maneira geral, (SOUZA et al., 2006) que todas as formas de P mostraram comportamento crescente com o aumento nas doses de esterco bovino, independentemente das doses de calcário. Esses resultados corroboram os dados de Tiessen et al. (1992), os quais demonstram que a calagem e a adição de matéria orgânica alteram a dinâmica e as transformações do P no solo submetido a diferentes sistemas de manejo. Em estudos realizados em cafeeiros cultivados em Latossolo Roxo distrófico, foi observado que as principais transformações de P foram devidas às alterações nos valores de pH e nos teores de matéria orgânica do solo (PAVAN & CHAVES, 1996).

Fernandes et al., (2002), verificou que o aumento das formas de P pouco lábil com a aplicação de calcário pode ser devido à oxidação da matéria orgânica e aumento dos valores de Al e Fe amorfos nesses solos durante o período de incubação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente de casa de vegetação do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Areia-PB, situado a 6°58' de latitude Sul e 35°41' de longitude Oeste e 575 m de altitude. O primeiro plantio foi realizado em novembro de 2007 e a colheita em março de 2008, o segundo plantio em abril de 2008 e a colheita em agosto do mesmo ano.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado seguindo o arranjo fatorial (5x3x2), com 4 repetições. Os tratamentos constaram de 5 espécies vegetais (Algodão, feijão guandu, milho, milheto e girassol), 3 solos (Luvissolo, Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico) e 2 doses de adubação (com aplicação de esterco bovino e sem aplicação), totalizando 120 vasos.

3.1. Solos

O material de solo utilizado foi proveniente dos primeiros 20 cm superficiais de solos classificados como Luvissolo (T), Neossolo Litólico (RL) e Neossolo Regolítico (RR), dos municípios de Cuité, Remígio e Arara respectivamente no estado da Paraíba. Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os atributos químicos e físicos das três classes de solos utilizadas. Os atributos químicos e físicos foram obtidos de acordo com as metodologias descritas pela Embrapa, (1997) e realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo e Laboratório de Física respectivamente do DSER/CCA/UFPB em Areia-PB.

Tabela 1. Atributos químicos de três solos representativos do semi-árido da Paraíba, da camada de 0-20 cm.

SOLO	pH	P Melichl	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ²⁺	H ⁺ + Al ³⁺	C	MO
		-----mg dm ⁻³ -----			-----Cmol dm ⁻³ -----				-----g kg ⁻¹ -----	
T*	6,42	0,0039	34,085	16,335	8,85	5,85	0,0	2,06	7,45	12,77
RL	5,75	0,0919	36,374	15,997	2,75	1,15	0,05	2,23	2,31	3,98
RR	6,11	0,0362	47,819	18,194	1,75	0,85	0,0	2,48	3,14	5,41

*T – Luvissole; RL - Neossolo Litólico; RR - Neossolo Regolítico

Tabela 2. Atributos físicos do Luvissole, Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico do semi-árido da Paraíba.

Solos	Areia		Silte	Argila	Argila	Grau de Dispersa	de Flocculação	Densid.	Densd.	Poros. Total	Classe Textural
	Grossa	Fina			Solo			Partíc.	m ³ m ⁻³		
	2-0,2	0,2-0,05	0,05-0,002	<0,002							
	-----g kg ⁻¹ -----					kg dm ⁻³		-----g cm ⁻³ -----			
T	308	293	179	220	51	778		1,15	2,60	0,56	Fran.Arg.r.
RL	290	535	102	73	00	1000		1,38	2,68	0,48	Areia Fra.
RR	296	526	119	59	00	1000		1,43	2,61	0,45	Areia.Fra.

T – Luvissole; RL – Neossolo Litólico; RR – Neossolo Regolítico

3.2. Culturas

Foram utilizadas no experimento as culturas do milho (*Zea mays* L.), feijão guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus* L.), milheto (*Pennisetum* sp) e

algodão (*Gossypium hirsutum* L.), as sementes de milho, feijão guandu e girassol foram adquiridas diretamente dos agricultores da região, as sementes de algodão adquiridas na Embrapa algodão e o milho do IPA (Instituto Agrônômico de Pernambuco).

3.3. Água

Foi determinada a capacidade de pote no primeiro plantio mantendo-se constante a massa, diferindo no volume a densidade das partículas (Tabela 3), que foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Brasil (1949). A água utilizada no primeiro plantio correspondeu a aproximadamente 55% do espaço poroso, e o volume de poros de cada solo foi calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$V_{\text{poros}} = 1 - \frac{D_s \text{ (g cm}^{-3}\text{)}}{D_p \text{ (g cm}^{-3}\text{)}}$$

Tabela 3. Densidade do solo, volume de poros e quantidade de água adicionada nos solos no primeiro plantio.

Solos	Densidade Solo (g cm ⁻³)	Vol. solo	Massa	Volume de Poros %	Água adicionada (Kg)/7 Kg solo
T	1,03	6,79 dm ³	7,0 kg	61	2,073
RL	1,13	6,19 dm ³	7,0 kg	57	1,766
RR	1,15	6,08 dm ³	7,0 kg	57	1,735

T – Luvissole; RL – Neossolo Litólico; RR – Neossolo Regolítico

A capacidade de pote dos solos no segundo plantio foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Casaroli e Lier (2008), nesse momento manteve-se constante o volume do solo variando na densidade e na massa (Tabela 4).

Tabela 4. Densidade, volume e massa dos solos, volume de poros e quantidade de água adicionada ao Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico e Luvisso solo da região semi-árida da PB.

Solos	Dens. Solo (g cm ⁻³)	Volume do solo	Massa	Volume poros %	Água adicionada (kg)/7 Kg solo
T	1,2	5,450 dm ⁻³	6,5 kg	59	1,3
RL	1,4	5,450 dm ⁻³	7,0 kg	57	1,3
RR	1,4	5,450 dm ⁻³	7,0 kg	56	1,3

T – Luvisso solo; RL – Neossolo Litólico; RR – Neossolo Regolítico

3.4. Condução do Experimento

Os solos foram peneirados em peneira com abertura de 4 mm, em seguida adicionou-se 7 Kg de cada solo por vaso, no primeiro e segundo plantio, diferindo apenas para o Luvisso solo que no segundo plantio foi adicionado 6,5 kg de solo acondicionados em vasos de polietileno com capacidade para 10 kg. Nos tratamentos com adubo orgânico procedeu-se uma incubação por 30 dias utilizando-se esterco bovino, (35g de esterco seco para 7kg de solo), equivalente a 10t/ha base úmida, que foi misturado uniformemente em todo solo, a caracterização química do esterco bovino, foi realizada no Laboratório de Fertilidade do Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA/UFPB (Tabela 5)

Tabela 5: Características químicas do esterco bovino utilizado.

Propriedades Químicas							
C	N Total	P	K	Ca	Mg	N mineral	C/N
-----g kg ⁻¹ -----							
213,98	7,70	3,72	13,54	6,76	2,78	0,14	27,79

Após o período de incubação as sementes de cada espécie foram semeadas diretamente nos vasos. Após a fase de plântula (quinze dias após o plantio) foi realizado um desbaste deixando uma planta por vaso no primeiro e segundo plantio.

Nos dois plantios a perda de água foi acompanhada por pesagens diárias, em uma balança digital. A água foi repostada quando os vasos tinham atingido a massa inferior a capacidade de pote.

Tabela 6. Peso em grama de 10 sementes, forma de crescimento, uso, tempo de colheita em dias, comprimento, diâmetro, largura e espessura das sementes das espécies estudadas.

Espécies	Peso de 10 sementes (g)	Forma de crescimento	Uso	Colheita (dias)	Compri. (cm)	Dia. (cm)	Larg. (cm)	Esp. (cm)
Milheto	0,11	Herbáceo	F	90	0,39	0,24	---	---
Milho	2,91	Herbáceo	A, F	90	1,13	---	0,45	0,92
Girassol	0,72	Herbáceo	F, A, PO	80 - 90	1,06	---	0,43	0,63
Algodão	1,11	Herbáceo	A, PO, Fi	90 - 110	0,93	0,50	---	---
Feijão guandu	1,28	Herbáceo	A, F, AV	90 - 110	0,71	---	0,67	0,49

F – forragem; A – alimentação; PO – produção de óleo; Fi – Produção de fibra; AV- adubação verde

A determinação do peso da fitomassa seca da parte aérea incluiu as folhas, os capulhos no caso do algodão; a inflorescência do girassol; as espigas do milho e milheto e as vagens do feijão guandu. Foi retirado também o sistema radicular das plantas nos diferentes tratamentos e em todas as repetições, após a coleta das folhas, caules e frutos. Em seguida foi feita a secagem do material em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante, sendo em seguida pesadas e posteriormente moídas. Subamostras do material foram pesadas e digeridas com uma mistura de ácido sulfúrico e água oxigenada (THOMAS et al., 1967).

Nos extratos obtidos pela digestão, foram determinados os teores de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, os teores de fósforo por colorimetria (THOMAS et al., 1967), determinados no Laboratório de Fertilidade do Departamento de Solos e Engenharia Rural da UFPB.

O solo retirado de cada vaso foi novamente passado por peneira com abertura de 4 mm e acondicionado novamente nos vasos. Em seguida, procedeu-se o segundo plantio da mesma maneira que foi realizado o primeiro.

3.5. Análise estatística

A análise estatística foi realizada com os dados diários de conteúdo de matéria seca e nutrientes, uma vez que as culturas estudadas têm diferentes períodos de crescimento. Assim, a matéria seca e os teores dos nutrientes obtidos no final do ciclo de cada cultura foram divididos pelo número de dias necessários até a formação de sementes.

Para a análise estatística dos dados, utilizou-se análise de regressão, análise da variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Foi utilizado o programa STATISTICA 6.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de matéria seca total (Mstot) no primeiro plantio

A resposta das culturas foi bastante variável em função dos solos utilizados e níveis de adubação, gerando interação entre as três fontes de variação do ensaio (cultura, solo e adubação). Por esse motivo os resultados tiveram que ser discutidos caso a caso, permitindo poucas generalizações.

De forma geral as culturas estudadas não responderam a adubação com esterco bovino no primeiro plantio (Tabela 7). Provavelmente o esterco utilizado não foi mineralizado no período de condução de experimento que variou de 90 a 110 dias. Pesquisas realizadas por Martins et al., (2008), verificaram em um Neossolo Regolítico que a decomposição do esterco aplicado no solo isoladamente, após três meses, foi inferior a 30%. De forma semelhante, Menezes e Salcedo (2007), no mesmo tipo de solo, não obtiveram resposta a adubação com esterco em plantio de milho.

O feijão guandu respondeu à adubação com esterco com aumento na produção de matéria seca total, mas esta resposta variou em função do tipo de solo (Tabela 7). O algodão respondeu ($P < 0,05$) a adubação com esterco apenas no Neossolo Regolítico, o algodão é uma cultura que se adapta bem as condições de baixa fertilidade, característica comum da maioria dos solos do semi-árido (SILVA e BELTRÃO, 2005).

Entre os solos, o Neossolo litólico apresentou uma produção relativamente superior de MS para o algodão quando comparado com os demais, tanto na ausência como na presença de adubação, visto que entre os solos estudados este apresentou os maiores teores de nutrientes nos primeiros 20 cm de profundidade (Tabela 7). O girassol, o milho e o milheto não apresentaram respostas para produção de Mstot nos diferentes tipos de solos tanto na presença como na ausência da adubação com esterco.

O feijão guandu, no Luvissole e Neossolo Litólico, em que houve a aplicação de esterco, apresentou aumento na produção de matéria seca total ($P < 0,01$), provavelmente essa diferença está relacionada a capacidade das leguminosas de associarem-se a bactérias fixadoras do N atmosférico. No Neossolo Regolítico em que houve adição do adubo orgânico apesar de ter promovido aumento na produção de Mstot, não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) para os tratamentos aplicados.

Os resultados significativos observados podem ter sido provenientes do fornecimento de P pelo esterco, uma vez que é o nutriente mais exigido para o pleno desenvolvimento das leguminosas. Isso pode ser observado nos tratamentos em que não houve adição de esterco (Tabela 7). A resposta do feijão no Luvissole foi inferior aos demais solos, isto provavelmente ocorreu porque este solo apresentou um alto teor de argila (Tabela 2) e estão freqüentemente mais propícios a compactação, e o P por ser um elemento que apresenta baixa mobilidade tem a absorção prejudicada neste tipo de solo (PAVAN e CHAVES, 1996). Efeito divergente foi observado por Dantas (2005) em estudos de comparação do desenvolvimento de três leguminosas em um Luvissole e Neossolo Regolítico, com e sem adubação com esterco, e verificou uma produção de matéria seca total das espécies estudadas significativamente superior no Luvissole quando comparado com o Neossolo, ambos sem esterco.

Outro aspecto que pode ser observado é que as leguminosas, de maneira geral, têm uma alta capacidade em produzir forragens em condições de baixa fertilidade, promovendo uma maior estabilização na produção de biomassa e um aumento nas entradas de C e outros nutrientes no solo (PEREZ et al., 2003).

A produção de matéria seca pode ser afetada pelo desenvolvimento de alguma parte do vegetal sobrepondo-se a outra quando comparado o desenvolvimento de diferentes espécies (BARBOSA, 1991). O crescimento radicular, por exemplo, superior

ao caulinar é um comportamento considerado vantajoso, para as plantas sujeitas as condições edafoclimáticas do semi-árido, facilitando a retirada de água e nutrientes. Esse efeito foi observado, no presente trabalho, para o guandu que se sobrepôs em relação as demais espécies estudadas (Dados não mostrados). Em pesquisa realizada com várias espécies de leguminosas da caatinga de Pernambuco também foi observado maior desenvolvimento do sistema radicular em relação ao caulinar nas espécies angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) (Barbosa, 1991), acácia ou esponjeira (*Acacia farnesiana*) e turco ou espinheiro de Jerusalém (*Parkinsonia aculeata* L.), Barbosa e Prado (1991). Segundo estes autores o aumento da relação raiz/ parte aérea em plantas sob déficit hídrico e baixa disponibilidade de nutrientes seria um mecanismo de resistência à seca, pelo desenvolvimento do sistema radicular (aumento da área de absorção da água), em detrimento da parte aérea (diminuição da área de evapotranspiração). No entanto, estudo realizado por Vasconcelos (2000), utilizando a jureminha (*Desmanthus virgatus* L. Willd) em três solos sob diferentes disponibilidades de água, encontrou valores de matéria seca bem inferior ao do presente estudo nas plantas de feijão guandu.

As matérias secas das espécies estudadas obtidas no final do ciclo de cada cultura foram divididas pelo número de dias necessários até a formação de sementes.

As espécies apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) quanto à produção de MS nos diferentes solos na ausência da adubação (Tabela 7). As espécies feijão guandu, algodão e milho apresentaram as maiores respostas ($P < 0,05$) no Luvissole sem esterco. Nos solos Neossolo Litólico e Regolítico, sem esterco, o feijão guandu apresentou a maior produção de MS ($P < 0,05$) em relação às demais culturas, provavelmente isso ocorreu pela capacidade fixadora de N desta cultura, já discutida anteriormente.

Tabela 7. Matéria seca total (MSTot) do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milheto, avaliados no primeiro plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano.

PLANTIO I				
MSTot (g)				
SOLOS*				
CULTURA	ADUBAÇÃO	T	RL	RR
Algodão	NÃO	10,01 aA α	16,40 aA γ	5,85 bA β
	SIM	9,87 aA	17,91 aA	10,88 aA
Girassol	NÃO	7,8 aA β	8,36 aA γ	7,13 aA β
	SIM	6,8 aA	8,8 aA	7,16 aA
Feijão Guandu	NÃO	36,45 bC α	55,40 bB α	85,16 aA α
	SIM	125 aA	108,37 aAB	95,7 aB
Milho	NÃO	25,79 aAB α	34,39 aA β	17,00 aB β
	SIM	31,95 aA	30,85 aA	28,93 aA
Milheto	NÃO	5,25 aA β	9,64 aA γ	5,87 aA β
	SIM	8,94 aA	10,16 aA	7,86 aA

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si; e letras gregas nas colunas entre as culturas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

*Classificação de acordo com a Embrapa (2006).

T – Luvissole; RL – Neossolo litólico; RR – Neossolo regolítico

4.2. Produção de matéria seca total (Mstot) no segundo plantio

No segundo plantio foram observadas respostas significativas com o uso de esterco nos três solos (Tabela 8). No Luvissole foi encontrada diferença ($P < 0,05$) na MS do milho. No Neossolo Litólico esse aumento foi observado para as culturas do milho e milheto e no Neossolo Regolítico a maior massa de MS sob adubação orgânica

foi observada no girassol e no feijão guandu (Tabela 8). Provavelmente esses aumentos foram provenientes da mineralização do esterco, o que ocorreu em menor proporção no primeiro plantio (Tabela 7), para a cultura do algodoeiro apesar de ter havido maior produção de MS nos solos com adubo, não se verificou incrementos significativos para esta variável.

Em um experimento realizado em casa de vegetação com um Latossolo vermelho adubado, Rosolem et al., (1998) observaram uma produção de MS inferior ao presente trabalho em que o algodoeiro não respondeu à adubação química. Houve resposta, porém, quando o adubo foi incorporado. No entanto, a produção máxima de matéria seca da parte aérea foi obtida quando o adubo foi incorporado e foram aplicados $48,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio, mesmo assim a produção de matéria seca ainda foi inferior aos valores encontrados no presente experimento.

A produção de MS no girassol respondeu significativamente a adubação orgânica no Neossolo Regolítico (Tabela 8) com uma produção média de matéria seca de 25,5 g, esse efeito se deve ao fato de o girassol apresentar respostas significativas a adição de P no solo, o que ocorre através da incorporação da matéria orgânica na forma de esterco, verificando neste caso produção de matéria seca superior ao primeiro plantio, esse efeito pode ser devido a uma maior liberação de nutrientes para as culturas, por um tempo maior de exposição e conseqüentemente maior mineralização do adubo.

Estudos realizados por Menezes e Silva (2008) verificaram que em 6 anos de aplicações anuais, a adubação orgânica com 15 t ha^{-1} de esterco aumentou significativamente o teor de P total do solo em 187 e 165%, comparado com tratamentos em que houve incorporação de crotalaria, e crotalaria + $7,5 \text{ t de esterco ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, o teor de fósforo orgânico também aumentou para o tratamento em que houve adição de $15 \text{ t de esterco ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, enfatizando a importância da aplicação de esterco

como fornecedor de P para as culturas agrícolas, esses mesmos autores também verificaram aumentos de N no solo ao longo dos 6 anos de cultivo.

Na ausência da adubação o Luvissole apresentou as menores produções de MS (Tabela 8). Já o Neossolo Regolítico apresentou as maiores produções de MS independente da cultura. Esse resultado era esperado uma vez que esse solo apresentou a melhor fertilidade natural entre os três estudados (Tabela 1).

O adubo orgânico promoveu incrementos significativos na produção de matéria seca no Neossolo regolítico para o feijão guandu com uma média de 47,7 g esses resultados são superiores aos encontrados por Fernandes et al., (2007), em que pesquisando o desenvolvimento de leguminosas em um Latossolo amarelo com a adição de calcário e esterco conseguiram uma produção média de 23 g.

Convém salientar que condições locais podem favorecer não só determinadas espécies em relação a outras como também promover variações de produção dentro da mesma espécie. Trabalhos recentes têm demonstrado haver uma interação entre o genótipo e o ambiente afetando a produção de massa seca das culturas e podendo levar a diferentes resultados (FERNANDES et al. 2007).

Entre as gramíneas (milho e milheto) a adubação promoveu um aumento significativo ($P < 0,05$) na produção de MS, no Luvissole e Neossolo Litólico para a cultura do milho e no último para o milheto, não houve resposta da adubação orgânica para estas culturas no Neossolo Regolítico apesar do adubo ter promovido incremento na produção de massa seca total. Estes resultados corroboram com os encontrados por Menezes e Salcedo (2007), que observaram que a incorporação de esterco ou gliricídia não aumentou a produção de biomassa da parte aérea e grãos, nem a quantidade total de N acumulado na biomassa da parte aérea das plantas de milho.

O milho apresentou a maior produção de MS no Luvisolo sem esterco em relação as outras espécies (Tabela 8). No Neossolo Litólico as maiores produções de MS foram do milho e do milheto. Já no Neossolo regolítico o milho e o feijão guandu apresentaram as maiores produções.

Observou-se que o milho está entre as culturas que apresentaram as maiores produções, independente do tipo de solo e sem o uso de esterco, um dos efeitos que pode ter levado o milho a expressar, de forma geral, um desenvolvimento superior as demais, é que dentre as espécies o milho é o que apresenta as maiores restrições quanto ao desenvolvimento sob déficit hídrico, entretanto em condições normais de umidade pode superar as outras culturas, Costa et al. (2007). Estes autores afirmam que a concentração superficial dos nutrientes e a maior disponibilidade hídrica, resultantes da melhor conservação da umidade, favorecem o melhor desenvolvimento do milho que, foi observado no presente estudo, visto que, durante toda sua condução do experimento o solo foi mantido em capacidade campo;

Tabela 8. Matéria seca total (MSTot) do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milho, avaliados no segundo plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano.

PLANTIO II				
MSTot (g)				
SOLOS				
CULTURA	ADUBAÇÃO	T	RL	RR
Algodão	NÃO	4,50 aBβ	15,22 aAβ	18,00 aAβ
	SIM	12,81 aB	22,8 aA	24,07 aA
Girassol	NÃO	5,01 aBβ	5,56 aBγ	14,23 bAβ
	SIM	7,73 aB	12,07 aB	25,50 aA
Feijão Guandu	NÃO	10,54 aBβ	32,34 aAα	40,00 bAα
	SIM	16,04 aC	38,00 aB	55,4 aA
Milho	NÃO	23,48 bBα	25,85 bBα	37,25 aAα
	SIM	39,73 aA	42,73 aA	40,06 aA
Milheto	NÃO	5,46 aBβ	11,50 bABβγ	17,31 aAβ
	SIM	8,57 aB	20,72 aA	21,94 aA

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si; e letras gregas nas colunas entre as culturas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.
T – Luvissole; RL – Neossolo litólico; RR – Neossolo regolítico

4.3. Teores de Nitrogênio na MS no primeiro plantio

Dentre as culturas estudadas apenas o feijão guandu respondeu a adubação orgânica no Luvissole e Neossolo Litólico com uma concentração média de N de 2,09 e 2,17 respectivamente (Tabela 9). A elevada quantidade de N adicionada pelo feijão

guandu, especialmente em relação às gramíneas, deve-se à capacidade que a leguminosa apresenta em fixar N_2 atmosférico (GIACOMINI et al.2003)

Dentre as espécies estudadas as que apresentaram as menores concentrações de N foram as gramíneas, tendo o milho, apresentado concentrações abaixo de $1,00 \text{ mg g}^{-1}$ de MS para o Luvissole e Neossolo Litólico.

De maneira geral as maiores concentrações de N no tecido vegetal das espécies estudadas foram observadas no Neossolo Regolítico, apesar de não ter havido diferenças significativas nas médias para os teores de N a MS das espécies na ausência e presença de esterco, este fato se deve a uma maior fertilidade natural deste solo, já comentada. Estudos realizados por Galvão e Salcedo (2008) em um Neossolo Regolítico sob aplicação de esterco em anos consecutivos verificaram que nas camadas de 20–40 e 40–60 cm que os teores de N não apresentaram aumentos significativos com a aplicação de esterco.

Dentre as espécies estudadas o Girassol apresentou os maiores teores de N na ausência de esterco, com uma média de $2,10 \text{ mg g}^{-1}$ de N na matéria seca. O elevado teor de N, no tecido de algumas oleaginosas, deve-se ao fato de que estas possuem grande habilidade de absorver nitrato em condições ideais de umidade Souza et al. (2008).

Tabela 9. Teor de N na matéria seca do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milheto, avaliados no primeiro plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano.

PLANTIO I				
N mg g⁻¹ de MS				
SOLOS				
CULTURA	ADUBAÇÃO	T	RL	RR
Algodão	NÃO	1,218 aAβ	0,966 bAβ	1,778 aAβ
	SIM	2,128 aA	2,492 aA	2,058 aA
Girassol	NÃO	2,156 aAα	2,002 aAα	2,688 aAα
	SIM	2,310 aA	2,576 aA	2,814 aA
Feijão guandu	NÃO	2,128 aBα	1,918 bBα	2,688 aAα
	SIM	2,044 bA	2,422 aA	2,492 aA
Milho	NÃO	0,800 aAβ	0,966 aAβ	1,050 aAβ
	SIM	0,826 aA	0,994 aA	1,526 aA
Milheto	NÃO	1,316 aAβ	1,232 aAβ	1,526 aAβ
	SIM	1,204 aA	1,470 aA	1,652 aA

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si; e letras gregas nas colunas entre as culturas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.
T – Luvissole; RL – Neossolo litólico; RR – Neossolo regolítico

4.4. Teores de Nitrogênio na MS no segundo plantio

A adubação orgânica promoveu incrementos significativos na concentração de N na matéria seca do milho apenas no Neossolo Litólico (Tabela 10). O feijão guandu respondeu a adubação orgânica em todos os solos estudados. Entretanto o girassol respondeu negativamente a adubação no Neossolo Regolítico. O milho no Luvissole e

Neossolo litolico. Dentre as gramíneas apenas o milho respondeu a adubação com esterco. Todavia, a disponibilidade de N ao milho é, freqüentemente, comprometida pela imobilização microbiana de N durante a decomposição do material orgânico (GIACOMINI et al., 2003).

Um aspecto interessante a ser observado no segundo plantio é que de forma geral as maiores concentrações de N foram verificadas nos solos para os tratamentos em que não houve adição de esterco, esse fato deve-se provavelmente a todo processo ao qual o solo foi submetido no fim do primeiro plantio em virtude da coleta das raízes onde foi promovido o peneiramento de todo solo, promovendo a quebra das estruturas e conseqüentemente maior mineralização deste elemento, visto que o revolvimento do solo promove modificações na ciclagem dos nutrientes, sendo o N o mais afetado uma vez que, com a decomposição mais acelerada dos resíduos orgânico incorporados ao solo, processos de imobilização, mineralização, lixiviação, volatilização e desnitrificação, são alterados (CRUZ et al., 2008).

De acordo com os valores apresentados na tabela 10 no segundo plantio pode-se observar que a adubação orgânica promoveu incremento significativo na concentração de N para o algodão no Neossolo litolico, seguido do Luvissole e Neossolo regolítico, com concentração média de 1,72, 1,44 e 1,36 mg g⁻¹ de N na MS.

Estudos realizados por Menezes e Salcedo (2007) verificaram que em um Neossolo Regolítico a adição de esterco promoveu uma pequena variação quando comparados com o tratamento em que houve incorporação de gliricidia, verificando este efeito na mineralização líquida mensal, a qual oscilou fortemente na testemunha e no tratamento com adição de esterco. Os menores valores mineralizados nesses dois últimos tratamentos coincidiram com os períodos (0-30 e 60-90 dias) de menor pluviosidade (apenas 20 e 23 mm, respectivamente). Enquanto as maiores

mineralizações líquidas ocorreram nos meses com maior pluviosidade, entretanto com relação a estes dados não se pode afirmar até que ponto pode-se atribuir este efeito visto que o experimento foi conduzido mantendo o solo na capacidade de campo.

As maiores respostas do guandu foram verificadas no Luvisolo, seguido do Neossolo Regolítico e Neossolo Litólico, com concentrações médias de 2,24, 2,03 e 1,74 mg de N g⁻¹ de MS, sem esterco respectivamente. Com a adição de esterco foi observado efeito semelhante nestes solos, com maiores concentrações no Luvisolo seguido do Neossolo Regolítico e Neossolo Litólico.

Não foi verificada diferenças significativas ($P>0,05$) na concentração de N nas gramíneas, nos solos em que não ocorreu adição de esterco, entretanto as maiores concentrações de N foi verificada em ambas as gramíneas para o Luvisolo, vindo em seguida o Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico (Tabela 10). Entretanto, apenas no milho houve diferenças significativas nos solos em que houve adição de esterco, tendo o Luvisolo apresentado as maiores concentrações (1,76 mg g⁻¹) seguidas do Neossolo Regolítico (1,54 mg g⁻¹) e Neossolo Litólico (0,97 mg g⁻¹).

Os valores encontrados neste trabalho foram abaixo dos encontrados por Souza et al., (2008) que comparando o comportamento de espécies de leguminosas e gramíneas em um Latossolo Vermelho observaram que as últimas apresentaram os menores teores de N, sendo que o milho BRS 1501 e o capim pé-de-galinha, apresentaram menos de 14 g kg⁻¹ de N no tecido vegetal.

Houve diferença significativa entre as espécies estudadas para o Luvisolo nos tratamentos em que não houve adição de esterco, observando maiores concentrações de N no algodão e no feijão guandu. No Neossolo Litólico o maior valor de N foi verificado na cultura do girassol, o qual apresentou médias de 2,10 mg g⁻¹ ($P>0,05$)

superior as demais culturas. Dentre as espécies estudadas as gramíneas foram as que apresentaram as menores concentrações de N na MS (Tabela 10).

Tabela 10. Teor de N na matéria seca do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milheto, avaliados no segundo plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano.

PLANTIO II				
N mg g ⁻¹ MS				
SOLOS				
CULTURA	ADUBAÇÃO	T	RL	RR
Algodão	NÃO	2,69 aA α	1,50 bA $\beta\gamma$	1,40 aA β
	SIM	1,44 aA	1,72 aA	1,36 aA
Girassol	NÃO	2,03 aA β	2,10 aA α	1,23 bA β
	SIM	1,90 aA	1,74 aA	1,55 aA
Feijão guandu	NÃO	2,24 bA α	1,74 bC β	2,03 bB α
	SIM	2,28 aA	2,10 aA	2,14 aA
Milho	NÃO	1,12 aA γ	1,08 aA γ	0,94 aA γ
	SIM	0,81 bA	0,97 aA	0,95 aA
Milheto	NÃO	1,32 aA β	1,09 aA γ	1,01 bA β
	SIM	1,76 aA	0,97 aB	1,54 aA

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si; e letras gregas nas colunas entre as culturas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.
T – Luvissole; RL – Neossolo litólico; RR – Neossolo regolítico.

4.5. Teores de Fósforo na MS no primeiro plantio

A adubação orgânica não promoveu incrementos significativos na concentração de P na MS do algodoeiro no Luvissole, porém no Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico foi verificado efeito significativo da adubação sobre as concentrações de P, com médias nestes solos com adubo de 1,80 e 3,16 mg de P g⁻¹ de MS (Tabela 11) um dos prováveis motivos para este efeito, é por serem solos mais arenosos devendo neste caso ter havido um maior crescimento do sistema radicular da cultura, atingindo maiores profundidades, e maior facilidade de absorção do P, visto que este é um elemento que se movimenta por difusão, e um dos fatores que contribuem para baixa mobilidade do P é teor de argila no solo (SILVA et al. 2001).

A difusão de P no solo é mais limitante para a absorção de P do que a velocidade de absorção radicular. Os principais fatores que afetam a absorção de P pelas plantas são a taxa de crescimento radicular, a concentração do P na solução do solo e raio médio das raízes (SOUZA et al, 2008).

O girassol, de forma geral, dentre as espécies estudadas foi o que apresentou as maiores concentrações de P na MS. Apesar de não se ter verificado diferenças significativas entre os tratamentos para esta cultura, um dos fatores que pode ter contribuído para isto é que estas espécies apresentam uma grande capacidade de absorver este elemento e concentrar em sua matéria seca (PRADO e LEAL, 2006).

Os teores de P na MS do guandu foram significativamente influenciados pela adição de esterco nos três solos estudados, porém com teores relativamente mais baixos que as outras culturas. Estudos realizados por Menezes e Silva (2008) verificaram que a aplicação de 15 t esterco ano⁻¹ no solo promoveu aumento significativos no teor de P total do solo e nas espécies estudadas em 187 e 165%, comparado aos tratamentos em

que se adicionou crotalaria e a testemunha, respectivamente. O teor de fósforo orgânico (Po) foi maior para o tratamento que houve adição de 15 t de esterco ano⁻¹.

A partir dos resultados obtidos pela determinação de fósforo na matéria seca (P-MS) total das plantas de milho foi possível determinar que houve influência significativa da adubação no Luvissole e Neossolo Regolítico, entretanto não houve efeito significativo da concentração de P para esta cultura no Neossolo Litólico (Tabela 11), um dos prováveis fatores que tenham contribuído para não resposta da adubação é que provavelmente, à adsorção de P aos compostos húmicos, dado o caráter aniônico da matéria orgânica, que, por via de pontes de cátions (Al, Fe e Ca), podem reter o P (SOUZA et al. 2007).

Galvão e Salcedo (2008) verificaram que em áreas sob cultivo com aplicação contínua de esterco o P disponível nas áreas adubadas aumentou 20 (0–20 cm), 22 (20–40 cm) e 25 vezes (40–60 cm) em relação às não adubadas, devido ao teor médio elevado de P no esterco utilizado na região, e ao fato de uma elevada proporção do P no esterco estar em formas disponíveis. A deficiência de P é intensa e generalizada na região.

Souza et al. (2006) citam que há aumento no crescimento radicular de cultivares de milho com o suprimento de P no solo, a diminuição do teor de fósforo implica na redução no raio médio da raiz. Assim o pouco desenvolvimento das raízes pôde traduzir o menor crescimento da planta, sobretudo nas menores doses de P. Vários fatores podem influenciar no crescimento radicular, como os elevados teores de argila no solo, formando estruturas mais unidas dificultando desta forma a penetração das raízes, essa é uma característica comum dos Luvissoles o que pode ser comprovado neste trabalho a partir dos dados apresentados na tabela 2.

Pode-se verificar através dos dados mostrados na tabela 11, que dentre as culturas estudadas as oleaginosas apresentaram as maiores concentrações de P na matéria seca no Luvissole sem esterco, diferindo estatisticamente das demais, por outro lado no Neossolo Litólico na ausência do esterco as menores concentrações foram observadas para o feijão guandu com uma concentração média de 0,67 mg de P g⁻¹ de MS, como nos demais solos no Neossolo Regolítico o girassol apresentou as maiores concentrações de P, entretanto foi menor (P<0,05) em relação apenas ao guandu.

Tabela 11. Teor de P na matéria seca do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milheto, avaliados no primeiro plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano.

PLANTIO I				
P mg g⁻¹ de MS				
SOLOS				
CULTURA	ADUBAÇÃO	T	RL	RR
Algodão	NÃO	0,90 aB α	0,79 bB γ	2,12 bA α
	SIM	1,54 aC	1,80 aB	3,16 aA
Girassol	NÃO	1,17 aA α	1,32 aA α	2,20 aA α
	SIM	1,49 aA	2,07 aA	2,85 aA
Feijão Guandu	NÃO	0,59 bC β	0,67 bB δ	0,76 bA β
	SIM	0,64 aB	0,68 aB	0,92 aA
Milho	NÃO	0,56 bB β	1,01 aA β	1,18 bA α
	SIM	1,09 aA	1,03 aA	1,40 aA
Milheto	NÃO	0,88 aA $\alpha\beta$	0,95 aA γ	1,35 aA α
	SIM	0,86 aA	1,30 aA	1,72 aA

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si; e letras gregas nas colunas entre as culturas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.
T – Luvissole; RL – Neossolo litólico; RR – Neossolo regolítico

4.6. Teores de Fósforo na MS no segundo plantio

O algodoeiro respondeu significativamente a adubação orgânica nos três solos estudados, entretanto as maiores concentrações de P para esta cultura nos tratamentos em que não houve adição de esterco foi verificado no Luvissole e Neossolo regolítico com valores médios de 0,78 e 0,83 mg de P g⁻¹ de MS respectivamente (Tabela 12).

De forma geral estes valores foram considerados baixos (SAMPAIO et al., 1995; MENEZES et al., 2005); a predominância espacial dos teores deste nutriente na MS das espécies estudadas, ficou na faixa de 0,33 a 1,11 mg g⁻¹ de P absorvido para o guandu cultivado no solo sem esterco, e girassol no Neossolo litólico na ausência de esterco respectivamente (Tabela 12). O teor máximo encontrado foi de 2,6 mg g⁻¹ de MS. A deficiência de P é apontada como uma das principais limitações encontradas nos solos do semi-árido para o crescimento vegetal (SOUSA et al., 2006), sendo que em cerca de 60% da área semi-árida do Estado da Paraíba há necessidade alta de aplicação de fósforo (SAMPAIO et al., 1995).

O teor de P encontrado no girassol, apresentou aumento significativo em consequência da adubação com esterco, com exceção do Luvissole. No entanto, esse teor é considerado baixo, se comparado com a faixa de 4 a 7 g de P kg⁻¹ indicada por Malavolta et al. (1997), para diagnose do estado nutricional de girassol. Deibert e Utter (1989) registraram valores entre 2,2 e 5,2 g de P kg⁻¹ como sendo adequados para folhas de girassol no início de florescimento, na interação entre os solos tanto nos adubados como nos não adubados verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos, em que o Neossolo Litólico foi estatisticamente diferente dos demais.

A elevação dos valores de P, com a utilização de esterco bovino, pode ser atribuída ao bloqueio dos sítios de adsorção de P no solo, onde os grupos funcionais carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica se ligam às hidroxilas dos óxidos de Fe e Al e complexam o Al em solução (HUE, 1991). Segundo Haynes (1984), o solo pode adsorver ácidos orgânicos com grande energia, competindo com sítios de adsorção de P e aumentando a disponibilidade desse nutriente para as plantas. A matéria orgânica pode originar, também, ligantes orgânicos liberados durante o processo de mineralização, que podem formar complexos com o Al ou complexos solúveis com o P da solução do solo, evitando que este seja adsorvido. Todavia Souza (2007) observou que com doses maiores de esterco bovino, verificou-se tendência de redução nos valores de P Mehlich-1. Isso se deveu, provavelmente, à adsorção de P aos compostos húmicos, dado o caráter aniônico da matéria orgânica, que, por via de pontes de cátions (Al, Fe e Ca), podem reter o P (NOVAIS & SMYTH, 1999).

De forma geral, nas gramíneas, o esterco promoveu incrementos significativos com relação aos teores de P na MS no segundo plantio (Tabela 12), verificando que para o milho o adubo promoveu incrementos significativos nos três solos estudados, nesta cultura também não se verificou diferença estatística para a concentração de P nos três solos na ausência do esterco, no milho apenas no Luvissolo não foi verificado efeito significativo da aplicação do esterco.

Souza et al., (2007) verificaram que para o solo Latossolo vermelho distrófico textura muito argilosa, a aplicação de esterco bovino não influenciou de maneira significativa os valores de P e a elevação das doses de calcário proporcionou incrementos nos teores de P até o nível 0,22 de calagem e 2,90 % de esterco bovino, a partir das quais ocorreram respostas negativas.

Através da comparação entre as culturas no Luvissole não adubado (tabela 12), pode-se verificar que as oleaginosas apresentaram as maiores concentrações de P, diferindo estatisticamente das demais, efeito semelhante foi observado nos Neossolos para as mesmas culturas, porém o algodão não diferiu estatisticamente das gramíneas no Neossolo litólico.

Tabela 12. Teor de P na matéria seca do algodão, girassol, feijão guandu, milho e milheto, avaliados no segundo plantio em função da adubação orgânica com esterco, em três solos representativos do semi-árido paraibano.

PLANTIO II				
P mg g ⁻¹ de MS				
SOLOS				
CULTURA	ADUBAÇÃO	T	RL	RR
Algodão	NÃO	0,78 bA α	0,70 bB $\alpha\beta$	0,83 bA $\alpha\beta$
	SIM	0,84 aB	0,81 aC	0,91 aA
Girassol	NÃO	0,89 aC α	1,11 aA α	1,04 aB α
	SIM	0,90 aC	1,10 bA	0,99 bB
Feijão Guandu	NÃO	0,33 aB γ	0,39 aA γ	0,37 aA δ
	SIM	0,36 aB	0,40 aA	0,38 aAB
Milho	NÃO	0,48 aA β	0,49 bA $\beta\gamma$	0,45 bA γ
	SIM	0,45 bB	0,50 aB	0,64 aA
Milheto	NÃO	0,35 aB γ	0,42 bA $B\gamma$	0,46 bA γ
	SIM	0,68 aA	0,55 aB	0,59 aB

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si; e letras gregas nas colunas entre as culturas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.
T – Luvissole; RL – Neossolo litólico; RR – Neossolo regolítico

5. CONCLUSÕES

- 1 – A adubação orgânica promoveu incrementos significativos no conteúdo de matéria seca do feijão guandu, no Luvissole e Neossolo Litólico para o primeiro plantio;
- 2 – A mineralização do esterco promoveu aumento da produção de matéria seca de das culturas do girassol, feijão guandu, milho e milheto nos solos RR, RR, RL e RL respectivamente no segundo plantio.
- 3 – As maiores produções de matéria seca no segundo plantio foram observadas nos solos não adubados para o milho e guandu;
- 4 – Os teores de N no primeiro plantio não foram influenciados pela adubação orgânica nos três solos para as culturas estudadas exceto no guandu;
- 5 – No segundo plantio os maiores teores de N foram observados, para o guandu no Neossolo Regolítico;
- 6 – A adubação orgânica aumentou significativamente os teores de P na MS do milho no primeiro plantio no Luvissole e no Neossolo Regolítico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. 2004. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. FNP Consultoria & Comércio, São Paulo. 500 p.

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI, NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da Caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissole em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 121-128, 2001.

ALHO, D.R.; MILTON JÚNIOR, J.; CAMPOS, M.C.C. Caracterização química, física e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.2, p.117-122, 2007.

ALVES, S. M. C.; ABOUD, A. C. de S.; RIBEIRO, R. de L. D.; ALMEIDA, D. L. de. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.11, p.1111-1117, 2004.

ARAÚJO, L. A. N. de; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.8, p.771-777, 2004.

BARBOSA, D.C.A. Crescimento em *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (Leguminosae – Mimosoideae). **Revista Internacional de Botânica Experimental**, Buenos Aires, v. 52, n. 1, p.51-62, 1991.

BARBOSA, D.C.A.; PRADO, M.C.G. Quantitative analysis of the growth of *Parkinsonia aculeate* L. in a greenhouse. **Revista Internacional de Botânica Experimental**, Buenos Aires, v. 52, n. 1, p.17-26, 1991.

BANERJEE, M. R.; BURTON, D. L.; DEPOE, S. Impact of sewage sludge application on soil biological characteristics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 66, n. 3, p. 241-249, 1997.

BOEIRA, R.C.; LIGO, M.A.V.; DYNIA, J.F. Mineralização de Nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1639-1647, 2002.

BOGNOLA, I. A. Caracterização dos Solos do Município de Carambeí, PR. Rio de Janeiro; Embrapa – Solos, 2002. 75p. – (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 8).

BOLDIERE, F. M., D. FORNASIERE FILHO, R. N. GARCIA & MARCHIORI, R. V. 2003. Efeito dos adubos verdes e da adubação nitrogenada sobre o teor de clorofila e teor de N na cultura do feijoeiro. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 29. Ribeirão Preto, SP. Solo: alicerces dos sistemas de produção. 1 CD-ROM. **Anais...**

BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Instituto de Química Agrícola. **Método de Análise de Solo**. Rio de Janeiro: Boletim Técnico, 11, 1949. 66p.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n.2, p.83-87, 2004.

BULLUCK, L.R.; BROSIUS, M.G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J.B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, v.19, n.2, p.147-160, 2002.

BULLUCK, L.R.; RISTAINO, J.B. Synthetic and organic amendments affect southern blight, soil microbial communities and yield of processing tomatoes. **Phytopathology**, St. Paul, v.92, p.181-189, 2002.

BURGOS, N.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B.; OLIVEIRA NETO, M.B. Solos do campo experimental da Embrapa Algodão, em Patos – PB levantamento detalhado e potencial edáfico. Rio de Janeiro; Embrapa – Solos, 2002. 153p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n.17)

CARDOSO, E. L. Solos do Assentamento Urucum - Corumbá, MS: caracterização, limitações e aptidão agrícola. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 35p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 30).

CARELLI, M. L. C., M. R. G. UNGARO, I. FAHL & M. do C. NOVO. Níveis de nitrogênio, metabolismo, crescimento e produção de girassol. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.8, n.2, p.123-130, 1996.

CARVALHO, D. B. de; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: I - rendimento de grãos e seus componentes, índice de colheita e teor de óleo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.3, n.1-2, p.41-45, 2002.

CARVALHO, H.W.L.; CARDOSO, M.J.; LEAL, M.L.S.; SANOS, M.X.; TABOSA, J.N.; SOUZA, E.M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.471-477, 2005.

CARVALHO, M.A.C. de; ATHAYDE, M.L.F.; SORATTO, R.P.; ALVES, M.C.; SÁ, M.E. de. Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.12, p.1205-1211, 2004.

CASAROLI, D. e LIER, Q.J.V. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.59-66, 2008.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. SEJA O DOUTOR DO SEU MILHO Nutrição e Adubação. Arquivo do Agrônomo – nº 2. 2 ed, Potafos. Piracicaba – SP. 2005.

COSTA, A.S.V.; RUFINI, J.C.M.; SILVA, M.B.; GALVÃO, E.R; RIBEIRO, J.M.O. Efeito do resíduo de celulose e esterco no solo sobre o desenvolvimento do milho (*Zea mays*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Revista Ceres**, v.54, n.314, p.339-344, 2007.

CURI, N.; KAMPF, N.; MARQUES, J. J. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. In: Yamada, T.; Roberts, T. L. (ed). Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2005. p.71-91.

CRUZ, S.C.S; PEREIRA, F.R.S.; SANTOS, J.R.; ALBUQUERQUE, A.W.; PEREIRA, R.G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema de plantio direto, no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.62-68, 2008.

DANTAS, J.S. **Absorção de N, P, K de três espécies florestais em relação ao estresse hídrico e adubação orgânica em dois solos do semi-árido da Paraíba.** Areia, 2005. 48 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia.

DELITTI, W.B.C. Estudo de ciclagem de nutrientes: instrumentos para análise funcional de ecossistemas terrestres In: Esteves, F.A. (Ed). **Ecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.1, p. 469-486. 1995.

DEIBERT, E. J.; UTTER, R. A. Sunflower Growth and Nutrient Uptake: Response to Tillage System, Hybrid Maturity and Weed Control Method. **Soil Science Society American Journal**, v. 53, p. 133-138. 1989.

DRINKWATER, L.E.; LETOURNEAU, D.K.; WORKNEH, F.; VAN BRUGGEN, A.H.C.; Shennan, C. Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. **Ecological Applications**, n.5, p.1098- 1112, 1995.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2º ed. Brasília, 2006. 306p.

EMBRAPA ALGODÃO. A cultura do algodão, disponível em: www.algodão.agr.br. Acessado em 14 de maio de 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento exploratório- Reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife, 1973. v.1. 359 p.

FERNANDES, A.R.; MORAIS, F.I.O; LINHARES, L.C.F.; SILVA, G.R. Produção de matéria seca e eficiência nutricional para P, Ca e Mg em leguminosas herbáceas. **Acta Amazônica**, v.37, n.2, p. 169 – 176, 2007.

FERNANDES , L.A.; FAQUIN, V.; FURTINI, A.E.; CURI, N. Formas de fósforo em solos de várzea e biodisponibilidade para o feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.373-383, 2002.

FERNANDES, L.A.; VASCONCELLOS, C.A.; FURTINI NETO, A.E.; ROSCOE, R.; GUEDES, G.A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1691-1698, 1999.

FERREIRA, A.C.B., M.C.S. CARVALHO, K.A. BARBOSA & LEANDRO, W. M. 2005. Calibração dos teores de potássio no solo e na folha do algodoeiro no cerrado de Goiás. In Congresso Brasileiro de Algodão, 5. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. **Anais**. 1. CD-Rom.

FREITAS, R.J.; LEANDRO, W.M.; CARVALHO, M.C.S. Efeito da adubação potássica via solo e foliar sobre a produção e a qualidade da fibra em algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.2, p.106-112, 2007.

GALVÃO, S.R.S.; SALCEDO, I.H. Formas e disponibilidade de Fósforo em solos do agreste paraibano adubado com esterco. In. MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. (org.) Fertilidade do solo e produção de biomassa no Semi-árido. Recife, 2008, Univesitária, 291 p.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E.R.O.; CUBILIA, M.; NICOLOSO, R.S.; FRIES, M.R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em mistura de plantas de cobertura de solo. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.325 – 334, 2003.

HAYNES, R.J. Lime and phosphate in the soil-plant system. *Adv. Agron.*, 37:249-315, 1984.

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

HUE, N.V. Effects of organic acids/anions on sorption and phytovailability in soils with different mineralogies. *Soil Science.*, v.152, p.463-471, 1991.

LACERDA, N. B. de; SILVA, J. R. C. Efeitos do manejo do solo e da adubação orgânica no rendimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.2, p.167-172, 2006.

LEE, J. A. Cotton as a world crop. In: KOHEL, R. J.; LEWIS, C. F. eds. Cotton. Madison: **American Society of Agronomy**. p. 6-24, 1984..

LEPSCH, I.F. Formação e conservação dos solos. São Paulo, Oficina de Textos, 2002. 178p.

MAIA, E. L. **Decomposição de esterco em Luvisolo no semi-árido da Paraíba.** 2002. 35f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos.

MAGALHÃES, R.T.I.P.O.; KLIEMANN; H.J. Relações da produção de massa seca e as quantidades de nutrientes exportados por *Brachiaria brizantha* em solos sob o manejo pelo sistema "Barreirão". **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.32, n.1, p.13-20, 2002.

MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 1997.

MALAVOLTA, E. 1980. Elementos de nutrição de plantas. Agronômica Ceres, São Paulo. 251 p.

MARTINS, E.L.; OLIVEIRA, F.F.; FRAGA, V.F.; SALCEDO, I.H. 2008. Decomposição de esterco em solo arenoso adubado com N mineral. In. Fertbio. Londrina, PR. Desafio para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental. 1 CD – ROM. **Anais...**

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.3, p. 405-412. 1999.

MELO FILHO, J.F.; SILVA, J.R.C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.2, p.291- 2971, 1993.

MENEZES, R.S.C.; SILVA, T.O. Mudança na fertilidade de um Neossolo regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.251-157, 2008.

MENEZES, R. S. C.; GARRIDO, M. S; MARIN, A. M. P. Fertilidade dos solos no semi-árido. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30, 2005, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2005. CD Rom.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.4, p.361–367, 2007.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVEIRA, L.M.; TIESSEN, H. & SALCEDO, I.H. Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano. In: SILVEIRA, L.; PETERSEN, P. & SABOURIN, E., orgs. Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido: avanços a partir do agreste da Paraíba. Rio de Janeiro, AS-PTA, 2002. p.261-270.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímico solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626p.

NASCIMENTO, J.T.; SILVA, I.F.; SANTIAGO, R.D. & SILVA NETO, L.F. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.457-462, 2003.

NOVAIS, R.F.& SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OLNESS, A. & BENOIT, G.R. A closer look at corn nutrient demand. **Better Crops with Plant Food**, Atlanta, v.76, n.2, p.18-20, 1992.

PALM, C.A.; GILLER, K.E.; MAFONGOYA, P.L. & SWIFT, M.J. Management of organic matter in the tropics: translating theory into practice. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.61, p.63 - 75, 2001.

PAVAN, M.A. & CHAVES, J.C.D. Alterações nas frações de fósforo no solo associadas com a densidade populacional de cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, p.251-256, 1996.

PAVINATO, P.S.; CERETTA, C.A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I.C.L. Nitrogênio e Potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.358-364, 2008.

PEREZ, A.M.M.; MENEZES, R.S.C.; SANTOS, K.S.R.; SILVA, E.D. Nutrientes e pH em um Neossolo Regolítico sete anos após o plantio de gliricídia. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 19., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. CD-ROM.

POSSAMAI, J.M.; SOUZA, C.M. de; GALVÃO, J.C.C. Sistema de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, v.60, n.2, p.79-82, 2001.

PRADO, R.M.; LEAL, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. catissol-01. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 3, p. 187-193, 2006.

ROSOLEM, C.A.; SCHIOCHET, M.A.; SOUZA, L.S.; WHITACKER, J.P.T. Root growth and cotton nutrition as affected by liming and soil compaction. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.29, p.169-177, 1998.

SALCEDO, I.H. e SAMPAIO, E.V.S.B. **Dinâmica da Matéria Orgânica no Bioma Caatinga**, p.419 – 442. In. SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo. Ecosistemas Tropicais e Subtropicais. Porto Alegre, 2008. 2 ed., Metrópole, 654 p.

SALMI, G. P.; SALMI, A. P.; ABBOUD, A. C. de S. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivos em aléias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.41, n.4, p.673-678, 2006.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SILVA, V.M. & ALVES, G.D. Capacidade de suprimento de N e resposta à fertilização de 20 solos de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.20, p.269-279, 1995.

SAMPAIO, E.V.S.B.; TIESSEN, H.; ANTONINO, A.C.D.; SALCEDO, I.H. Residual N and P fertilizer effect and fertilizer recovery on intercropped and sole-cropped corn and beans in semiarid northeast Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.70, p.1- 11, 2004.

SHARPLEY, A. N.; MCDOWELL, R. W.; KLEINMAN, P. J. A. Amounts, forms, and solubility of phosphorus in soils receiving manure. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, n.6, p.2048-2057, 2004.

SILVA, E.B.; RESENDE, J.C.F.; CINTRA, W.B.R. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo em solo arenoso. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.973-977, 2001.

SILVA E LUZ, M. J. da; FERREIRA, G. B.; BEZERRA, J. R. C. Saiba como adubar e corrigir o solo em sua propriedade. Campina Grande, 2002. **(Comunicado técnico)**.

SILVA, M. N. B. da; BELTRÃO, N. E. de M. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.222-228, 2005.

SILVA, T.O. da & MENEZES, R.S.C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *crotalaria juncea*. ii - disponibilidade de n, p e k no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.51-61, 2007.

SILVEIRA, M. M. L.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, E. V. S.B. Distribuição de fósforo em diferentes ordens de solo do Semi-Árido da Paraíba e de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.2 p.281-291, 2006.

SILVEIRA, N. D.; PEREIRA, M. G.; POLIDORO J. C.; TAVARES, S. R. de L.; MELLO, R. B. Aporte de nutrientes e biomassa via serrapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, p. 129-136, 2007.

SILVEIRA, P. M. da; BRAZ, A. J. B. P; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes no limbo foliar de guandu e estilozantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n. 35, v. 3, p. 133-138, 2005.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; BANYS, V.L. Fitomassa e acúmulo de nitrogênio, em espécies vegetais de cobertura do solo para um Latossolo Vermelho distroférico de Cerradov. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.4, p.525-531, 2008.

SOUZA, R.F.; FAQUIM, V.; ANDRADE, A.T.; TORRES, P.R.F. Formas de fósforo em solos sob influência da calagem e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1535-1544, 2007.

SOUZA, R.F.; FAQUIN, V.; TORRES, P.R.F. & BALIZA, D.P. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.975-983, 2006.

THOMAS, R.L.; SHEARRD, R.W. & MOYER, J.R. Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. **Agronomy Journal**, v.59, p.240-243, 1967.

TIESSEN, H.; CUEVAS, E.; CHACON, P. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. **Nature**, v.371, p.783 - 785, 1994.

TIESSEN, H.; SALCEDO, I.H. & SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrients and soil organic matter dynamic under shifting cultivation in semi-arid northeastern Brazil. **Agricultural Ecosystems Environment**, v.39, p.139-159, 1992.

TITO, G. A.; CHAVES, L. E. G.; CARVALHO, H. O.; AZEVEDO, N. C. Aplicação de bentonita em um regossolo eutrófico. II. Efeitos sobre as propriedades químicas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.1, n.1, p.25-27, 1997.

VASCONCELOS, R.C.M. de. **Comportamento agrônômico e bromatológico da jureminha (*Desmanthus virgatus* L. Willd) em três solos sob diferentes disponibilidades de água.** Areia. 2000. 121 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia.

Anexos

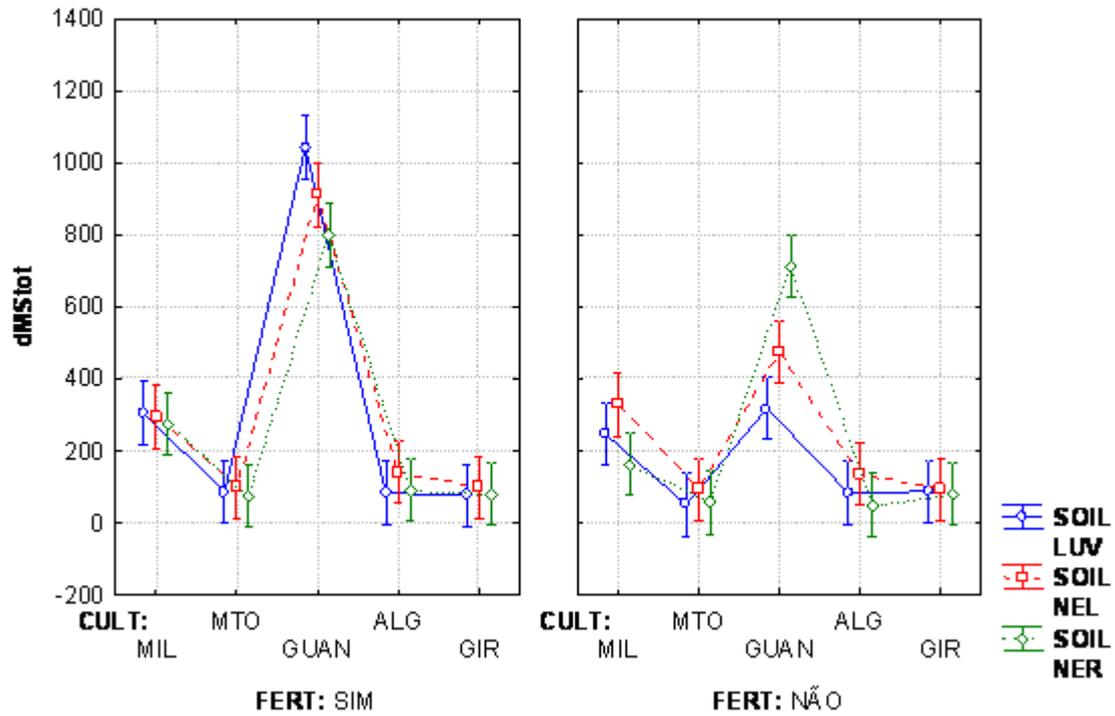


Figura 1. Produção de matéria seca total das espécies vegetais no primeiro plantio.

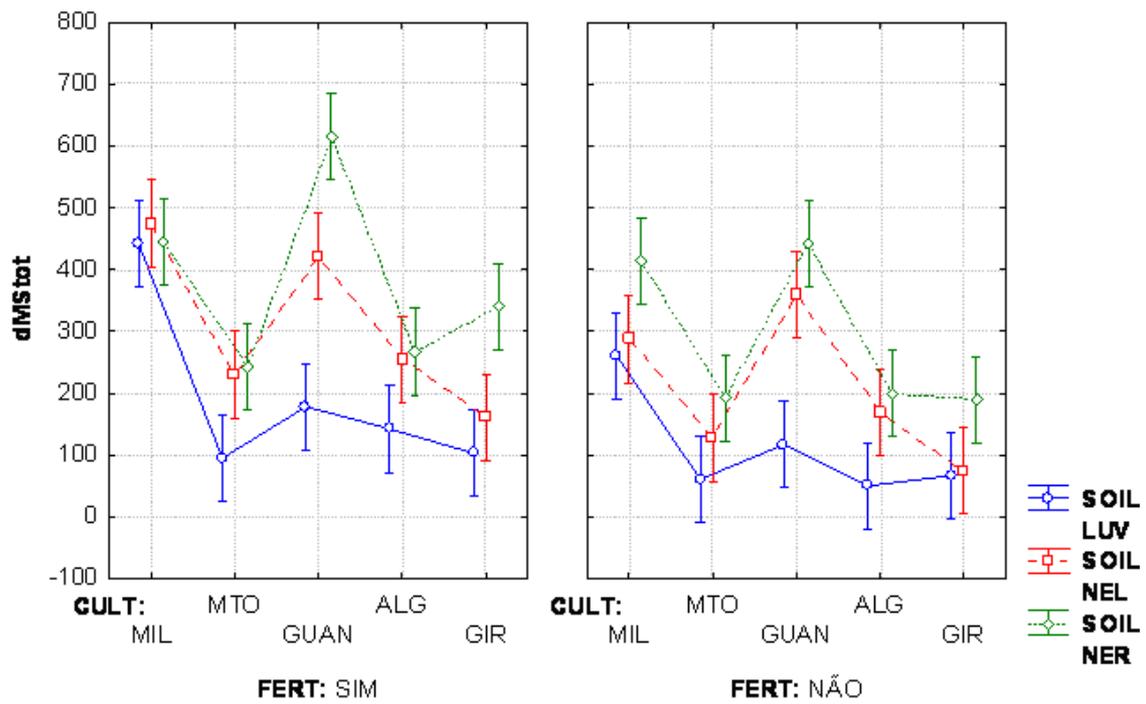


Figura 2. Produção de matéria seca total das espécies vegetais no segundo plantio.

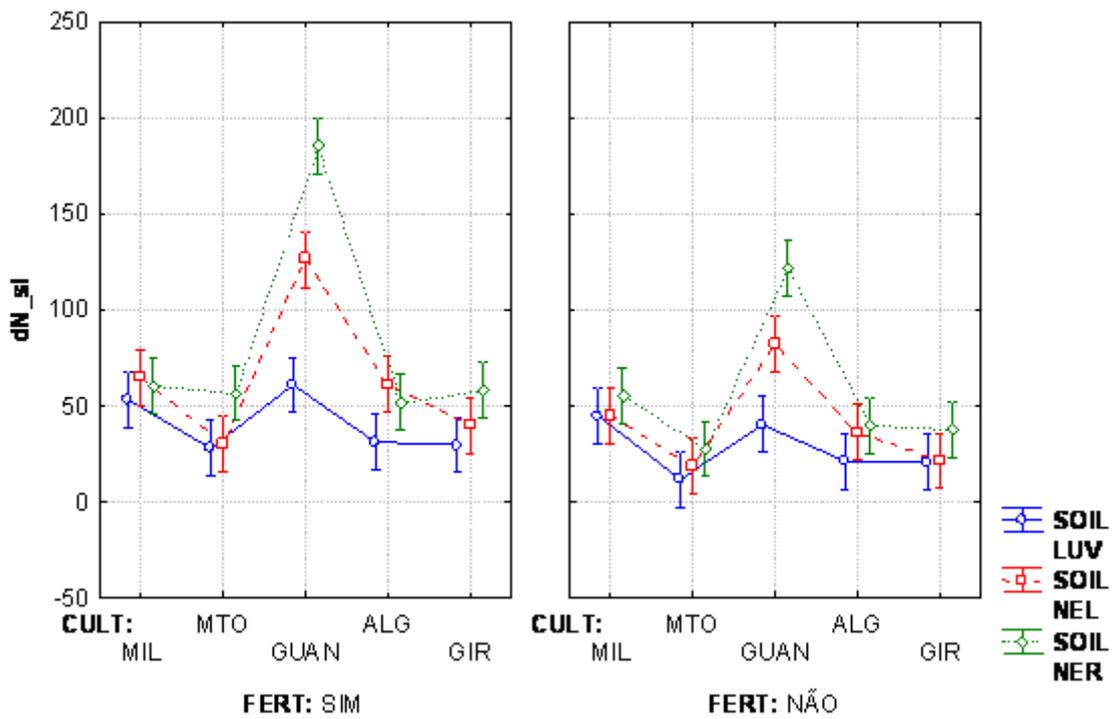


Figura 3. Concentração de N na matéria seca das espécies vegetais no primeiro plantio.

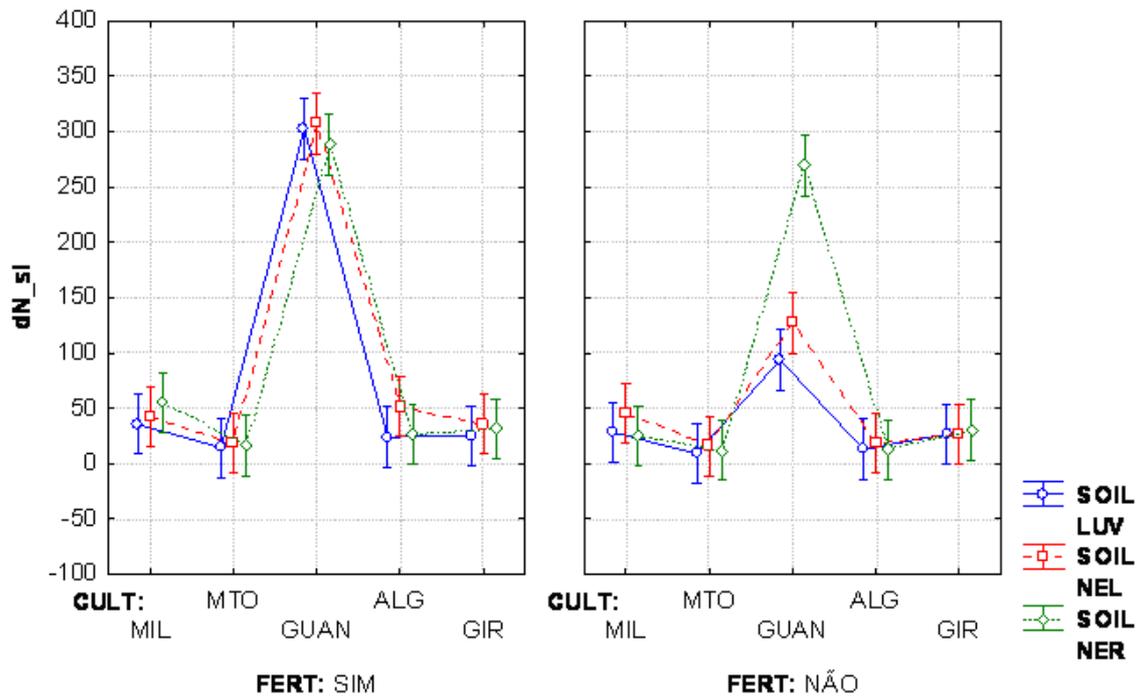


Figura 4. Concentração de N na matéria seca das espécies vegetais no segundo plantio.

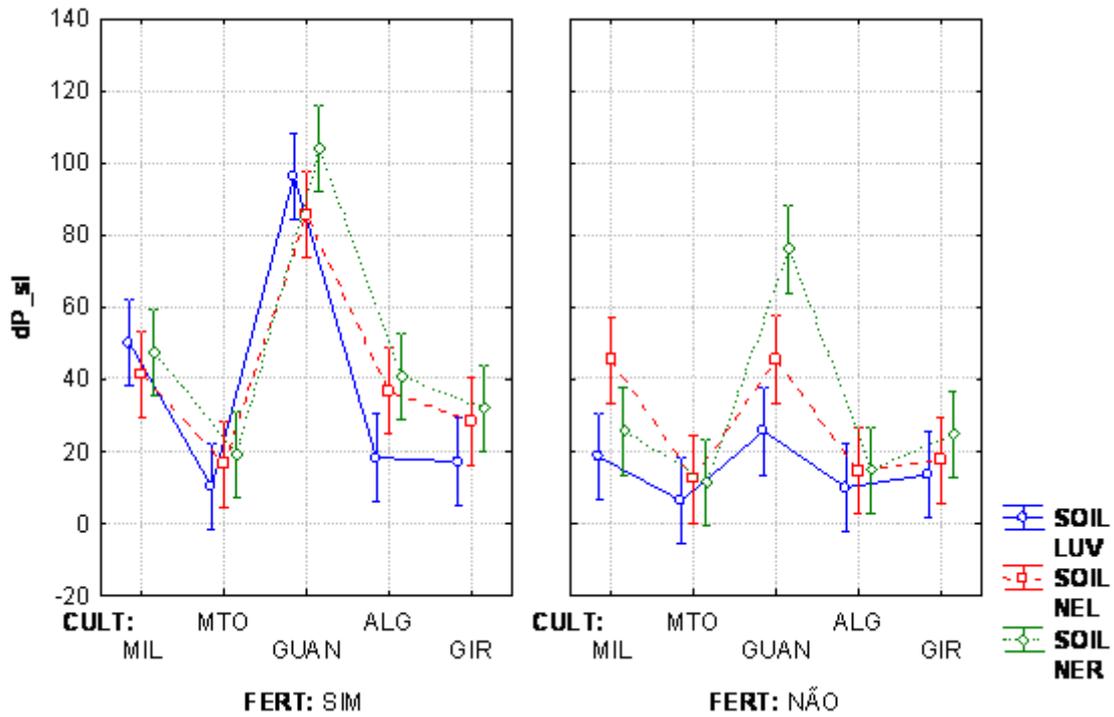


Figura 5. Concentração de P na matéria seca das espécies vegetais no primeiro plantio.

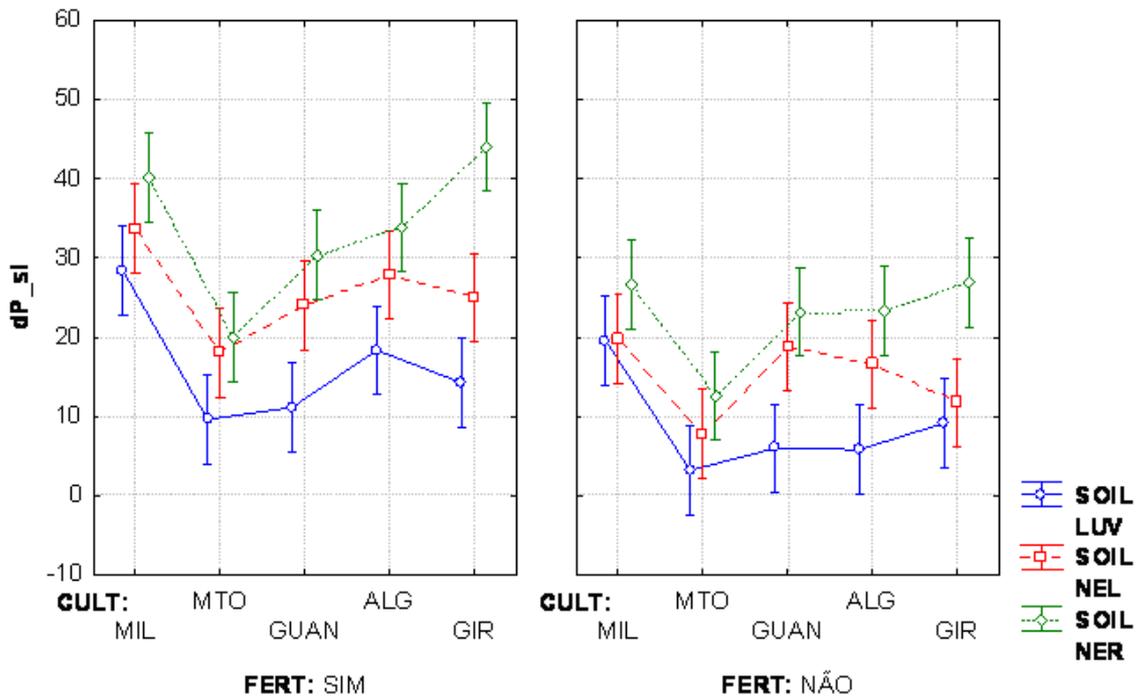


Figura 6. Concentração de P na matéria seca das espécies vegetais no segundo plantio.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)