

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA
DEPARTAMENTO DE ENERGIA NUCLEAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS
ENERGÉTICAS E NUCLEARES**

**AVALIAÇÃO DE ADUBOS ORGÂNICOS UTILIZADOS EM
SISTEMAS AGRÍCOLAS DO AGRESTE PARAIBANO**

KÁSSIA SILENE ROCHA SANTOS

**RECIFE – PERNAMBUCO- BRASIL
JANEIRO/2009**

KÁSSIA SILENE ROCHA SANTOS

**AVALIAÇÃO DE ADUBOS ORGÂNICOS UTILIZADOS EM
SISTEMAS AGRÍCOLAS DO AGRESTE PARAIBANO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares – PROTEN. Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco. Área de concentração: Aplicação de Radioisótopos e Fertilidade do Solo

**ORIENTADOR: PROF. DR. EVERARDO VALADARES DE SÁ
BARRETO SAMPAIO**

**CO-ORIENTADORA: PROFA. DRA. MARIA DO SOCORRO B.
ARAÚJO**

**RECIFE – PERNAMBUCO- BRASIL
JANEIRO/2009**

S237a

Santos, Kássia Silene Rocha.

Avaliação de adubos orgânicos utilizados em sistemas agrícolas do agreste Paraibano / Kássia Silene Rocha Santos. - Recife: O Autor, 2009.

xiii, 96 folhas, il : tabs., Grafts.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, 2009.

Inclui Bibliografia.

1. Energia Nuclear. 2. Adubo Orgânico. 3. Sistema Agrícola. 4. Produção de Biomassa. I Título

UFPE

621.4837

BCTG/ 2009-077

AValiação de adubos orgânicos utilizados em sistemas agrícolas do agreste paraibano

Kássia Silene Rocha Santos

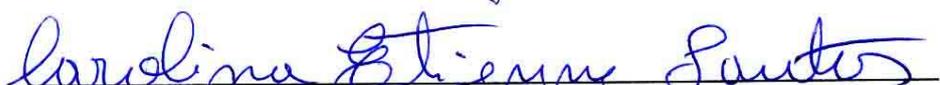
APROVADA EM: 30.01.2009

ORIENTADOR: Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio
CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. Maria do Socorro Bezerra Araújo

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio – DEN/UFPE



Profa. Dra. Carolina Etienne de Rosália e Silva Santos – DEPA/UFRPE



Profa. Dra. Ana Dolores Santiago de Freitas – DEPA/UFRPE



Prof. Dr. Newton Pereira Stamford – DEPA/UFRPE



Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes – DEN/UFPE

Visto e permitida a impressão



Coordenador do PROTEN/DEN/UFPE

Aos meus filhos queridos e amados
Thiago Santos Fernandes e Esther
Santos Fernandes por existirem e
serem a razão da minha vida e ao meu
esposo Erivaldo da Cruz Fernandes.

Dedico

A todos aqueles que
acreditam e lutam para realizar seus
sonhos.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo aconchego da minha família, pela realização de mais um sonho e pela oportunidade de conviver com pessoas maravilhosas.

Ao meu orientador Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio, pela orientação, confiança, paciência, compreensão, amizade e ensinamentos que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal.

A minha co-orientadora Prof. Dra. Maria Socorro B. Araújo, pela amizade, incentivo, dedicação, sobretudo na gestação do meu primogênito.

Aos meus pais Maria da Piedade Rocha Santos e José Wilson Santos Nunes (*in memorian*) e minha tia Flávia, pela educação, incentivo, apoio, compreensão transmitidos durante toda a minha vida.

A Márcio Barbosa, Adriana Muniz e Amanda Galindo pela amizade inestimável, carinho, dedicação, companheirismo e apoio nos momentos mais difíceis da minha vida.

Ao Prof. Dr. Rômulo Simões Cesar Menezes pela atenção e dedicação especial dispensada no início do meu doutorado e pelos conhecimentos transmitidos que colaboraram com o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Brayner de Oliveira Lira e Prof. Dr. André Maciel Netto coordenadores do Departamento de Energia Nuclear durante as fases de execução e conclusão deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de bolsa de estudo.

A banca examinadora Newton Stamford, Carolina Etiene, Maria Betânia, Ana Dolores, Maria do Carmo pelas sugestões e ensinamentos que contribuíram para o aprimoramento deste estudo.

Aos Profs. Drs. Pires e Vicente pela doação da rocha potássica, fosfato natural, MB-4 e informações transmitidas.

A todos os funcionários e estagiários da AS-PTA: Luciano, Paula, José Camelo, Marilene, Manoel Roberval, João Macedo, Anchieta, Miraneide, Edivam, Juraci (Ciba), Severino (Biu), Tadeu, Francisco, Júnior, Emanuel, Ailton, Ita, pelo total apoio na execução do experimento de campo e convivência harmoniosa.

A Claudirlane, proprietária da Pousada Esperança, pela atenção, dedicação e amizade, principalmente, na gestação do meu filho Thiago.

A estagiária Andresa Priscila, pela amizade e ajuda na execução da parte experimental desta pesquisa.

Aos funcionários do Laboratório de Radioagronomia- Fertilidade do Solo: Pedrinho, Gilberto, Claudenice, e Clarindo pela convivência harmoniosa e pelos conhecimentos transmitidos.

A todos os funcionários do Departamento de Energia Nuclear.

Aos colegas de curso Acácia, Ana Dolores, Tácio, Rafael e mais recentemente Carla Sousa, e Fábio pela convivência, troca de experiências e momentos de descontração.

A todos os professores que transmitiram seus conhecimentos e contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal durante toda a minha vida.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta tese.

Meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO	14
REVISÃO DE LITERATURA	17
Uso de Adubos Orgânicos	17
Adubos Orgânicos utilizados nos experimentos	19
Esterco	19
Adubo da Independência	22
Ingredientes do Adubo da Independência	23
Vermicomposto	23
MB-4	24
Farinha de ossos	26
Fareo de Trigo	27
Pó de carvão	27
Pó de telha	28
Fosfato natural	29
Rocha Potássica	30
Biofertilizante Supermagro	31
Referências Bibliográficas	35
CAPÍTULO 1 ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMAS DE	46
PRODUÇÃO NO AGRESTE PARAIBANO	
Resumo	46
Abstract	47
Introdução	48
Material e Métodos	49
Resultados e Discussão	53

Conclusões	69
Referências Bibliográficas	69
CAPÍTULO 2 EFEITOS DO ADUBO DA INDEPENDÊNCIA COMPLETO E DE FORMULAÇÕES COM MENOS INGREDIENTES NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ACÚMULO DE NUTRIENTES DO SORGO	75
Resumo	75
Abstract	76
Introdução	77
Material e Métodos	78
Resultados e Discussão	80
Conclusões	91
Referências Bibliográficas	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS	96

LISTA DE FIGURA

CAPÍTULO 1

- Figura 1.** Precipitação mensal (TM) e acumulada (TA) nos anos de 2004, 2005 e 2006. **50**
- Figura 2.** Concentração e conteúdo de fósforo e potássio na batata, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2004. **60**
- Figura 3.** Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos ramos da batata, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2004. **61**
- Figura 4.** Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos grãos do feijão macassar, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2004. **62**
- Figura 5.** Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos ramos do feijão macassar, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2004. **63**
- Figura 6.** Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos grãos do feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2005. **64**
- Figura 7.** Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos ramos do feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2005. **65**
- Figura 8.** Concentração e conteúdo de fósforo e potássio na batata, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2006. **66**

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Produção de matéria seca, em quatro cultivos sucessivos, da parte aérea do sorgo forrageiro IPA 467-4-2 cultivado em vasos com 700 g de solo. **81**
- Figura 2.** Concentrações de P (mg g de planta⁻¹) na parte aérea do sorgo, quatro cultivos sucessivos, em vasos contendo 700 g de um Neossolo Regolítico. **86**
- Figura 3.** Conteúdo de P (mg vaso⁻¹) na parte aérea do sorgo forrageiro IPA 467-4-2 durante os quatro cultivos sucessivos em vasos contendo 700 g de um Neossolo Regolítico. **87**
- Figura 4.** Concentração de K (mg g de planta⁻¹) na parte aérea do sorgo forrageiro IPA 467-4-2 durante os quatro cultivos sucessivos em vasos contendo 700 g de um Neossolo Regolítico. **89**
- Figura 5.** Conteúdo de K (mg vaso⁻¹) na parte aérea do sorgo forrageiro IPA 467-4-2 durante os quatro cultivos sucessivos em vasos contendo 700 g de um Neossolo Regolítico. **90**

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1

- Quadro 1.** Produção de grãos e ramos do feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2004. **53**
- Quadro 2.** Produção de batatas (peso úmido) e do ramos das plantas (peso seco), em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2004. **54**
- Quadro 3.** Produção de grãos e ramos de feijão macassar, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB em 2004. **56**
- Quadro 4.** Produção de grãos e ramos de feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2005. **57**
- Quadro 5.** Produção de batatas (peso úmido) em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2006. **58**
- Quadro 6.** Concentração e acúmulo de nutrientes nos grãos e ramos do feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2004. **59**
- Quadro 7.** Concentração de fósforo e potássio e pH do solo, na profundidade de 0-20 cm, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB **67**
- .
- Quadro 8.** Balanço de nutrientes em um Neossolo Regolítico, cultivado com feijão faveta, batata, macassar, após 3 anos de incorporação de adubos orgânicos. **68**

RESUMO

A produção de batata (*Solanum tuberosum* L.), no Agreste paraibano, destaca-se dentre os cultivos comerciais. No entanto, assim como as demais culturas, tem produções limitadas pela variabilidade climática e pela baixa fertilidade dos solos. A fertilidade do solo é mantida com a incorporação de esterco, que é adquirido de outras propriedades e até de outras microrregiões, elevando os custos de produção. Visando a redução dos custos e o aumento das produtividades, em especial a da batata, a ONG Assessoria e Serviços a Projetos de Tecnologia Alternativa (AS-PTA) tem divulgado o uso de compostos orgânicos e biofertilizantes entre os agricultores da região. Dentre os compostos utilizados, destacam-se o Adubo da Independência e o Supermagro.

A maioria dos agricultores que utilizam estes compostos garante que eles melhoram a produção e a qualidade dos alimentos. Entretanto, não há dados publicados que comprovem tais observações, não há doses definidas para cada cultura e nem estudos dos efeitos residuais. Portanto, a realização de pesquisas sobre os efeitos destes fertilizantes na disponibilidade de nutrientes e na produtividade das culturas é de suma importância. O trabalho constou de dois experimentos. O primeiro foi conduzido na área experimental da AS-PTA, com os seguintes objetivos: 1) estudar os efeitos da aplicação do Adubo da Independência, do Supermagro e do esterco nas produtividades e no acúmulo de nutrientes no feijão faveta (*Phaseolus vulgaris* L), na batata inglesa e no feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp); 2) verificar a melhor época de aplicação desses adubos, em relação à seqüência de culturas; e 3) avaliar os efeitos residuais das doses aplicadas. O segundo foi conduzido em casa de vegetação e teve como objetivo testar formulações do Adubo da Independência com menos ingredientes, como alternativa para reduzir o custo de confecção do adubo, mantendo as produtividades.

No ensaio de campo, em 2004, não houve diferença significativa entre os tratamentos com relação à produção de grãos do feijão faveta. A incorporação de esterco proporcionou maiores produtividades de batata, nos anos de 2004 e 2006 e de feijão faveta em 2005 do que a adição do Adubo da Independência e a aplicação do Supermagro. A melhor época de incorporação dos adubos orgânicos para a produção de batatas foi por ocasião de seu plantio. O Supermagro não produziu incrementos na produtividade da batata e do feijão macassar. A aplicação de 15 t ha⁻¹ de esterco aumentou os teores de P, K extraíveis e o pH no solo dos leirões.

Em casa de vegetação, a produção da cultura teste (sorgo) não foi alterada pela retirada, na formulação do Adubo da Independência, dos ingredientes: batata doce, melão, terra de barranco, carvão vegetal, pó de telha, farinha de ossos e fermento. As formulações com materiais orgânicos resultaram em maiores biomassas e em teores e conteúdos de P e de K no sorgo superiores ou semelhantes aos das formulações apenas com ingredientes minerais.

Palavras-chave: esterco, composto orgânico, biofertilizante, batata, feijão, macassar.

ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the main commercial crops in the Agreste region of Paraíba state. Its production, like those of other cultures, is limited by climate variability and low soil fertility. Soil fertility is maintained by the incorporation of manure, which is usually purchased from other properties and even other microregions, raising production costs. To reduce costs and to increase productivities, the AS-PTA non governmental organization introduced the use of composite organic fertilizers among farmers in the region. The most used of the introduced fertilizers, are the Independência and the Supermagro.

Most farmers that use these fertilizers state that both increase production and improve food quality. However, no data have been published confirming these observations, the most appropriate doses and periods of application have not been determined and residual effects have not been studied. Therefore, it is highly important to study the effects of these fertilizers on nutrient availability and crop productivity. Two experiments were conducted, one in the field and one in a greenhouse. The first had as objectives: 1) to compare the effects of Independência, Supermagro and manure applications on yield and nutrient accumulation in faveta beans (*Phaseolus vulgaris* L), potato and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), 2) to determine the best time of application in relation to the sequence of crops, and 3) evaluate the residual effects of the fertilizers. The second experiment tested the Independência formulations with fewer ingredients to reduce the cost of the fertilizer maintaining its effectiveness. In the field experiment, in 2004, there was no significant difference between treatments with respect to faveta grain yields. Manure application resulted in higher yields of potatoes, in 2004 and 2006, and faveta beans, in 2005, than Independência and Supermagro applications. Applications at its planting time were the best to increase potato production. Supermagro did not increase potato or cowpea yields. The application of 15 t ha⁻¹ of manure increased soil pH and extractable P and K contents. In the greenhouse, yield of the test crop (sorghum) was not affected by the exclusion, from Independência formulation, of: sweet potato, honey, soil, charcoal powder, tile powder, bone meal and, bakery yeast. Formulations with organic components resulted in higher plant biomasses and in P and K contents higher or similar to formulations with only mineral components.

Key words: manure, organic compost, liquid fertilizer, potato, beans, cowpea.

INTRODUÇÃO

No semi-árido nordestino, os sistemas de agricultura familiar destacam-se sobre os demais sistemas agrários (Menezes & Sampaio, 2000; Nascimento et al., 2003). Em condições de sequeiro, eles são caracterizados, principalmente, pelo cultivo de subsistência de feijão, milho e mandioca e por atividades pecuárias de pequeno porte. Culturas comerciais, em geral hortaliças, são encontradas apenas em algumas áreas e a batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das principais. Todas essas culturas têm suas produções limitadas, nesta região, pela variabilidade climática e pela baixa fertilidade dos solos (Menezes, 2002), principalmente devido à baixa disponibilidade de nitrogênio e fósforo (Sampaio et al., 1995).

O uso de fertilizantes químicos, nessa região, é bastante reduzido, devido ao seu alto custo, ao baixo poder aquisitivo da maioria dos proprietários e ao risco proporcionado pela irregularidade da precipitação pluviométrica (Menezes & Sampaio, 2000). Desse modo, a manutenção de níveis adequados de matéria orgânica, nesses sistemas agrícolas, constitui um importante fator para elevar a produtividade das culturas, bem como para melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Tiessen et al., 1994; Otutumi et al., 2004).

A incorporação de esterco é uma prática amplamente adotada para melhorar a fertilidade dos solos na região semi-árida. Entretanto, como a maioria das propriedades possui área inferior a 5 ha, a quantidade de animais é reduzida. Desta forma, a maior parte desse insumo é adquirida de outras propriedades e até de outras microregiões, onde predomina a pecuária e propriedades maiores, o que eleva os custos de produção (Menezes et al., 2002). Outro fator importante que limita o uso desse adubo é a irregularidade do regime de chuvas. Em anos de baixa precipitação pluviométrica, a aplicação recente de esterco pode prejudicar as culturas agrícolas, devido à sua decomposição incompleta e à imobilização de nutrientes do solo (Holanda, 1990).

Nas regiões semi-áridas, existe a necessidade de se utilizarem os recursos orgânicos disponíveis dentro das propriedades, uma vez que os solos têm baixa fertilidade e o uso de insumos externos é bastante limitado (Ganry et al., 2001; Menezes et al., 2005). Dentre as estratégias tradicionalmente utilizadas para aumentar o aporte de matéria orgânica nos sistemas agrícolas destas regiões há também: a incorporação de restos culturais e de plantas espontâneas, os plantios consorciados, a rotação de culturas,

os cultivos de cobertura, a adubação verde, e o pousio. Outras práticas que estão sendo difundidas para incrementar a produtividade das culturas são os sistemas de associações de lavoura com árvores e/ou animais (agrossilvicultura), a compostagem de restos culturais e a aplicação de biofertilizantes (Otutumi, et al., 2004).

A ONG Assessoria e Serviços a Projetos de Tecnologia Alternativa (AS-PTA), localizada no município de Esperança, Agreste paraibano, tem divulgado práticas como a compostagem e o uso de biofertilizantes e de adubos compostos, como alternativas para aumentar os níveis de matéria orgânica dos solos e melhorar a produtividade das culturas. Um destes adubos compostos é o “Adubo da Independência”, que foi formulado pela AS-PTA do Paraná, juntamente com os agricultores locais, e foi proposto e adaptado para as condições do Agreste paraibano. Muitos agricultores utilizam este adubo e estão observando melhoras na produção. O biofertilizante divulgado pela AS-PTA é denominado de “Supermagro”, um fertilizante líquido para adubação foliar, que foi adaptado pela AS-PTA a partir da formulação desenvolvida no Centro de Agricultura Ecológica Ipê (Fornari, 2002). Este adubo foi proposto antes do Adubo da Independência e a maioria dos agricultores que o utiliza garante que com o uso do Supermagro não só melhorou a produção, como também a qualidade dos alimentos. Entretanto, ambos insumos (o “Adubo da Independência” e o biofertilizante “Supermagro”) são constituídos de 14 ingredientes diferentes, o que provavelmente encarece e dificulta sua produção. É possível que nem todos os ingredientes sejam necessários em todas as situações e também não há resultados publicados que comprovem as observações dos agricultores que utilizam estes adubos, tanto na sua formulação original como em composições mais simples. Também não são conhecidas as doses definidas para cada cultura e nem estudos do efeito residual dos referidos insumos. Desta forma, a realização de pesquisas sobre os efeitos destes insumos na disponibilidade de nutrientes e na produtividade das culturas é de suma importância para a definição de doses, frequências e épocas de aplicação.

Diante da inexistência de pesquisas sobre os efeitos destes adubos tanto na disponibilidade de nutrientes como na produtividade das culturas, neste trabalho foram realizados dois experimentos. O primeiro foi conduzido na área experimental da AS-PTA com os seguintes objetivos de: 1) estudar os efeitos da aplicação do Adubo da Independência, do Supermagro e do esterco de caprino nas produtividades e no acúmulo

de nutrientes no feijão faveta (*Phaseolus vulgaris* L), na batata inglesa (*Solanum tuberosum* L) e no feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp); 2) verificar a melhor época de aplicação desses adubos; e 3) avaliar os efeitos residuais das doses aplicadas. O segundo foi realizado na casa de vegetação do Departamento de Energia Nuclear (DEN/UFPE) e teve como objetivo avaliar formulações do Adubo da Independência com menos ingredientes, como alternativa para aumentar as produtividades das culturas e reduzir o custo de confecção do adubo.

REVISÃO DE LITERATURA

Uso de Adubos Orgânicos

Adubo orgânico é definido como todo e qualquer resíduo de origem vegetal, animal, urbano e industrial, que contenha elevados teores de componentes orgânicos (lignina, celulose, lipídios, carboidratos, etc.), adicionando ao solo alta porcentagem de carbono orgânico e outros elementos essenciais, como N, P, S, Ca, Mg, etc (Igue et al., 1984; Kiehl, 1985). Estes autores salientaram que os adubos orgânicos são geralmente designados de fertilizantes e/ou condicionadores de solos com baixo teor de nutrientes e, em relação aos fertilizantes químicos comercializados, implicam em adição de dosagens de 5 a 10 vezes superiores às dos adubos químicos.

As propriedades físicas, químicas e biológicas dos adubos orgânicos manifestam-se com intensidade diferente, sendo dependentes das condições do solo, da fonte aplicada (qualidade e quantidade) e das condições climáticas. Sendo assim, solos com elevados teores de matéria orgânica não terão grandes benefícios com a aplicação de adubos orgânicos. Por outro lado, solos depauperados pela erosão, pouco produtivos, poderão se beneficiar com a incorporação de matéria orgânica, restaurando as suas propriedades originais (Igue et al., 1984).

A matéria orgânica adicionada ao solo exerce influência significativa a curto, médio e longo prazo, nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Sendo assim, a incorporação de resíduos ou adubos orgânicos disponíveis em uma região constitui uma prática que incrementa o potencial produtivo do solo e diminui a utilização de fertilizantes minerais de custo elevado (Machado et al., 1983; Kiehl, 1985; Malavolta et al., 2002).

Os solos das regiões semi-áridas possuem baixos teores de matéria orgânica e, por isso, o uso de adubos orgânicos constitui uma alternativa para melhorar suas propriedades e conseqüentemente sua produtividade (Tiessen et al., 1994). A incorporação de esterco animal, restos culturais, ervas daninhas e adubação verde são práticas bastante adotadas nas propriedades agrícolas nessa região. Entretanto, a maioria dessas propriedades possui uma área total inferior a 5 ha. Desta forma, a maior parte do esterco utilizado na agricultura, é adquirido em regiões circunvizinhas, o que eleva os

custos de produção (Menezes et al., 2002). Outro fator importante que limita o uso do esterco é a irregularidade do regime de chuvas. Em anos de baixa precipitação pluviométrica, o esterco pode prejudicar as culturas agrícolas, devido à sua decomposição incompleta e à imobilização de nutrientes do solo (Holanda, 1990)

A adição de adubos orgânicos, de acordo com o grau de decomposição, pode ter efeito imediato no solo, ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição (Santos et al., 2001). A avaliação do efeito residual dos fertilizantes é de suma importância na prática da adubação, o que contribui para a diminuição dos custos da lavoura (Fole e Grimm, 1973).

Silva et al. (2000) advertiram que adubos orgânicos aplicados em doses elevadas podem reduzir a produtividade. Por essa razão, os autores salientaram a importância de conhecer a quantidade correta de matéria orgânica a ser aplicada de modo a garantir o melhor rendimento físico e econômico da cultura. Outro fator de grande relevância é o conhecimento da taxa de mineralização do material orgânico adicionado. A adição do adubo orgânico deve ser realizada de modo a sincronizar a liberação de nutrientes mineralizados com as demandas nutricionais da cultura.

A incorporação de resíduos orgânicos frescos, como os restos culturais, as ervas daninhas e os adubos verdes, podem ocasionar prejuízos às culturas, decorrentes de uma rápida decomposição microbiana na matéria orgânica, causando aumento da temperatura, liberação de produtos tóxicos, e deficiências nutricionais temporárias (Kiehl, 1985; EMBRAPA, 2001).

Uma alternativa para minimizar as limitações da incorporação do esterco e resíduos orgânicos frescos, é a decomposição prévia destes resíduos (compostagem). O processo de compostagem é complexo e dinâmico, com constantes mudanças de temperatura, pH e disponibilidade de nutrientes. Sua eficiência depende da forma como ele é preparado e da qualidade dos resíduos utilizados, podendo ocorrer grandes variações em sua qualidade final e em seus custos (Kiehl, 1985; EMBRAPA, 2001; Souza & Rezende, 2006) .

Adubos Orgânicos utilizados nos experimentos

Esterco

O esterco é o mais tradicional dos adubos orgânicos. A sua composição é bastante variável, sendo influenciada por vários fatores, como a espécie animal, a idade, a alimentação, a raça e a natureza das camas empregadas (Kiehl, 1985; Vitti et al., 1995; Tedesco et al., 1999; Fornari, 2002; Malavolta et al., 2002). Dentre os fatores citados, observa-se que as espécies animais apresentam grandes diferenças em relação à concentração de nutrientes e umidade dos excrementos. Em geral, esterco de galinha, caprinos, ovinos e eqüinos são mais concentrados e mais secos do que os de bovino e de suíno (Alves & Pinheiro, 2004). Esterco de ruminantes (bovinos, caprino e ovinos), de eqüinos e coelhos são amplamente utilizados como adubos orgânicos. O conteúdo de nitrogênio desses esterco geralmente é pequeno por causa da alimentação essencialmente a base de pasto. Quando o esterco provém de pastos, na sua composição entram apenas as fezes, porque a urina fica no solo. Quando decorre de animais estabulados, a palha presente na cama (piso) retém parte da urina (Souza & Resende, 2006).

O esterco de caprinos é considerado como um dos adubos mais ativos e concentrados (Alves & Pinheiro, 2004). De acordo com esses autores, uma cabra adulta produz por ano, em média, 600 kg de esterco. Esse contém um valor fertilizante equivalente a 36 kg de nitrato de sódio, 22 kg de superfosfato e 10 kg de cloreto de potássio, além do aporte de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) oriundos da urina.

As aves eliminam a urina juntamente com as fezes, por isso seu esterco é mais rico em nitrogênio do que o de ruminantes ou suínos. O esterco proveniente de frangos e galinhas de criações intensivas e alimentadas com rações é rico em nutrientes (especialmente N e P), mas pobre em celulose. Por isso, sua decomposição é rápida, liberando a maior parte dos nutrientes em poucos dias. Por outro lado, pode ocorrer perda de nitrogênio. Para evitar essa perda recomenda-se misturar o esterco com materiais de reação ácida, promovendo dessa forma a imobilização de nitrogênio por microrganismos (Souza & Resende, 2006).

Estercos de suínos, devido a natureza da sua alimentação, são ricos em nutrientes mas pobres em matéria orgânica. Da mesma forma que o esterco de galinha, sua matéria orgânica se decompõe rapidamente. Devidos aos riscos à saúde humana é preferível reciclar o seu esterco em culturas arbóreas ou de cereais. Na produção de hortaliças, recomenda-se utilizar este esterco apenas como inoculante no processo de compostagem (Souza & Resende, 2006).

Segundo Kiehl (1985), a composição química do esterco varia bastante. Em geral, estercos de bovinos apresentam uma amplitude de: 0,32 a 0,40 % de N, 0,09 a 0,21 % de P_2O_5 e de 0,08 a 0,15 % de K_2O ; eqüinos: 0,55 a 0,59 % de N, 0,13 a 0,38 % de P_2O_5 e de 0,33 a 0,40 % de K_2O ; ovinos: 0,70 a 0,75 % de N, 0,22 a 0,86 % de P_2O_5 e de 0,33 a 0,37 % de K_2O e suínos: 0,55 a 0,70 % de N, 0,22 a 0,86 % de P_2O_5 e cerca de 0,33 % de K_2O . Estercos de galinha apresentam em média: 1,75 % de N, 1,25 % de P e 0,85 % de K e os de cabra: 0,97 % de N, 0,48 % de P e 0,65 % de K (Alves & Pinheiro, 2004). Na prática, estercos bem curtidos apresentam 0,5 % de N, 0,2 % de P_2O_5 e 0,5 % de K_2O (Malavolta et al., 2002). Souza & Rezende (2006) relatam as seguintes composições de esterco: cavalo: 0,7 % de N, 0,4 % de P e 0,3 % de K; coelho: 2,0 % de N, 1,3 % de P e 1,2 % de K; boi: 2,0 % de N, 1,5 % de P e 2,2 % de K; ovelha: 2,0 % de N, 1,0 % de P e 2,5 % de K; cabra: 3,0 % de N, 2,0 % de P e 3,0 % de K; galinha: 4,0 % de N, 4,0 % de P e 2,0 % de K.

Animais mais jovens aproveitam melhor a alimentação, retendo cerca de 50 % do total que ingerem e por isso produzem esterco de qualidade inferior aos animais adultos (Kiehl, 1985). De acordo com o referido autor, cerca de 75 % do N, 80 % do P e 85 % do K do total ingerido pelo animal são eliminados; portanto, a alimentação com rações concentradas produz estercos mais ricos do que aqueles criados no pasto. Da mesma forma Malavolta et al. (2002) e Fornari (2002) afirmaram que animais bem alimentados, em igualdade de condições, produzem estercos mais ricos em nutrientes do que os mal alimentados. Os mesmos autores informaram que a dieta baseada em leguminosas como feijões, alfafa e soja fornecem estercos mais ricos em nitrogênio e fósforo do que as gramíneas e as palhas de arroz e milho e que as tuberosas como as batatas e a mandioca enriquecem o esterco com potássio.

Sabe-se que o conhecimento do tempo de decomposição dos adubos orgânicos é de suma importância para o fornecimento equilibrado de nutrientes. Como a

mineralização é um processo microbiano, ele é influenciado por vários fatores, tais como temperatura, umidade e outras propriedades do solo e as características do esterco (Kiehl, 1985; Eghball et al., 2002; Moreira & Siqueira, 2002). Souto et al. (2005) avaliaram a velocidade de decomposição de diferentes esterco na superfície do solo e a 10 cm de profundidade. Nesse experimento, os autores verificaram que a taxa de decomposição dos esterco foi fortemente influenciada pela pluviosidade ocorrida no período experimental. Eles concluíram que o esterco asinino apresentou maior resistência à decomposição do que os demais esterco (ovino, caprino e bovino) e que os esterco de bovino e de caprino apresentaram a maior taxa de decomposição.

A quantidade ideal de esterco a ser aplicada no solo depende da sua composição, da disponibilidade de nutrientes e das propriedades físicas do solo, do desenvolvimento da cultura e das condições ambientais. Em geral, as quantidades de esterco aplicadas nas culturas oscilam entre 5 e 20 t ha⁻¹. Na horta, pode-se aplicar 5 kg de esterco de galinha ou 20 kg de esterco bovino bem curtido por m². Em fruteiras, na cova ou como adubação de cobertura, a mesma quantidade por cova (Fornari, 2002). Em solos calcários e arenosos, nos quais a decomposição da matéria orgânica é muito rápida, convém aplicar de 20 a 30 t ha⁻¹ de esterco, repetindo-se a aplicação de dois em dois anos. Nos solos argilosos, em que a decomposição é mais lenta, convém utilizar esterco juntamente com palha, com repetições de três em três ou de quatro em quatro anos (Malavolta et al., 2002). Girotto et al. (2003) advertiram que aplicações contínuas de esterco poderão ocasionar desequilíbrio nutricional, acúmulos e perdas do sistema, sendo a lixiviação uma das formas de perdas. Eles afirmaram que a gravidade do problema depende do tempo de aplicação do esterco, da composição e da quantidade aplicada, além do tipo de solo e da capacidade de extração das plantas.

Vários experimentos foram realizados visando identificar a dose ideal de diferentes esterco, associados ou não a adubação mineral, para diversas culturas. Oliveira et al. (2002) obtiveram rendimento máximo estimado de massa verde de coentro (5,0 kg m⁻²) utilizando 3,9 kg m⁻² de esterco bovino, na presença do adubo mineral. Eles verificaram que, na ausência de adubo mineral, o rendimento de coentro aumentou com a elevação das doses de esterco bovino. Alves et al. (2005) obtiveram o maior rendimento de sementes de coentro utilizando 5 e 8 kg m⁻² de esterco bovino, respectivamente, na presença e na ausência de adubo mineral. Machado et al. (1983)

afirmaram que quantidades adequadas de esterco de boa qualidade são capazes de suprir as necessidades das plantas em macronutrientes, devido à elevação dos teores de P, K e N disponíveis.

Oliveira et al. (2001a) realizaram um experimento com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de esterco bovino, na presença ou ausência de adubo mineral, no cultivo de feijão caupi, e obtiveram 3,03 t ha⁻¹ de grãos secos na dose 21 t ha⁻¹ de esterco com adubos minerais e 2,00 t ha⁻¹ com aplicação de 25 t ha⁻¹ de esterco. Cassol (1999), utilizando esterco bovino e de frango como fonte de fósforo às plantas, em cinco cultivos consecutivos, obteve resultados comparáveis à utilização de superfosfato triplo. O autor constatou também que tanto o efeito imediato quanto o residual dos esterco apresentaram eficiência semelhante ao superfosfato triplo.

Existem poucas informações sobre a eficiência de uso de nutrientes provenientes de adubos orgânicos. Sampaio et al. (2007) realizaram cinco plantios consecutivos de milho, em casa de vegetação, para avaliar a eficiência da adubação orgânica com esterco bovino. Para tanto foi realizada uma única aplicação de doses equivalentes a 0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹ de matéria seca. Os autores concluíram que as recuperações aparentes, pelas plantas, das quantidades aplicadas de N, P e K foram relativamente baixas, em torno de 20, 10 e 30 %, respectivamente.

Adubo da Independência

O Adubo da Independência é um composto que foi elaborado pela ONG Assessoria e Serviços a Projetos de Tecnologia Alternativa (AS-PTA), localizada no Paraná, em conjunto com os agricultores desta região. Ele surgiu com a necessidade dos produtores em diminuir a dependência de fertilizantes químicos de elevado custo. Sua composição é baseada no adubo orgânico concentrado “Bocashi” que foi desenvolvido no Japão e é muito utilizado na agricultura natural e orgânica (Penteado, 2000). A possibilidade de confeccionar um adubo com materiais que os agricultores dispõem em suas propriedades, diminuindo a demanda por fertilizantes químicos, foi o que motivou os pequenos produtores do Agreste paraibano a adotarem a técnica da compostagem divulgada pela AS - PTA da Paraíba.

A formulação deste composto é variável. A utilizada nestes experimentos foi composta de: 300 kg de terra argilosa de barranco, 200 kg de vermicomposto, 100 kg de esterco bovino (podendo ser de cabra ou de ovelha), 100 kg de MB-4, 100 kg de calcário, 50 kg de farinha de ossos, 200 kg de farelo de trigo (podendo ser de milho ou “bandinha de feijão” - feijão impróprio para o comércio), 80 kg de pó de carvão, 3 L de melação de cana de açúcar, 10 kg de batata doce, 200 g de fermento de pão ou 2 L de E. M (microrganismos eficientes), 10 kg de pó de telha, 10 kg de fosfato natural e 10 kg de rocha potássica.

Ingredientes do Adubo da Independência:

Vermicomposto

Vermicomposto é o produto proveniente da transformação da matéria orgânica, pela ação combinada das minhocas (principalmente a espécie *Eisenia foetida* (Sav.)) e dos microrganismos que vivem em seu trato digestivo, aumentando a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos (Kiehl, 1985; Albanell et al., 1988; Loquet & Vincelas, 1987). O vermicomposto difere do composto convencional principalmente pela maior estabilização dos resíduos que, ao passarem pelo trato digestivo da minhoca, sofrem reações enzimáticas adicionais, convertendo rapidamente os resíduos em substâncias húmicas (Hartenstein & Hartenstein, 1981; Albanell et al., 1988; Almeida, 1991), com maior proporção de compostos aromáticos e polissacarídeos (Loquet & Vincelas, 1987). Alguns autores têm relatado também aumentos da atividade de microrganismos (Paschoal, 1996) e redução da relação C:N (Silva, 1992).

Sharpley & Syers (1976) destacaram o N como o principal nutriente presente no vermicomposto. Kiehl (1985) afirmou que as concentrações de N, P e K no vermicomposto são quase cinco, sete e onze vezes, respectivamente, maiores do que o material de origem fornecido como alimento para as minhocas. A taxa de mineralização do N é maior, a liberação é mais lenta e gradual, reduzindo as perdas desse nutriente por lixiviação (Harris et al., 1990). Castilhos et al (2007) constataram aumentos nos teores de N total do solo com aplicação de vermicompostos de diferentes origens, destacando os provenientes de borra de café e de erva mate. Os autores observaram maiores teores

de P no solo com a aplicação de vermicompostos originados de esterco de suínos e eqüinos. A concentração de K do solo aumentou com a adição do vermicomposto de ovino que elevou também os teores de sódio.

De acordo com Longo (1992), o vermicomposto apresenta a seguinte composição: 30 a 50 % de matéria orgânica; 1,5 a 3,0 % de nitrogênio; 2,5 a 5,0 % de fósforo; 0,6 a 1,5 % de potássio; 20 a 28 % de carbono orgânico; 50 % de umidade e pH 7. Composição química semelhante foi obtida de esterco bovino, que apresentou 36,4 % de umidade, 45,6 % de matéria orgânica, 47,3 % de cinzas, 1,23 % de nitrogênio total, 0,5 % de enxofre, 0,44 % de magnésio, 0,02 % de potássio, 1,22 % de cálcio, 0,05 % de manganês, 0,03 % de cobre, 2,36 % de ferro e 0,05 % de zinco (Lamin, 1995).

O efeito benéfico do uso do vermicomposto sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo foi comprovado por diversos autores (Harris et al., 1990; Landgraf et al., 1999). A adição do vermicomposto pode corrigir a acidez do solo, uma vez que as minhocas possuem as chamadas glândulas de Morren consideradas como calcíferas, que excretam CaCO_3 em pequenas porções, transformando a matéria orgânica utilizada em material neutro ou alcalino (Kiehl, 1985; Longo, 1995). Castilhos et al. (2007) verificaram que os valores de pH do solo variaram em função da aplicação de diferentes vermicompostos, sendo os de origem animal os que apresentaram maiores valores. A adição dos vermicompostos provocou, em média, aumentos de 0,6 e 0,5 unidades de pH quando comparados à testemunha e ao tratamento com adubação mineral.

Oliveira et al. (2001b), em ensaio comparando doses de esterco e vermicomposto na produção de repolho, verificaram que a dose de 41 t ha^{-1} de esterco promoveu máximo peso médio (900 g) e a máxima produtividade (47 t ha^{-1}) de cabeças, enquanto as doses de 27 e 29 t ha^{-1} de vermicomposto foram responsáveis pelo peso médio máximo (700 g) e máxima produtividade (38 t ha^{-1}), respectivamente.

MB-4

O MB-4 é uma farinha de rochas composta pelos minerais constituintes das rochas que lhe dão origem. São biotitas, feldspatos, antigorita, talco, clorita, quartzo e óxidos de ferro, de manganês, de titânio e outros em proporções menores, cristalizados

sob diversas formas contém, ainda, minerais como sulfetos de zinco e de cobre. Os silicatos são de: magnésio, cálcio e ferro, e apresentam-se acompanhados de fósforo, potássio e enxofre, além de vários micronutrientes, tais como cobre, zinco, manganês e cobalto. O MB-4 foi pesquisado e desenvolvido pelo corpo técnico da empresa Mineração Barreto S.A. - MIBASA com sede na cidade de Arapiraca, AL, especializada em produtos naturais (Barreto, 1998). A composição do MB-4 é: Sílica em (SiO₂) - 39,73 %, Alumínio em Al₂O₃ - 7,10 %, Ferro em Fe₂O₃ - 6,86 %, Cálcio em CaO - 5,90 %, Magnésio em MgO - 17,82 %, Sódio em Na₂O - 1,48 %, Potássio em K₂O - 0,84 %, Fósforo em P₂O₅ - 0,075 %, Manganês em Mn - 0,074 %, Cobre em Cu - 0,029 %, Cobalto em Co - 0,029 %, Zinco em Zn - 0,03 % e Enxofre em S - 0,18 %. A granulometria do MB-4 é de 2 %, entre peneiras números 10 e 20, 10 %, entre peneiras número 20 e 50, e 88 % menor que peneira número 50 (Barreto, 1998).

O MB-4 tem apresentando ótimos resultados como fornecedor de nutrientes minerais para a planta. Foi experimentado em vários tipos de solos, como supridor de macros e micronutrientes. Vem sendo usado de diversas maneiras, em área total, no sulco, na projeção da copa, na cova. A quantidade usada é de 2 t ha⁻¹, espalhado em área total e depois incorporado ao solo. No sulco, coloca-se o equivalente a 1 t ha⁻¹. Na fruticultura é comum o uso de MB-4 na cova e como adubo foliar. Geralmente utilizam-se 10 kg de MB-4 em 100 litros de água. Como adubo foliar, o MB-4 tem apresentado ótimos resultados, em melão, na região de Petrolina, PE (Barreto, 1998).

Pinheiro & Barreto (1996) relataram vários experimentos realizados no Brasil que atestaram a eficácia deste pó de rocha como fertilizante para diversas culturas (aumento de produção de uva Itália em 33 %, de arroz irrigado em 20 %, de feijão em 58 %, dentre outros) além de relatar as suas funções como promotor de maior resistência vegetal ao ataque de enfermidades. De acordo com a EMBRAPA (2003), o MB-4 empregado em conjunto com adubos orgânicos (esterco, composto, tortas etc.) produziu melhores resultados em frutíferas. As doses recomendadas variam de 100 g planta⁻¹, para o abacaxi, a 4 kg planta⁻¹, para o caju, a goiaba e a graviola.

A EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical vem pesquisando o uso da farinha de rochas Natural Plus como fonte alternativa de nutrientes em pomares de manga e obtiveram uma melhora geral do aspecto visual e vigor das plantas, com aumentos significativos da produtividade e redução muito significativa na incidência de

doenças, permitindo a diminuição do número de aplicações de fungicidas (EMBRAPA, 2005). Desta forma, a farinha de rocha Natural Plus foi recomendada em complementação a adubação orgânica (20 a 30 litros de esterco de caprino bem curtido por planta) em pomares de manga.

Farinha de ossos

A farinha de carne e ossos é um subproduto de abatedouro resultante de cocção sob pressão de tecidos cárneos e ossos de animais (EMBRAPA, 1991). A fração orgânica dos ossos (34 % de sua constituição) é composta de 7 % de materiais graxos (ou gordura) e 27 % de osseína com 5 % de N. A fração mineral, que representa 66 % da composição dos ossos, contém 53 a 56 % de fosfato tricálcico (com 24 a 26 % de P_2O_5); 1 a 2 % de fosfato trimagnésico; 7 a 8 % de carbonato de cálcio e 1 a 2 % de fluoreto de cálcio (Kiehl, 1985). De acordo com Fornari (2002), Malavolta et al. (2002) e Souza & Rezende (2006), a farinha de ossos é um fertilizante fosfatado (crua apresenta 2 % de N e 24 % de P) de reação lenta nas regiões frias e temperadas.

Em horticultura e em floricultura, aplicam-se aproximadamente 180g m^{-2} de solo, antes da semeadura (Malavolta et al., 2002). Fornari (2002) propôs que fosse utilizada uma dose de 150 a 200 g m^{-2} de solo ou nas covas das fruteiras. A farinha de ossos é bastante utilizada como aditivo (ativador) em compostos para acelerar a humificação e incrementar a atividade microbiana (Campbell, 1999; Fornari, 2002). No entanto, em virtude do seu elevado preço, a farinha deve ser substituída pelo fosfato natural ou termofosfato (Fornari, 2002).

Kiehl (1985), Tedesco et al., (1999) e Bellaver (2001) advertiram que esse resíduo cru é de difícil decomposição ao longo do tempo e sugeriram que fossem utilizadas, preferencialmente, as farinhas desengorduradas e degelatinadas que, além de terem decomposição mais rápida, apresentam enriquecimento proporcional em P com a remoção da gordura.

Vanegas Chacón (2006) caracterizou diferentes tipos de resíduos agroindustriais (farinha de ossos, farinha de carne e ossos, torta de mamona dentre outros) e verificou que, dentre os resíduos analisados, a farinha de ossos e a farinha de carne e ossos apresentaram os maiores teores de P e Ca. A farinha de ossos apresentou a seguinte

característica química: matéria orgânica: 350,9 g kg⁻¹; C = 238,3 g kg⁻¹; N = 42 g kg⁻¹; P = 113,3 g kg⁻¹; K = 0,7 g kg⁻¹; C/N = 7; C/P = 5 e 7,29 % de umidade. O mesmo autor verificou que, após um período de duas semanas de incubação, 96 % fósforo da farinha de ossos estava na forma inorgânica.

Farelo de Trigo

O farelo de trigo é um subproduto da moagem do trigo, composto de pericarpo, partículas finas de germe e outros resultantes do polimento do grão (EMBRAPA, 1991). Santos (2003) caracterizou diversos alimentos concentrados energéticos para a alimentação de suínos, dentre eles o farelo de trigo e encontrou valores médios de matéria seca = 87,65 %; Proteína Bruta = 15,08 %; Ca = 0,13 % e P = 1,00 %. Valores semelhantes foram obtidos pela EMBRAPA (1999): 87,92 % de matéria seca; 17,09 % de proteína bruta; 0,10 % de Ca e 0,88 % de P.

Pó de carvão

A produção de carvão vegetal no Brasil tem uma importância econômica bastante expressiva e desenvolve-se de duas maneiras: tradicional, utilizando lenha de floresta nativa; e moderna, carbonizando lenha de floresta plantada principalmente o eucalipto (Nogueira & Lora, 2003). Cerca de 90 % do carvão produzido no país é consumido na indústria metalúrgica (Patusco, 2006). O pó de carvão pode ser obtido como subproduto de carbonização (EMBRAPA, 2006)

De acordo com Fornari (2002), a utilização da moinha (pó) de carvão foi pesquisada na década de oitenta pelo engenheiro Ricardo Timponi de Moura, em Belo Horizonte (MG), que verificou diminuição da acidez e do alumínio além de aumentos nos teores de Ca e do P com variação de 2 a 20 vezes e de K entre 1,5 e 3 vezes em solos com adição de carvão. Esse autor estabeleceu uma dose de 350 l de moinha ha⁻¹ e concluiu que esse resíduo funciona tanto como corretivo como fertilizante.

Segundo Silva et al. (2007), as propriedades do carvão vegetal estão intimamente ligadas aos parâmetros do processo de produção e da matéria-prima que lhe deu origem. A análise química de carvão vegetal, de diferentes origens, utilizado em altos-fornos na indústria de aço apresentou a seguinte composição média (para

partículas de 9 -32 mm): 3,5 % de cinzas e 1,73 % de P_2O_5 . Cálcio, magnésio, ferro, manganês, alumínio e silício foram determinados em percentuais em relação as cinzas e apresentaram os seguintes teores médios: 32,5 % de CaO, 5,3 % de MgO, 2,72 % de Fe, 0,67 % de Mn, 7,6 % de Al_2O_3 e 20,08 % de SiO_2 (Braga, 1979). Castro et al. (2006), citado por Assis (2008), obtiveram em carvão vegetal pulverizado 1,3 % de cinzas cuja composição apresentou: 33,8 % de SiO_2 , 2,3 % de Al_2O_3 , 7,6 % de MgO, 52,3 % de CaO e 3,8 % de P_2O_5 .

O carvão, devido à sua porosidade, e conseqüentemente à sua grande superfície específica, pode aumentar significativamente a capacidade de retenção de água, especialmente em solos de textura arenosa. Além disso, a incorporação do carvão beneficia atividade macro e microbiológica do solo, liberando gradativamente nutrientes para as plantas. Da mesma forma, o pó de carvão é recomendado para permitir uma boa oxigenação do composto, evitando limitações no processo aeróbico da fermentação (Restrepo, 1998; EMBRAPA, 2006).

Os carvões geralmente são reportados como materiais pouco reativos (inertes) e hidrofóbicos. Entretanto, tanto a reatividade como a hidrofobicidade dos carvões dependem do material de origem e das condições de sua formação, como a temperatura e tempo de queima, umidade do material vegetal, disponibilidade de oxigênio, entre outros (EMBRAPA, 2006).

Estudos realizados por Bird et al. (1999) sugeriram que o carbono pirogênico pode ser degradado em décadas ou em séculos (em solos sob clima subtropical). A meia-vida de partículas carbonizadas com tamanho inferior a 2 mm foi estimada em menos de 50 anos, e a de partículas superiores a 2 mm em menos de 100 anos. A biodegradação de carvões no solo é um processo relativamente lento que resulta na mobilização do carbono e na alteração das propriedades de superfície do carvão, aumentando a concentração de sítios quimicamente reativos que contribuem para a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo.

Pó de telha

Não há estudos específicos com relação ao uso de pó de telha na formulação de compostos orgânicos nem de sua utilização na agricultura como fornecedor de

nutrientes. Segundo Souza Santos (1975), citado por Dias (2004), a composição mineralógica das argilas utilizadas para a fabricação de telhas é uma mistura de caulinita com illita ou montmorilonita ou esses minerais em camadas mistas, além da presença de ferro na forma de hidróxidos férricos.

Massas utilizadas para a fabricação de telhas, provenientes de diferentes locais (Rio de Janeiro, Santa Catarina e Piauí e Portugal), foram caracterizadas por Vieira et al. (2003). Os autores encontraram os seguintes valores médios: 59,56 % de SiO₂, 20,92 % de Al₂O₃, 7,04 % de Fe₂O₃, 1,12 % de TiO₂, 1,95 % de K₂O, 0,32 % de Na₂O, 0,20 % de CaO e 1,07 % de MgO. Valores semelhantes em resíduo cerâmico de produção de tijolos foram encontrados por Gonçalves (2007): 63,89 % de SiO₂, 25,49 % de Al₂O₃, 7,73 % de Fe₂O₃, 0,95 % de K₂O, 0,29 % de CaO e 0,04 % de MgO.

Fosfato natural

Fosfatos naturais são concentrados apatíticos obtidos a partir de minérios fosfáticos ocorrentes em jazimentos localizados. A denominação fosfato natural ou rocha fosfática cobre ampla variação nesses tipos de minérios, em composição, em textura e em origem geológica, mas apresentam pelo menos uma característica em comum, pois são constituídos por minerais do grupo das apatitas (Kaminski & Peruzzo, 1997). Os fosfatos naturais, em geral, apresentam menor eficiência do que as fontes solúveis (supertiplo e supersimples) em curto prazo, porém a longo prazo apresenta elevado efeito residual (Goedert & Sousa, 1984; Kaminski & Peruzzo, 1997). A eficiência agrônômica dos fosfatos naturais depende de vários fatores, características químicas e físicas da rocha, propriedades do solo, clima e da cultura (Chien et al., 1996; Kaminski & Peruzzo, 1997; Akintokun et al., 2003).

Segundo Kaminski & Peruzzo (1997), os fosfatos naturais podem ser classificados em duas categorias: os fosfatos naturais “duros”, em que as apatitas não têm, ou têm pouquíssimas substituições isomórficas, como são a maioria dos fosfatos naturais brasileiros e os fosfatos naturais “moles”, de origem sedimentar, com alto grau de substituição isomórfica do fosfato por carbonato na apatita, reconhecidos como fosfatos naturais “reativos”.

O preço dos fosfatos naturais por tonelada é inferior ao dos superfosfatos, o que os torna consideravelmente atrativos no mercado de fertilizantes no Brasil (Kaminski & Peruzzo, 1997). Vários estudos nas regiões Sul e Sudeste têm demonstrado que os fosfatos naturais com maior reatividade podem ser tão ou mais eficientes para fornecer o fósforo às plantas de ciclo curto quanto os superfosfatos (Novais & Smyth, 1999). Entretanto, são escassos os dados sobre o desempenho dos fosfatos naturais em solos da região semi-árida nordestina.

Vários estudos foram realizados para potencializar a eficácia dos fosfatos naturais. Kpombekou-A & Tabatabai (2003) constataram que a adição de ácidos orgânicos em conjunto com fosfato natural aumenta significativamente a disponibilidade de fósforo no solo e na planta, além de proporcionar um aumento no rendimento da produção de matéria seca. Por outro lado, experimentos associando rocha fosfática com calcário e cinzas produzidas pela queima de carvão foram realizados por Baligar et al. (1997). Os autores constataram que a adição de calcário, com ou sem cinzas, diminuiu consideravelmente a dissolução da rocha fosfática e conseqüentemente a disponibilidade de fósforo.

Rocha potássica

Grande parte do fertilizante potássico utilizado na agricultura brasileira é importado, especialmente na forma de cloreto de potássio (KCl). Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o balanço projetado entre a oferta e a demanda de cloreto de potássio no período 2001-2010, aponta um déficit a ser suprido via importação, da ordem de 39,23 milhões de tonelada. Essas projeções exigem uma ação coordenada para buscar fontes alternativas de K (Resende et al., 2006).

Há mais de 30 anos, rochas potássicas que ocorrem no país vêm sendo estudadas como alternativa para o fornecimento desse nutriente às plantas (Coelho, 2005). Resultados obtidos em pesquisas recentes indicam que rochas contendo quantidades razoáveis de flogopita ou biotita podem constituir fontes alternativas de K para uso agrícola. Alguns desses tipos de rochas com potencial de uso agrônômico são os kamafugitos, flogopititos, biotititos e kimberlitos, com distribuição ampla e variável em todo o território nacional.

Nos sistemas orgânicos, como a utilização de fertilizantes sintéticos como o cloreto de potássio é vedada e a de sulfato de potássio é aceita com restrições, o suprimento de K torna-se um ponto crítico para a produção orgânica em solos tropicais. Nesse caso, a possibilidade de utilização de rochas como fontes de K assume importância estratégica, visto que a demanda pelo nutriente pode ser mais facilmente atendida empregando-se esses materiais “in natura”, como parte do manejo de plantas de cobertura ou em processos de compostagem para produção de adubos orgânicos enriquecidos em K (Resende et al., 2006).

Silva et al. (2006) avaliaram o potencial de suprimento de macronutrientes para soja através da aplicação de duas rochas silicáticas (Biotita-Xisto e Brecha Piroclástica) em três doses de K_2O (50, 100 e 150 mg dm^{-3}) e em duas classes de solos (Vertissolo e Argissolo Acinzentado). Os resultados obtidos indicam que as rochas silicáticas foram mais eficientes que o cloreto de potássio quanto ao conteúdo de K as plantas. Outros experimentos realizados em casa de vegetação (Resende et al., 2005), utilizando as rochas brecha alcalina, biotita xisto e ultramáfica alcalina, como fontes de K para a soja e o milho, em sucessão, evidenciaram que a aplicação desses materiais, apenas moídos, contribuiu de forma significativa para o fornecimento de potássio às plantas, já no primeiro cultivo, em Latossolo argiloso, permanecendo ainda considerável efeito residual do nutriente para o cultivo subsequente. A rocha ultramáfica alcalina forneceu também Ca e Mg e reduziu a acidez do solo.

Os minerais mais comuns relacionados como fontes de K estrutural são as micas e os feldspatos, com a seguinte sequência, em ordem decrescente de facilidade de liberação de K: biotita, ortoclásio, microclínio e muscovita (Song & Huang, 1988). A caulinita também contribui para elevar os teores de K total do solo (Silva et al., 2006)

A rocha potássica utilizada na formulação do composto adubo da independência, classificada como feldspato potássico, foi obtida em São José do Sabugi na Paraíba e apresenta cerca de 10 % de K_2O total.

Biofertilizante Supermagro

Biofertilizante líquido é um produto obtido pelo processo de fermentação anaeróbica a base de materiais orgânicos, principalmente esterco e água (Santos, 1992). Não existe uma fórmula padrão. De acordo com Meirelles et al. (1997), muitas são

enriquecidas com macro e micronutrientes, além de misturas protéicas (leite e melão). Atualmente, existem diferentes formulações utilizadas por agricultores orgânicos, tais como: Supermagro (Santos, 1992; Fornari,2002; Souza & Resende, 2006;), Agrobom (Bettiol et al., 1998), Vairo (Santos, 1992; Santos, 1995; Fornari,2002) e Agrobio (PESAGRO-RIO, 1998; Rocha et al., 2003; Castro et al., 2004).

O biofertilizante “supermagro” é um adubo foliar desenvolvido pelo Sr. Delvino Magro e agrônomos do CAE - Centro de Agricultura Ecológica Ipê – Rio Grande do Sul. Os ingredientes básicos do biofertilizante Supermagro são água, esterco bovino, mistura de sais minerais (macro e micronutrientes), resíduos de animais, melão e leite (Pedini, 2000). De acordo com Magro (1994), na composição do supermagro constam: 40 kg de esterco fresco de gado, 140 litros de água, 9 litro de leite, 9 litros de melão de cana, 3 kg de sulfato de zinco, 0,3 kg de sulfato de manganês, 1 kg de sulfato de magnésio, 0,3 kg de sulfato de cobre, 0,3 kg de sulfato de ferro, 0,05 kg de sulfato de cobalto, 1,5 kg de bórax , 2 kg de cloreto de cálcio e 0,2 kg de molibdato de sódio. Opcional: 0,2 kg de farinha de ossos, 0,5 kg de restos de peixe, 0,2 kg de restos moídos de fígado e 0,1 l de sangue. Segundo Santos, (1992) e Pinheiro & Barreto (1996), a mistura proteica é um complemento de elevada importância, pois além de fornecer componentes não minerais que resultam em maior poder produtivo, contribui para o aumento da fitoproteção contra pragas e doenças.

Outra fórmula bastante divulgada (Fornari, 2002) do biofertilizante contém: 40 L de esterco bovino fresco, 80 L de água, 3 kg de sulfato de zinco, 1 kg de sulfato de magnésio, 300 g de sulfato de manganês, 300 g de sulfato de cobre, 2 kg de sulfato ou nitrato de cálcio, 1,5 kg de bórax (ou 1 kg de ácido bórico), 1 L de leite, 1 L de melão (ou 0,5 kg de açúcar mascavo), 200 g de farinha de ossos, 200 g de farinha de concha, 100 ml de sangue, 200 ml de Skril e postas de peixe e de fígado. Esta formulação é aplicada na proporção de 1 L de biofertilizante para 19 L de água. Filtra-se e aplica-se por meio de aspersão ou pulverização em hortaliças, cereais, flores e pastagens.

A formulação do biofertilizante Supermagro foi adaptada pela AS-PTA da Paraíba e foi constituída pelos seguintes ingredientes: 30 kg de esterco bovino fresco, 60 L de água, 2 kg de sulfato de zinco, 2 kg de sulfato de magnésio, 300 g de sulfato de manganês, 300 g de sulfato de cobre, 300 g de sulfato de ferro, 50 g de sulfato de

cobalto, 100 g de molibdato de sódio, 1,6 kg de cloreto de cálcio, 1,5 kg de bórax, 2,6 kg de fosfato natural, 5 kg de cinza, 14 L de leite e 14 L de melação de cana.

O preparo do biofertilizante consiste em: 1) misturar todos os produtos minerais; 2) dividir em 8 partes iguais, em um tambor com capacidade para 250 L e colocar 30 kg de esterco fresco, 60 L de água, 2 L de leite e 2 L de melação de cana; 3) misturar bem e deixar fermentar, sem contato com o sol ou chuva; 4) após quatro dias, acrescentar uma parte da mistura mineral, junto com 2 L de leite e 2 L de melação de cana, a cada três dias, sucessivamente, até o 25º dia, quando se coloca o resto da mistura mais o leite e o melação; 5) Esperar de 10 a 15 dias e o produto está pronto para ser utilizado. As concentrações utilizadas deste biofertilizante, na região, variam de cultura para cultura, com a fase de desenvolvimento da planta, bem como, entre os agricultores desta região. Geralmente, oscilam entre 5 a 10 %, ou seja, 1 L de biofertilizante para 19 L de água ou 2 L de biofertilizante para 18 L de água (completando uma bomba de 20 L).

O biofertilizante é utilizado principalmente como adubo foliar (Santos,1992; Magro, 1994; Tanaka et al., 2003) e defensivo natural (Castro et al., 1992; Bettiol et al., 1998; Muller, 1999; Collard et al., 2001; Medeiros et al., 2004). No entanto, vários autores afirmaram que os biofertilizantes líquidos também contribuem na melhoria da fertilidade do solo (Oliveira et al., 1986; Fernandes Filho, 1989; Vargas, 1990; Santos, 1992; Martins, 2000; Figueiredo, 2003 e Santos, 2004). Outros também relataram melhorias nas propriedades físicas do solo (Oliveira et al., 1986)

A utilização do biofertilizante vem sendo recomendada visando o equilíbrio nutricional das plantas. O número de aplicações, as concentrações e o local de aplicação (via foliar ou solo) estão sendo objetos de vários estudos. No momento, não há uniformidade nas concentrações recomendadas por diversos autores. Para Pinheiro & Barreto (1996), Penteado (1999), Bettiol, (2001) e Santos, (2001), o biofertilizante diluído em água em concentrações que variam de 10 a 30 %, permite um desenvolvimento vegetal adequado, incrementos na produtividade e aumento na resistência ou tolerância aos ataques de pragas e doenças. Já para Zamberlam & Froncheti (2002) e Souza & Resende (2006), a dosagem recomendada varia em torno dos 2 a 6 %, e depende da cultura e da fase de desenvolvimento; por exemplo, em feijão recomenda-se de 3 a 4 aplicações com a concentração de 3,0 % , nas fases de crescimento (20 a 30 dias após o plantio), antes do florescimento e na formação da

vagem. Zamberlam & Froncheti (2002) recomendaram que é preferível usar concentrações menores de supermagro, em várias aplicações, do que fazer poucas aplicações com doses maiores. Advertiram também que a aplicação durante a floração pode ser prejudicial as flores por causa do cobre.

O biofertilizante supermagro vem sendo utilizado em várias culturas como maçã, pêssego, uva e hortaliças (Magro, 1994;). Collard et al. (2001) realizaram uma pesquisa visando verificar o efeito do biofertilizante agrobio, no desenvolvimento do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Deg). Eles utilizaram os seguintes tratamentos: 1) biofertilizante; 2) somente adubação convencional; 3) testemunha; e, 4) biofertilizante mais adubação convencional. O biofertilizante foi aplicado nas covas e em pulverizações mensais com concentração de 2 %. O biofertilizante proporcionou maior altura, diâmetro, número de ramos, número de flores, número de frutos e, conseqüentemente, maior produção das plantas. Rodrigues (2007) constatou que a utilização do supermagro influenciou no número de frutos, produção por planta, produtividade, diâmetro longitudinal e transversal dos frutos de maracujá amarelo e nos teores foliares de K, S, B, Cu, Zn e Na. A autora verificou também aumentos nos conteúdos de matéria orgânica, P, K Ca, B, Cu, Zn e no pH do solo.

Araújo (2005) relatou que a combinação de esterco bovino e biofertilizante aplicado via foliar, foi a melhor forma de fertilização orgânica no pimentão, com incrementos de 1,8 e 1,3 t ha⁻¹ a mais na produção de frutos comerciais, em relação àquelas obtidas apenas com esterco bovino e com biofertilizante aplicado no solo, respectivamente. Por outro lado, Souza (2000), testando os biofertilizantes Supermagro (2; 4; 6; 8 e 10 %) e Biofertilizante bovino (10; 20; 30; 40 e 50 %), na cultura do pimentão com aplicações foliares semanais não encontrou aumento na produção total de frutos em relação à testemunha. Da mesma forma, Castro et al. (2004), utilizando o biofertilizante Agrobio (diluído em 4 %), aplicado semanalmente em quatro cultivares de beterraba, não constataram efeito significativo desse adubo sobre a produção de tubérculos, sendo observados apenas aumentos na produção de biomassa e na área foliar da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKINTOKUN, O. O.; ADETUNJI, M. T.; AKINTOKUN, P. O. Phosphorus availability to soyabean from an indigenous phosphate rock sample in soil from southwest Nigeria. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 65, p. 35-41, 2003.
- ALBANELL, E.; PLAIXATS, J.; CABRERO, T. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia foetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.6, p. 266-69, 1988.
- ALMEIDA, D. L. **Contribuição da matéria orgânica na fertilidade do solo**. 1991. 188p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P. de; BRUNO, R. de L. A.; SADER, R.; ALVES, A. U. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 132-327, 2005.
- ALVES, F. F.; PINHEIRO, R. **Esterco caprino recupera e ativa solo**. Disponível em: <<http://www6.via-rs.com.br/esteditora/correio/4819/right.htm> > Acesso em: 31 ago. 2004.
- ARAÚJO, E. N. de **Rendimento do pimentão (*Capsicum annum*. L.) Adubado com esterco bovino e biofertilizante**. 2005. 82p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- ASSIS, C. F. C. de. **Caracterização de carvão vegetal para sua injeção em altos-fornos a carvão vegetal de pequeno porte**. 2008. 113p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- BALIGAR, V.; HE, Z. L. ; MARTENS, D. C. ; RITCHEY, K. D.; KEMPER, W. D. Effect of phosphate rock, coal combustion by product, lime and cellulose on ryegrass in an acidic soils. **Plant and Soil**, v. 195, p. 129-133, 1997.
- BARRETO, S. B. **A farinha de rochas MB-4 e o solo**. 1998. 66p.
- BELLAVER, C. Ingredientes de Origem Animal Destinados à Fabricação de Rações. SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas, S. P. **Anais ...** Campinas: CBNA, 2001, p. 151 –190.
- BETTIOL, W. Resultados de pesquisa com métodos alternativos para o controle de doenças de plantas. In: HEIN, M. (org) **Resumo do 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças**. Botucatu, Agroecológica, 2001. p. 125-135.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 22p. (EMBRAPA-CNPMA. Circular Técnica, 02).

BIRD, M. I.; MOYO, C.; VEENENDAAL, E. M.; LLOYD, J.; FROST, P. Stability of elemental carbon in savanna soil. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, v. 13, n. 4, p. 923-932, dec. 1999.

BRAGA, R. N. B. **Os parâmetros de qualidade do carvão e seus reflexos na produção de gusa**. Piracicaba: IPEF, 1979. 2p. (IPEF. Circular Técnica, 73).

CAMPBELL, S. **Manual de compostagem para hortas e jardins: como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico**. São Paulo: Nobel, 1999. 149p.

CASSOL, P. C. **Eficiência de estrumes de bovinos de leite e frangos de corte como fonte de fósforo às plantas**. 1999, 162p. Tese (Doutorado em Agronomia/Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CASTILHOS, D. D.; SOUZA, L. M. de; MORSELLI T. B. G. A.; CASTILHOS, R. M. V. Alterações químicas no solo e produção de alface decorrentes da adição de vermicompostos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 19, n. 2, p. 143-149, abr./jun. 2007.

CASTRO, C. M. de; ARAÚJO, A. P.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. de Efeito de biofertilizante no cultivo orgânico de quatro cultivares de beterraba na baixada metropolitana do Rio de Janeiro. **Rev. Univ. Rural. Sér. Ci. Vida**, Seropédica, EDUR, v. 24, n. 2, p. 81-87, jul-dez. 2004.

CASTRO, C. M. de; SANTOS, A. C. V. dos; AKIBA, F. Bacillus subtilis isolado do biofertilizante “Vairo” com ação fungistática e bacteriostática em alguns fitopatógenos. In: Simpósio de controle biológico, 3., 1992, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1992. p. 291.

CHIEN, S. H.; MENON, R. G.; BILLINGHAM, K. S. Phosphorus availability from phosphate rock as enhanced by water-soluble phosphorus. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 60, p. 1173-1177, 1996.

COELHO, A. M. O potássio na cultura do milho. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L. (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 2005. p. 612-658.

COLLARD, F. H.; ALMEIDA, A.; COSTA, M. D. R.; ROCHA, M. C. Efeito do uso do

biofertilizante Agrobio na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Deg). **Revista Biociências**, Taubaté, v.7, n.1, p. 15-21, 2001.

DIAS, J. F. **Avaliação de resíduo da fabricação de telha cerâmica para seu emprego em camada de pavimento de baixo custo**. 2004, 251p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

EGHBALL, B.; WIENHOLD, B. J.; GILLEY, J. E. and EIGENBERG, R. A. Mineralization of manure nutrients. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 57, n. 6, p. 470-473, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Carvão vegetal como condicionador de solo para arroz de terras altas (cultivar Primavera): um estudo prospectivo**. 2006 (Comunicado Técnico, 125)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. **O uso de farinha de rocha em pomares de manga**. 2005 (Manga em foco, 06).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. **Cultivo orgânico de fruteiras tropicais- manejo do solo da cultura**. 2003 (Circular Técnica, 64).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Preparo de composto orgânico na pequena propriedade rural**. Petrolina: Embrapa Semi-árido, 2001 (Instruções Técnicas, 53).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA/CNPQA. **Composição Nutritiva de Ingredientes para rações de aves**. Comunicado Técnico CT/241/Embrapa suínos e Aves, Dezembro/1999. p. 1-4.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA/CNPQA. **Tabelas de Composição Química e valores energéticos de Alimentos para Suínos e Aves**. 97p, 1991.

FERNANDES FILHO, E. I. **Relações entre algumas práticas de manejo e aplicação de biofertilizantes em propriedades físicas e químicas de um latossolo-escuro álico**. 1989. 74p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FIGUEIRÊDO, F. L. **Fertilização mineral e orgânica na presença e ausência de manganês em gravioleira**. 2003.57p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

FOLE, D. A.; GRIMM, S. S. Avaliação do efeito residual do fósforo por meio de métodos de extração e modelos matemáticos no Oxissolo. Passo Fundo. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 205-221, 1973.

FORNARI, E. **Manual prático de agroecologia**. São Paulo: Aquariana, 2002. 240 p.

GANRY, F.; FELLER, C.; HARMAND, J. M.; GUIBERT, H. Management of soil organic matter in semiarid Africa for annual cropping systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 61, p. 105-118, 2001.

GIROTTI, E.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; MOREIRE, I. C. L.; TRENTIN, E. E. Perdas de Potássio, Cálcio e Magnésio por lixiviação com uso de esterco líquido de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2003, Ribeirão Preto, **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003.

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília, **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p. 206-255. (Documentos,14).

GONCALVES, J. P. Utilização do resíduo da indústria cerâmica para produção de concretos. **Rev. Esc. Minas**, v. 60, n. 4, p. 639-644, 2007.

HARRIS, G. D.; PLATT, W. L. PRICE, B. C. Vermicomposting in a rural community. **Biocycle**, v. 10. n. 2, p. 48-51, 1990.

HARTENSTEIN, R. & HARTENSTEIN, F. Physicochemical changes affected in activated sludge by the earthworm *Eisenia foetida*. **J. Environ. Qual.**, v. 10, p. 377-382, 1981.

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

IGUE, K. ; ALCOVER, M. ; DERPSCH, R. ; PAVAN, M. A. ; MELLA, S. C.; MEDEIROS, G. B. de. **Adubação orgânica**. Londrina : IAPAR, 1984. 33p. (IAPAR. Informe de Pesquisa, 59).

KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. **Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo**. Santa Maria: NRS/SBCS. 1997. 31p. (NRS/SBCS. Boletim Técnico, 3)

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

KPOMBLEKOU-A, K.; TABATABAI, M. A. Effect of low molecular weight organic acids on phosphorus release and phytoavailability of phosphorus in phosphate rocks added to soil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 100, p. 275-284, 2003.

LAMIN, S. S. M. **Caracterização de vermicomposto de esterco bovino e estudo da absorção competitiva de cádmio, cobre, chumbo e zinco**. 1995, 121 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LANDGRAF, M. D.; ALVES, M. R.; SILVA, S. C. da; REZENDE, M. O. de O. Caracterização de ácidos húmicos de vermicomposto de esterco bovino compostado durante 3 e 6 meses. **Química nova**, v. 22, n.4, p. 483-486, 1999.

LONGO, A. D. **Minhoca**: de fertilizadora do solo a fonte alimentar. 2ª ed. São Paulo: Ícone, 1992. 67 p.

LOQUET, M.; VINCESLAS, M. Cellulolytic and ligninolytic activities in the gut of *Eisenia foetida*. **Rev. d'ecol. Boil. Sols**, v. 24, p. 559-560, 1987.

MACHADO, M. O.; GOMES, A. S.; TURATTI, E. A. P.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeito da adubação orgânica e mineral na produção do arroz irrigado e nas propriedades químicas e físicas do solo de Pelotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 18, n. 6, p. 583-591, 1983.

MAGRO, D. **Supermagro**: a receita completa. Boletim da Associação de Agricultura Orgânica, n. 16, p. 3-4. 1994.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MARTINS, S. P. **Caracterização dos frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f.flavicarpa* Deg) produzidos por plantas em um solo tratado com biofertilizante bovino**. 2000. 38p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLRY, P. A.; FRANKLIN, F.; FERNANDES, F. S.; ALVES, G. R.; DANTAS, P.; CORDÃO, R. P.; XAVIER, W. M. R.; LEAL NETO, J. S. **Uso de biofertilizantes líquidos no manejo ecológico de pragas agrícolas**. Bananeiras, 2004. Disponível em : < <http://rtprac.Prac.ufpb.br/mecae/anais%20II Encontro%20Tem%1tico/trabalhos/BIOFERTILIZANTE S.DOC> > Acesso em: 18 jun. 2004.

MEIRELLES, L.; BRACAGIOLI NETO, A.; MEIRELLES, A. L.; GONÇALVES, A.; GUAZZELIS, M. J. **Biofertilizantes Enriquecidos**: caminho sadio da nutrição e proteção das plantas. Ipê: CAE. Agricultura ecológica. 1997. 24p.

MENEZES, R. S. C.; GARRIDO, M. Da S.; PEREZ, A. M. M. Fertilidade dos solos no semi-árido. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Recife, PE, Brasil, 2005. **Anais dos simpósios** (CD_ROM). Recife, PE, Brasil, 2005.

MENEZES, R. S. C. **Ciclos biogeoquímicos e sustentabilidade em sistemas de agricultura familiar no semi-árido nordestino**. Projeto de pesquisa e plano de atividade docente. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). 17p. 2002.

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.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. agricultura sustentável no semi-árido nordestino. In: OLIVEIRA, T. S. ; ASSIS JÚNIOR; ROMERO, R. E. ; SILVA, J. R. C. , eds. **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: UFC, SBCS, 2000. p. 20-46.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p.:il.

MULLER, A. M. **Efeitos da aplicação foliar de um biofertilizante enriquecido no estado fitossanitário de tomate, ervilha e beterraba sob manejo orgânico**. 1999. 67p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. De F. da ; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. de F. da Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **R. Bras. Eng. Agrí. Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 457-462, 2003.

NOGUEIRA, L. A. H.; LORA, E. E. S. 2003. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 199p.

NOVAIS, R. F. de.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, DPS. 1999. 399p.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, V. R. F.; SANTOS, C. S.; ARAÚJO, J. S.; NASCIMENTO, J. T. Produção de coentro cultivado com esterco bovino e adubação mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 477-479, set. 2002.

OLIVEIRA, A. P.; ARAÚJO, J. S.; ALVES, E. U.; NORONHA, M. A. S.; CASSIMIRO, C. M. MENDONÇA, F. G. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 81-84, março 2001a.

OLIVEIRA, A. P.; FERREIRA, D. S.; COSTA, C. C.; SILVA, A. F.; ALVES, E. U. Uso de esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 70-73, mar. 2001b.

OLIVEIRA, I. P.; SOARES, M.; MOREIRA, J. A. A.; ESTRELA, M. F. C.; DAL'ACQUA, F. M.; PACHECO FILHO, O. **Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo**. Goiânia: EMBRAPA- CNPAF. 1986. 24 p. (Circular Técnica, 21).

OTUTUMI, A. T.; OLIVEIRA, T. S. de; MENDONÇA, E. de S.; LIMA, P. J. B. F. Qualidade do solo em sistemas de cultivo agroecológicos no município de Tauá – CE. In: MENDONÇA, E. de S.; XAVIER, F. A. da S.; LIBARDI, P. L.; ASSIS JÚNIOR, R. N. de; OLIVEIRA, T. S. de **Solo e água: aspecto de uso e manejo: com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza: UFC, SBCS, 2004. p.1-30.

PASCHOAL, A. D. **Minhocultura e vermicompostagem para pequenos, médios e grandes produtores: a minhoca e seu modo de vida e criação prática**. Piracicaba: USP/Departamento de Zoologia, 1996. 54p.

PATUSCO, J. A. M. **Balço energético nacional (BEN)**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2006, 192p.

PEDINI, S. Produção e certificação de café orgânico. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2000. p. 333-360.

PENTEADO, S. R. **Introdução a agricultura orgânica** - Normas e técnicas de cultivo. Campinas: Grafimagem, 2000. 110p.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais: para uma agricultura saudável**. Campinas: Grafimagem, 1999. 79p.

PESAGRO-RIO. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Produção e pesquisa de AGROBIO e de caldas alternativas para o controle de pragas e doenças**. Niterói: PESAGRO-RIO, 1998. 4p. (PESAGRO-RIO. Documentos, 44).

PINHEIRO S.; BARRETO, S. B. **MB-4: Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Florianópolis: Fundação Juquira Candiru, Mibasa, 1996. 273 p.

RESENDE, A. V. de; MARTINS, E. de S. ; OLIVEIRA, C. G. de; SENA, M. C. de; MACHADO, C. T. T. KINPARA, D. I. ; OLIVEIRA FILHO, E. C. de . Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. **Espaço & Geografia**, v. 9, n. 1, p. 19-42, 2006.

RESENDE, A. V.; MACHADO, C. T. T.; MARTINS, E. S.; NASCIMENTO, M. T.; SOBRINHO, D. A. S.; FALEIRO, A. S. G.; LINHARES, N. W.; SOUZA, A. L. & CORAZZA, E. J. Potencial de rochas silicáticas no fornecimento de potássio para culturas anuais: I. Respostas da soja e do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE/SBCS, 2005. (CD-ROM).

RESTREPO, R. J. **La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados.** aportes y recomendaciones. Una experiencia de agricultores en Centro América y el Brasil. NICARAGUA: SIMAS, 1998. 151p.

ROCHA, M. C.; SILVA, D. A. G. da; FERNANDES, M. do. C. A.; CARMO, M. G. F. do. Efeito de cultivar e de pulverizações com produtos químicos e biológicos sobre produtividade e qualidade de frutos de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul. 2003. Suplemento CD.

RODRIGUES, A. C. **Biofertilizante supermagro: efeitos no crescimento, produção, qualidade de frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg) e na fertilidade do solo.** 2007. 95p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SAMPAIO, E. V. de S. B.; OLIVEIRA, N. M. B. de; NASCIMENTO, P. R. F. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com *Egeria densa*. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 995-1002, 2007.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DOS SOLOS E NUTRIÇÃO DAS PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA/SBCS, 1995. p. 51-71.

SANTOS, G. D. **Avaliação do maracujá-amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida.** 2004. 74p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SANTOS, Z. A. de S. **Valor nutricional de alimentos para suínos determinados na UFLA.** 2003. 48p. Dissertação (Mestrado).– Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. da; CASSALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R.; Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 29-32, 2001.

SANTOS, A. C. V. dos. A ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti fitoprotetor em lavouras comerciais. In: HEIN, M. (org) **Resumo do 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas:** controle ecológico de pragas e doenças.

Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 91-96.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido**: o defensivo agrícola da natureza. 2. ed. Niterói: EMATER – RJ, 1995. 16p.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido**: o defensivo agrícola da natureza. Niterói: EMATER – RJ, 1992. 16p.

SHARPLEY, A. N.; SYERS, J. K. Potencial role of earthworms casts for the phosphorus enrichment of runoff waters. **Soil Biology Biochemistry**, v. 8, p. 341-346, 1976.

SILVA, M. G.; NUMAZAWA, S. da; ARAUJO, M.; NAGAISHI, M. T. Y. R.; GALVÃO, G. R. Carvão de resíduos de indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no município de Paragominas, PA. **Acta Amazônica**, v. 37, n.1, p. 61 - 70. 2007.

SILVA, D. J.; FARIA, C. M. B.; MENDES, A. M. S. & MORAIS, A. T. Potencial de rochas silicáticas no fornecimento de macronutrientes para soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracajú. **Anais...** Aracajú: UFS/SBCS. (CD-ROM).

SILVA, F. N; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, M. Doses de matéria orgânica na produtividade da cultura da alface em solo eutrófico na região de Mossoró, RN. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 723-724, 2000. (Suplemento).

SILVA, V. F. da. **Vermicompostagem utilizando esterco e palha enriquecida com N e P: processo de produção e avaliação para a cultura da cenoura (*Dacus carota*)**. 1992, 125p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.

SONG, S. K.; HUANG, P. M. Dynamics of potassium release from potassium-bearing minerals as influenced by oxalic and citric acids. **Soil Science Society of America Journal**, v. 52, p. 383-390, 1988.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 29, p. 125-130, 2005.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. L. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 843p.

SOUZA, J. L. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura da pimentão em sistema orgânico: Espírito Santo: **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 828 –829, 2000.

TANAKA, M. T.; SENGIK, E.; SANTOS, H. da S.; HABEL JUNIOR, C.; SCAPIM, C. A.; SILVERIO, L.; KVITSCHAL, M. V.; ARQUEZ, I. C. Efeito da aplicação foliar de biofertilizantes, bioestimulantes e micronutrientes na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 315-321, 2003.

TEDESCO, J. M.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: Santos, C. A. & CAMARGO, F. A. O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, 1999. p. 27-39.

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

VANEGAS CHACÓN, E. A. **Caracterização, decomposição e biodisponibilidade de nitrogênio e fósforo de materiais orgânicos de origem animal e vegetal**. 2005. 143p. Tese (Doutrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VARGAS, A. M. **El Biol**: Fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola. Programa Especial de energias. Cochabamba: UMSS-GTZ. 1990. 79p.

VIEIRA, C. M. F.; SOARES, T. M.; MONTEIRO, S. N. Massas cerâmicas para telhas: características e comportamentos de queima. **Cerâmica**, v. 49, p. 245-250, 2003.

VITTI, G. C.; HOLANDA, J. S.; SERQUEIRA LUZ, P. H.; HERNANDEZ, F. B. T.; BOARETTO, A. E.; PENTEADO, S. R. Fertirrigação: condições e manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 195-271.

ZAMBERLAM, J.; FRONCHETI, A. **Agricultura ecológica: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2002. 214p.

CAPÍTULO 1
ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO NO
AGRESTE PARAIBANO

ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO NO AGRESTE PARAIBANO

RESUMO

A fertilização dos solos, no Agreste paraibano, é feita, principalmente, com a aplicação de esterco. Entretanto, o esterco disponível é, muitas vezes, de baixa qualidade e caro. A AS-PTA introduziu o Adubo da Independência e o biofertilizante Supermagro, como alternativas para melhorar a produção da batata e de outras culturas comerciais. Nenhum dos dois foi testado cientificamente na região. Eles foram comparados com o esterco, na seqüência de cultivos em um mesmo ano, adotada pelos agricultores locais, em função das chuvas: feijão faveta, batata e feijão macassar. Foram avaliados a melhor época de incorporação e os efeitos residuais, de 2004 a 2006. Os tratamentos foram: 1) esterco no plantio do faveta; 2) esterco no plantio do faveta e Supermagro na batata e no macassar; 3) esterco no plantio da batata; 4) Adubo da Independência no plantio do faveta; 5) Adubo da Independência no plantio do faveta e Supermagro na batata e no macassar; 6) Adubo da Independência no plantio da batata; 7) Supermagro na batata e no macassar; e 8) testemunha. As doses foram iguais às aplicadas pelos agricultores da região: esterco, 15 t ha⁻¹; Adubo da Independência, 5 t ha⁻¹; e biofertilizante, 5 e 2,5 m³ ha⁻¹ respectivamente, na batata e no macassar. Em 2004, a adição dos adubos não afetou significativamente a produção de grãos do faveta. O esterco proporcionou maiores produtividades de batata, em 2004 e 2006, e de faveta, em 2005, do que o Adubo da Independência e o Supermagro. A melhor época de incorporação dos adubos para a produção de batatas foi por ocasião de seu plantio. O Supermagro não teve efeito na produção de batatas ou de macassar. A aplicação de 15 t ha⁻¹ de esterco aumentou o pH e os teores de P, K extraíveis no solo.

Palavras-chave: Esterco, composto orgânico, biofertilizante, batata, feijão, macassar.

ORGANIC FERTILIZATION OF CROP SYSTEMS IN THE AGRESTE REGION OF PARAÍBA STATE, BRAZIL.

ABSTRACT

Soil fertilization in the Agreste region of Paraíba state, is based mainly on manure application. However, the available manure is often expensive and of low quality. AS-PTA introduced the Independência compost and Supermagro liquid fertilizer, as alternatives to increase productivities of potato and other commercial crops. Neither of them was scientifically tested in the region. They were compared to manure, in the annual crop sequence usually adopted by farmers, depending on rainfall: faveta beans, potato and cowpea. The best incorporation period and residual effects were evaluated, from 2004 to 2006. Treatments were: 1) manure at faveta planting; 2) manure at faveta planting plus Supermagro on the potato and cowpea plants; 3) manure at potato planting; 4) Independência at faveta planting; 5) Independência at faveta planting plus Supermagro on the potato and cowpea plants; 6) Independência at potato planting; 7) Supermagro on the potato and cowpea plants; and 8) control. Doses commonly used by farmers were adopted: 15 t ha⁻¹ of manure; 5 t ha⁻¹ of Independência; and 5 and 2.5 m³ ha⁻¹ of Supermagro in the potato and cowpea, respectively. In 2004, none of the fertilizers increased faveta production. Manure application resulted in higher yields of potatoes, in 2004 and 2006, and faveta beans, in 2005, than Independência and Supermagro applications. Applications at its planting time were the best to increase potato production. Supermagro did not increase potato or cowpea yields. The application of 15 t ha⁻¹ of manure increased soil pH and extractable P and K contents.

Key words: manure, organic compost, liquid fertilizer, potato, beans, cowpea.

INTRODUÇÃO

No Agreste Paraibano, o sistema de agricultura familiar mais generalizado é o tradicional, que compreende policultura de subsistência (feijão, milho, mandioca, etc), aliada a atividade pecuária de pequeno porte (Menezes & Sampaio, 2000; Nascimento et al., 2003). Culturas comerciais são encontradas apenas em algumas áreas e a batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das principais. Estas culturas apresentam baixas produções em relação às médias nacionais devido à variabilidade climática e à baixa fertilidade do solo (Menezes, 2002), principalmente quanto à limitada disponibilidade de nitrogênio e fósforo (Sampaio et al., 1995).

O sistema de produção da batata, no Agreste paraibano, assim como os demais sistemas de produção agrícola, está fortemente relacionado com a disponibilidade de água. Cultivos sucessivos são realizados nos anos em que as chuvas são mais abundantes e com distribuição mais regular. Em anos de chuvas precoces, a batata pode ser antecedida pelo cultivo do feijão. Ocasionalmente, as chuvas falham depois e a batata pode não ser cultivada. Em anos de chuvas prolongadas, o cultivo da batata pode ser seguido pelo de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Em geral, os cultivos concentram-se no período chuvoso (de fevereiro a junho). No período seco, ou a área fica em pousio ou é cultivada com culturas mais resistentes a estiagem.

Nas regiões onde se cultiva a batata em sistemas mais intensivos, geralmente são utilizadas altas doses de fertilizantes químicos para suprir a carência de nutrientes. Porém, no semi-árido nordestino, o uso destes insumos é reduzido, devido principalmente aos seus custos elevados e ao risco proporcionado pela precipitação baixa e irregular. Desta forma, o manejo da fertilidade do solo nesta região é baseado, principalmente, na manutenção de níveis adequados de matéria orgânica (Tiessen et al., 1994; Stewart & Robinson, 1997; Otutumi et al., 2004). Dentre os adubos orgânicos utilizados, o esterco é o mais tradicional nessa região. Entretanto, a maioria das propriedades do Agreste paraibano possui uma área total inferior a 5 ha e o esterco aplicado no cultivo da batata é, em grande parte, comprado de zonas circunvizinhas, o que aumenta os custos de produção.

A ONG Assessoria e Serviços a Projetos de Tecnologia Alternativa (AS-PTA), localizada no município de Esperança, Agreste paraibano, nos últimos anos, tem divulgado práticas como a compostagem e o uso de biofertilizante, entre os agricultores, como alternativas para melhorar a produção da batata e de outras culturas comerciais. O

composto “Adubo da Independência” foi formulado pela AS-PTA do Paraná, juntamente com os agricultores locais, e foi proposto e adaptado para as condições do Agreste paraibano. Muitos agricultores utilizam este adubo e estão observando melhoras na produção. Outra técnica bastante divulgada pela AS-PTA na Paraíba é a aplicação de adubos foliares. O biofertilizante “Supermagro” também foi adaptado pela AS-PTA, a partir da formulação desenvolvida no Rio Grande do Sul (Fornari, 2002). Este adubo foi proposto antes do Adubo da Independência e a maioria dos agricultores que o utiliza garante que com o uso do Supermagro não só melhorou a produção, como também a qualidade dos alimentos. Entretanto, não há dados publicados que comprovem tais observações, nem há doses definidas para cada cultura e nem seus efeitos residuais foram determinados. Também não há definição da melhor época de aplicação destes adubos.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivos: comparar os efeitos da aplicação de adubos orgânicos (esterco, Adubo da Independência e biofertilizante “Supermagro”) no sistema de produção da batata adotado pelos agricultores locais; avaliar a melhor época de incorporação e verificar os seus efeitos residuais.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área experimental

O experimento foi desenvolvido no Centro Agroecológico São Miguel (CASM), sede da AS-PTA, em Esperança, Agreste paraibano. A precipitação pluviométrica média anual da região é cerca de 800 mm (Saborin et al., 2000). O solo na área experimental é classificado como Neossolo Regolítico (EMBRAPA, 1999), com as seguintes características químicas e físicas (camada 0-20 cm): N total = 532 mg kg⁻¹ (Bremner & Mulvaney, 1982); P disponível = 3,74 mg kg⁻¹ (Murphy & Riley, 1962); K = 63,7 mg kg⁻¹; pH (água 1: 2,5) = 6,5; Dg = 1,39 g cm⁻³; Dp = 2,58 g cm⁻³ (EMBRAPA, 1997); e classificação textural = franco arenosa.

Sistemas de produção da batata

Os ensaios de campo foram realizados nos anos de 2004, 2005 e 2006. Em todos os anos, os cultivos foram realizados baseados nas práticas dos agricultores locais. O ano de 2004 teve um período chuvoso prolongado (Figura 1), proporcionando a realização de cultivos sucessivos de feijão faveta (*Phaseolus vulgaris*, L), de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). O

plântio do feijão faveta foi em 11 de março, o da batata em 28 de maio e o do macassar em 24 de agosto. No ano seguinte, de chuvas tardias e escassas, só foi realizado o cultivo do feijão faveta, semeado em 13 de maio. Após o seu cultivo, as chuvas foram tão poucas e irregulares que não houve condição de repetir o sistema de produção do ano anterior. Em 2006, devido à baixa precipitação no início do ano e a experiência do ano anterior, não foi plantado o feijão, iniciando-se o sistema produtivo com o plântio da batata inglesa, semeada em maio.

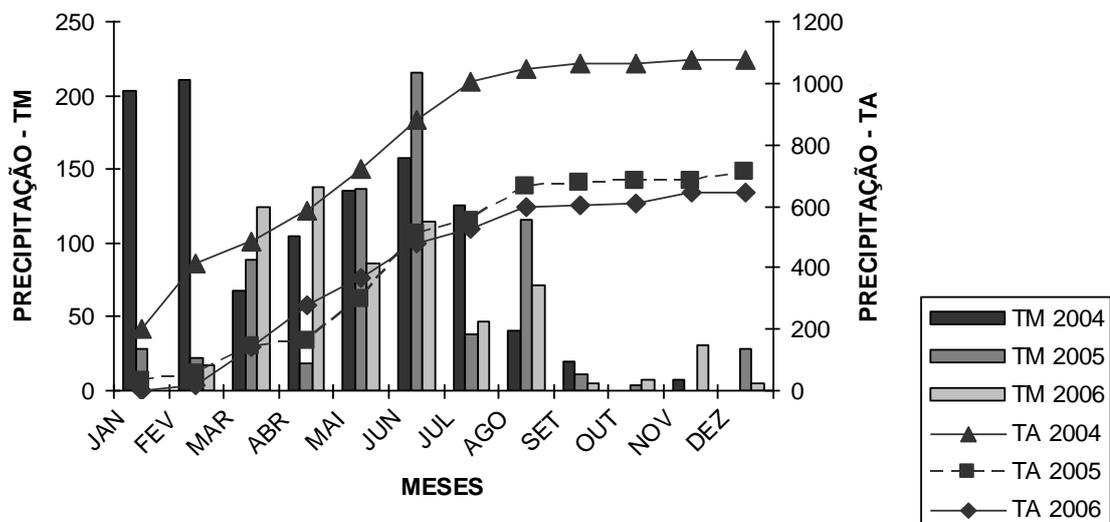


Figura 1. Precipitação mensal (TM) e acumulada (TA) nos anos de 2004, 2005 e 2006.

O feijão faveta foi semeado na parte superior dos leirões, no espaçamento de 0,40 m entre plantas. A colheita do feijão foi realizada 75 dias após o plântio. O semeio da batata, variedade Monalisa, foi realizado utilizando-se o mesmo espaçamento do feijão. A colheita foi realizada 80 dias após o plântio. Após a colheita, os tubérculos foram classificados em comercial, semente e refugo e pesados, para a determinação da produção. Devido à continuação das chuvas depois da colheita da batata foi realizado o cultivo do feijão macassar, variedade Cariri. Este cultivo não estava programado, mas foi feito seguindo o que os agricultores da região fizeram para aproveitar a continuação das chuvas. A colheita do macassar foi efetuada 82 dias após o plântio. As massas dos ramos dos feijões e da batata também foram quantificadas.

Os cultivos nos anos subsequentes foram realizados de forma idêntica ao citado anteriormente. A colheita do feijão faveta, em 2005, foi efetuada 74 dias após o plantio. Em 2006, a batata foi colhida após 90 dias do plantio.

Tratamentos

Foram estabelecidos oito tratamentos, com quatro repetições, dispostos no delineamento em blocos casualizados. Os tratamentos foram: 1) Aplicação de esterco no plantio do feijão faveta; 2) Aplicação de esterco no plantio do feijão faveta e aplicação do biofertilizante (Supermagro) nos ramos da batata e do macassar; 3) Aplicação de esterco no plantio da batata; 4) Aplicação de Adubo da Independência no plantio do feijão faveta; 5) Aplicação de Adubo da Independência no plantio do feijão faveta e aplicação do biofertilizante (Supermagro) nos ramos da batata e do macassar; 6) Aplicação de Adubo da Independência no plantio da batata; 7) Aplicação de biofertilizante (Supermagro) nos ramos da batata e do macassar; e 8) testemunha (sem adubação).

As parcelas foram constituídas de seis leirões, com 8 m de comprimento e com uma distância entre leirões de 1m. A área útil foi formada pelos quatro leirões internos com 6 m de comprimento (retirando-se 1 m de cada extremidade do leirão). Os leirões tinham cerca de 40 cm de altura e 50 cm de largura na base.

Para avaliar a melhor época de aplicação dos adubos orgânicos foram realizadas duas incorporações: a primeira, no plantio do feijão faveta e a segunda, no semeio da batata. A aplicação do biofertilizante “Supermagro” foi realizada no cultivo da batata e do macassar em 2004. Em 2005, foram feitas apenas as incorporações do esterco e do adubo da Independência no plantio do feijão faveta. Com o intuito de verificar o efeito residual dos tratamentos, não foram realizadas incorporações em 2006.

As doses dos adubos orgânicos foram iguais às aplicadas usualmente pelos agricultores da região: esterco, 15 t ha⁻¹; Adubo da Independência, 5 t ha⁻¹; e biofertilizante, 5 m³ ha⁻¹. As aplicações do biofertilizante Supermagro (10 %) foram realizadas semanalmente, após 20 dias do plantio da batata, totalizando 8 aplicações. O Supermagro a 5 % foi o único adubo utilizado no cultivo do feijão macassar. As aplicações foram realizadas uma vez por semana após 30 dias do semeio, e com dose de 2,5 m³ ha⁻¹. Em 2004, o esterco e o Adubo da Independência (tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6) foram espalhados dentro de cada parcela para formar os leirões. No segundo ano do

experimento, o esterco e o Adubo da Independência foram novamente incorporados no plantio do feijão (tratamentos 1, 2, 4 e 5) mas, como não houve plantio de batata, não foram aplicados os tratamentos 3 e 6. Pela mesma razão, nos tratamentos 2 e 5, não houve aplicação do Supermagro nos ramos da batata e eles ficaram iguais aos tratamentos 1 e 4, exceto pela aplicação deste biofertilizante no feijão macassar no ano anterior. Os adubos orgânicos foram colocados na encama do leirão, a aproximadamente 20 cm de altura e foram cobertos por uma camada de solo, até atingir os 40 cm de altura.

Característica dos adubos orgânicos utilizados

O esterco utilizado foi de caprinos e apresentou a seguinte composição: N = 10,33 g kg⁻¹, P = 3,0 g kg⁻¹, K = 29,07 g kg⁻¹ e C = 148,5 g kg⁻¹.

O Adubo da Independência teve a seguinte formulação: 300 kg de terra argilosa de barranco, 200 kg de vermicomposto, 100 kg de esterco bovino, 100 kg de MB4, 100 kg de calcário, 50 kg de farinha de ossos, 200 kg de farelo de trigo, 80 kg de pó de carvão, 3 L de melaço, 10 kg de batata doce, 200 g de fermento de pão, 10 kg de pó de telha, 10 kg de fosfato natural e 10 kg de potássio natural (AS-PTA, 2003). A composição do Adubo da Independência foi: N = 3,33 g kg⁻¹, P = 7,8 g kg⁻¹, K = 11,75 g kg⁻¹ e C = 103,8 g kg⁻¹.

O biofertilizante “Supermagro” foi composto por: 30 kg de esterco bovino fresco, 60 L de água, 2 kg de sulfato de zinco, 2 kg de sulfato de magnésio, 300 g de sulfato de manganês, 300 g de sulfato de cobre, 300 g de sulfato de ferro, 50 g de sulfato de cobalto, 100 g de molibdato de sódio, 1,6 kg de cloreto de cálcio, 1,5 kg de bórax, 2,6 kg de fosfato natural, 5 kg de cinzas, 14 L de leite e 14 L de melaço de cana. O Supermagro apresentou os seguintes teores: N = 2,02 g L⁻¹; P = 168 mg L⁻¹; K = 276 mg L⁻¹; e C = 15,66 g L⁻¹.

Para determinação dos teores de nutrientes, os adubos orgânicos foram digeridos com uma mistura de ácido sulfúrico e água oxigenada (Thomas et al., 1967). O N foi determinado pelo método Kjeldahl descrito por Bremner & Mulvaney (1982). O P foi analisado por colorimetria (Murphy & Riley, 1962). O K foi determinado por fotometria de chama (EMBRAPA, 1997). A determinação do C seguiu a metodologia descrita por Snyder & Trofymow (1984).

Análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Student, ao nível de probabilidade de 5 %, usando o programa Statistica (Statsoft, 1995). No primeiro ano, para analisar os dados obtidos no cultivo do feijão faveta, os tratamentos com a adição de adubos orgânicos foram agrupados em três porque alguns deles não diferiram (tratamentos 1 e 2 = esterco no plantio do feijão faveta; 4 e 5 = Adubo da Independência no plantio do feijão faveta; e 3, 6, 7 e 8 = testemunha).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produções em 2004

A adição dos adubos orgânicos não afetou significativamente a produção de grãos do feijão faveta, que foi semelhante à do controle (Quadro 1). As aplicações de esterco e do Adubo da Independência proporcionaram rendimentos semelhantes de ramos, mas a do esterco foi superior à do controle. As produções de grãos dos três tratamentos foram superiores às médias (IBGE, 2004) da Paraíba (333 kg ha⁻¹), da região Nordeste (360 kg ha⁻¹) e do país (745 kg ha⁻¹).

Quadro 1. Produção de grãos e ramos do feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2004.

Adbos orgânicos*	Ramos	Grãos
	kg ha ⁻¹	
Esterco no plantio do feijão	670 a	945 a
Adubo da Independência no plantio do feijão	522 ab	996 a
Testemunha	458 b	859 a

*As doses foram: 15 t ha⁻¹ para o esterco e 5 t ha⁻¹ para o Adubo da Independência. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem pelo teste LSD (5 %).

As maiores produções de batata, de maneira geral, foram obtidas com a incorporação de esterco (Quadro 2). O que provavelmente favoreceu esse resultado foi a concentração nutricional deste adubo, aliada à dose aplicada (15 t ha⁻¹), fornecendo cerca de 155, 45 e 436 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente. A batata é uma cultura de ciclo relativamente curto, três a quatro meses, e com alta produção por área, sendo, portanto, bastante exigente em nutrientes. As plantas inteiras usualmente extraem, por ha, de 56 a 226 kg de N, de 9 a 40 kg de P e de 112 a 403 kg de K, enquanto os tubérculos extraem 32 a 175 kg de N, 9 a 36 kg de P e 67 a 225 kg de K (Castro, 1976).

Os efeitos do esterco sobre a produtividade das culturas devem-se não somente ao suprimento de nutrientes, mas também à melhoria da estrutura do solo e, conseqüentemente, melhoria no fornecimento de água, proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes (Silva et al., 2004; Santos et al., 2006; Severino et al., 2006).

Silva et al. (2007) cultivou batata em um Neossolo Regolítico, na mesma propriedade, com a mesma dose de esterco utilizada nesse experimento, e obteve resultados semelhantes de batata total (7839 kg ha⁻¹), no ano de 2002. Estas produções são semelhantes à média de 7687 kg ha⁻¹ de batata, obtida na Paraíba, em 2004, mas bem inferiores à produção nacional obtida neste mesmo ano, que foi de 21352 kg ha⁻¹ (IBGE, 2004). A baixa produção de batata, nesta região, deve-se, à pobreza de nutrientes dos solos e às precipitações irregulares e escassas.

Quadro 2. Produção de batatas (peso úmido) e do ramos das plantas (peso seco), em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2004.

Adubos orgânicos*	Ramos	Batata			
		Comercial	Semente kg ha ⁻¹	Refugio	Total
Esterco no plantio do feijão	117 b	2803 b	1464 b	1020 ab	5287 bc
Esterco no plantio do feijão + Supermagro na batata e no macassar	122 ab	3037 b	1366 bc	1270 a	5673 b
Esterco no plantio da batata	158 a	4729 a	2051 a	1091 ab	7870 a
Adubo da Independência no plantio do feijão	64 c	1270 c	921 bc	719 b	2910 e
Adubo da Independência no plantio do feijão + Supermagro na batata e no macassar	85 bc	1245 c	959 bc	884 ab	3088 de
Adubo da Independência no plantio da batata	87 bc	1809 bc	1364 bc	1178 a	4352 cd
Supermagro na batata e no macassar	63 c	894 c	991 bc	676 b	2560 e
Testemunha	67 c	1125 c	874 c	900 ab	2898 e

*As doses foram: 15 t ha⁻¹ para o esterco, 5 t ha⁻¹, para o Adubo da Independência e 5 m³ ha⁻¹ para o Supermagro aplicado na batata e 2,5 m³ ha⁻¹ no macassar. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem pelo teste LSD (5 %).

Quando o esterco foi aplicado no plantio do feijão faveta, as produções de batata foram inferiores às encontradas quando a incorporação foi realizada depois da colheita do faveta e logo antes do plantio da batata. A lixiviação de nutrientes, devido à precipitação que ocorreu durante todo o ciclo do feijão, aliada à retirada de nutrientes por essa cultura deve ter contribuído para esta menor produção. A adição de esterco,

tanto na presença como na ausência do Supermagro, de maneira geral, não teve efeito, proporcionando produções semelhantes de batata comercial. Esses resultados discordam dos obtidos por Araújo (2005), nos quais esterco bovino associado à aplicação de biofertilizante via foliar acarretou em incremento de $1,8 \text{ t ha}^{-1}$ na produção de frutos de pimentões comerciais, em relação ao tratamento contendo apenas esterco.

A adição do Adubo da Independência mostrou-se pouco eficiente, possivelmente devido aos baixos teores de nitrogênio, fósforo e potássio. Comparando com as necessidades da cultura, definidas por Castro (1976), a dose utilizada nesse experimento (5 t ha^{-1}) seria insuficiente para satisfazer as exigências nutricionais de N e K da batata.

Quando a incorporação do composto foi realizada no plantio do feijão faveta (anterior), os rendimentos foram inferiores àqueles obtidos quando a incorporação foi no semeio da batata. As adições do Adubo da Independência, isoladas ou combinadas com o Supermagro, proporcionaram produções semelhantes ao tratamento sem adubo. Bruno et al. (2007) também obtiveram produções semelhantes à testemunha quando incorporaram composto orgânico associado à aplicação do Supermagro (5 %), na parte aérea da cenoura.

A aplicação isolada do Supermagro não diferiu do tratamento sem adubo. Resultados semelhantes foram encontrados por Picanço et al. (1997) que não obtiveram aumento significativo de produtividade em tomateiro com a aplicação deste adubo foliar, usado isoladamente. Souza (2000) também não encontrou aumento na produtividade de pimentões, em relação à testemunha, utilizando o Supermagro, de 0 a 10 %, em aplicações semanais.

As produções de ramos tiveram comportamento semelhante ao da produção de tubérculos: a adição de esterco apresentou seu melhor rendimento quando foi incorporado no plantio da batata. Não houve diferença significativa entre a aplicação do adubo da Independência e a testemunha.

Analisando o efeito residual dos adubos orgânicos sobre a produtividade do feijão macassar observa-se que não houve diferença significativa, entre os tratamentos, na produção de grãos, em 2004 (Quadro 3). Apesar de ter sido o único adubo aplicado neste cultivo, o supermagro (5 %) não proporcionou incrementos na produtividade de grãos. Santos et al. (2007) testaram concentrações (0, 10, 20, 30, 40, 50 %) de biofertilizante comum (água e esterco, na proporção 1:1) aplicado no colo e nas folhas de três variedades de feijão macassar e também não encontraram diferença significativa na produtividade de grãos verdes. Entretanto, eles observaram que, de um modo geral,

as aplicações do biofertilizante no colo da planta proporcionaram produtividades maiores do que quando aplicadas nas folhas.

As produções de grãos foram bastante baixas, inferiores à produção média da região Nordeste que é de 300 kg ha⁻¹ (IBGE, 2002). O que provavelmente ocasionou estes rendimentos tão baixos foi à escassez de água (Figura 1). O feijão macassar foi plantado em agosto e colhido em novembro e dentro desse período a precipitação total foi de apenas 27 mm. Doorenbos & Kassam (2000) afirmaram que as exigências hídricas do feijoeiro para a obtenção do rendimento máximo variam de 300 a 400 mm durante o seu ciclo. Apesar das baixas produções, os agricultores ainda consideraram que valeu a pena o plantio, aproveitando o resto das chuvas deste inverno excepcional.

Quadro 3. Produção de grãos e ramos de feijão macassar, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB em 2004.

Adubos Orgânicos*	Ramos	Grãos
	kg ha ⁻¹	
Esterco no plantio do feijão	210 ab	124 a
Esterco no plantio do feijão + Supermagro na batata e no macassar	271 ab	185 a
Esterco no plantio da batata	355 a	175 a
Adubo da Independência no plantio do feijão	197 ab	189 a
Adubo da Independência no plantio do feijão + Supermagro na batata e no macassar	141 b	213 a
Adubo da Independência no plantio da batata	129 b	111 a
Supermagro na batata e no macassar	280 ab	111 a
Testemunha	181 b	161 a

*As doses foram: 15 t ha⁻¹ para o esterco, 5 t ha⁻¹, para o Adubo da Independência e 5 m³ ha⁻¹ para o Supermagro aplicado na batata e 2,5 m³ ha⁻¹ no macassar. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem pelo teste LSD (5 %).

A produção de ramos do feijão macassar foi maior com a incorporação de esterco do que com Adubo da Independência, no plantio da batata. Isto sugere que o efeito residual do esterco foi maior do que o do Adubo da Independência.

Produção em 2005

As maiores produções de grãos do feijão faveta, no ano de 2005 (Quadro 4), foram obtidas com a incorporação de esterco, com médias de grãos variando de 307 a 380 kg ha⁻¹. Entretanto, não houve diferença significativa entre esse tratamento e a

adição do Adubo da Independência, por ocasião do plantio do feijão faveta, que apresentou rendimentos médios variando de 278 a 332 kg ha⁻¹.

A adição do esterco no plantio do feijão em 2005 não diferiu estatisticamente do tratamento no qual a aplicação foi realizada no ano anterior, por ocasião do plantio da batata. Isto comprova a existência de um efeito residual deste adubo. Este resultado está de acordo com o encontrado por Menezes et al. (2002) que verificaram um efeito acumulativo da aplicação desse adubo, com a mesma dose, durante os quatro anos em que cultivaram batata. Tanto o Adubo da Independência quanto o Supermagro não apresentaram efeito residual durante o período analisado (2004-2005).

Quadro 4. Produção de grãos e ramos de feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2005.

Adbos Orgânicos*	Ramos	Grãos
	kg ha ⁻¹	
Esterco no plantio do feijão	122 a	335 ab
Esterco no plantio do feijão + Supermagro na batata e no macassar	135 a	380 a
Esterco no plantio da batata	81 b	307 abc
Adubo da Independência no plantio do feijão	71 bc	332 ab
Adubo da Independência no plantio do feijão) + Supermagro na batata e no macassar	70 bc	278 abc
Adubo da Independência no plantio da batata	25 d	87 d
Supermagro na batata e no macassar	53 bcd	211 bcd
Testemunha	36 cd	169 cd

*As doses foram: 15 t ha⁻¹ para o esterco, 5 t ha⁻¹, para o Adubo da Independência e 5 m³ ha⁻¹ para o Supermagro aplicado na batata e 2,5 m³ ha⁻¹ no macassar. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem pelo teste LSD (5 %).

As produções médias dos grãos, de maneira geral, foram bastante inferiores às encontradas no ano de 2004. Estes baixos rendimentos, em 2005, podem ter sido causados pela forte concentração da precipitação que ocorreu no mês de junho (215 mm). O solo onde foi montado o experimento possui uma profundidade máxima de 60 cm e a área experimental ficou encharcada, prejudicando a produção. Schuch (1989) afirmou que o feijão é uma cultura bastante sensível ao excesso de água. Santos (2006) cultivou feijão faveta, no mesmo ano e local, com dois sistemas de preparo do solo (com e sem leirão) e no cultivado em leirões obteve produção média de 134 kg ha⁻¹, enquanto no cultivo sem leirões (em covas no solo) não houve produção devido ao encharcamento da área.

A maior produção de ramos do feijão faveta foi obtida quando a incorporação do esterco foi realizada no plantio do feijão, em 2005. Possivelmente, o encharcamento ocorrido no mês de junho prejudicou a produção de ramos. Dutra et al. (1995), estudando o efeito de dois níveis de umidade (capacidade de campo e encharcamento) na produção de ramos do feijão, cultivado em vasos, verificaram que o rendimento obtido sob encharcamento foi 80 % do máximo obtido nas condições de capacidade de campo.

Produção em 2006

Na avaliação do efeito residual dos adubos orgânicos sobre as produtividades da batata (Quadro 5), de maneira geral, a adição de esterco proporcionou melhores produções. O melhor rendimento foi obtido com a incorporação do esterco no plantio do feijão faveta mais a aplicação do Supermagro na batata, apresentando produções médias de 2229 e 4024 kg ha⁻¹ de batata comercial e total, respectivamente. Entretanto, não houve diferença significativa entre associação ou não do Supermagro ao esterco, como também entre as épocas de aplicação, indicando um efeito acumulativo.

Quadro 5. Produção de batatas (peso úmido) em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2006.

Adubos Orgânicos*	Batata			
	Comercial	Semente	Refugio	Total
	kg ha ⁻¹			
Esterco no plantio do feijão	1466 ab	1518 a	361 ab	3345 ab
Esterco no plantio do feijão + Supermagro na batata e no macassar	2229 a	1386 a	410 a	4024 a
Esterco no plantio da batata	1903 ab	1114 a	187 b	3204 ab
Adubo da Independência no plantio do feijão	1592 ab	1203 a	254 ab	3049 ab
Adubo da Independência no plantio do feijão + Supermagro na batata e no macassar	1972 ab	1494 a	339 ab	3805 a
Adubo da Independência no plantio da batata	627 b	960 a	291 ab	1878 b
Supermagro na batata e no macassar	1220 ab	1236 a	275 ab	2731 ab
Testemunha	1468 ab	1121 a	264 ab	2853 ab

*Não houve adição dos adubos orgânicos nesse ano. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem pelo teste LSD (5 %).

A adição do Adubo da Independência no plantio da batata apresentou rendimentos inferiores àqueles obtidos quando a aplicação foi no semeio do feijão faveta. Isso ocorreu porque a adubação no plantio da batata foi realizada em 2004 e após o seu cultivo foram plantados o feijão macassar, no mesmo ano, e o feijão faveta, em 2005, que retiraram nutrientes do solo. Como já foi discutido anteriormente, a

incorporação de 5 t ha⁻¹ do Adubo da Independência não teria sido suficiente para satisfazer a demanda nutricional da batata e a insuficiência foi agravada com a retirada de nutrientes pelas culturas anteriores.

Nutrientes nas culturas

Não houve diferenças significativas entre a aplicação do esterco e do Adubo da Independência quanto à concentração e ao acúmulo de P e de K nos grãos do feijão faveta, em 2004, que foram, em geral, superiores aos da testemunha (Quadro 6). Nos ramos, o esterco proporcionou maiores conteúdos de P e de K.

Quadro 6. Concentração e acúmulo de nutrientes nos grãos e ramos do feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB, em 2004.

Adubos orgânicos*	Concentração		Conteúdo	
	P	K	P	K
	g kg ⁻¹		kg ha ⁻¹	
	grãos			
Esterco no plantio do feijão	3,77a	7,97a	3,56a	7,53a
Adubo da Independência no plantio do feijão	3,52a	7,28ab	3,50a	7,25a
Testemunha	3,08b	7,10b	2,65b	6,10b
	ramos			
Esterco no plantio do feijão	1,64a	7,62a	1,10a	5,10a
Adubo da Independência no plantio do feijão	1,38a	5,11b	0,72b	2,67b
Testemunha	1,01b	6,98ab	0,46c	3,20b

*As doses foram: 15 t ha⁻¹ para o esterco e 5 t ha⁻¹ para o Adubo da Independência. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem pelo teste LSD (5 %).

O tratamento com adição de esterco, de maneira geral, proporcionou maiores concentrações e acúmulos de P e K na batata (Figura 2). A maior concentração de P nas batatas ocorreu quando o esterco foi incorporado no plantio do feijão faveta associado à aplicação do Supermagro na batata (média de 3,48 g kg⁻¹). Todos os tratamentos apresentaram teores de P superiores aos encontrados por Silva et al. (2007), que obteve teor médio de P de 0,7 g kg⁻¹, em cinco anos de cultivo, e por Bregagnoli (2006), que obteve teores médios de P iguais a 1,7, 1,7 e 1,2 g kg⁻¹ para tubérculos, folhas e hastes, respectivamente, em solo de baixa fertilidade. Os maiores teores de K nas batatas foram encontrados com a incorporação de esterco, com médias variando de 28,9 a 33,4 g kg⁻¹. Tais valores superam o teor médio de K nos tubérculos (22,8 g kg⁻¹) obtido por Silva et al. (2007).

Apesar da adição do Adubo da Independência ter proporcionado teores de P na batata inferiores àqueles encontrados com a incorporação do esterco, não houve diferença significativa entre esses adubos, exceto quando o composto foi incorporado no plantio do feijão faveta que apresentou teores de P e K semelhantes aos da testemunha.

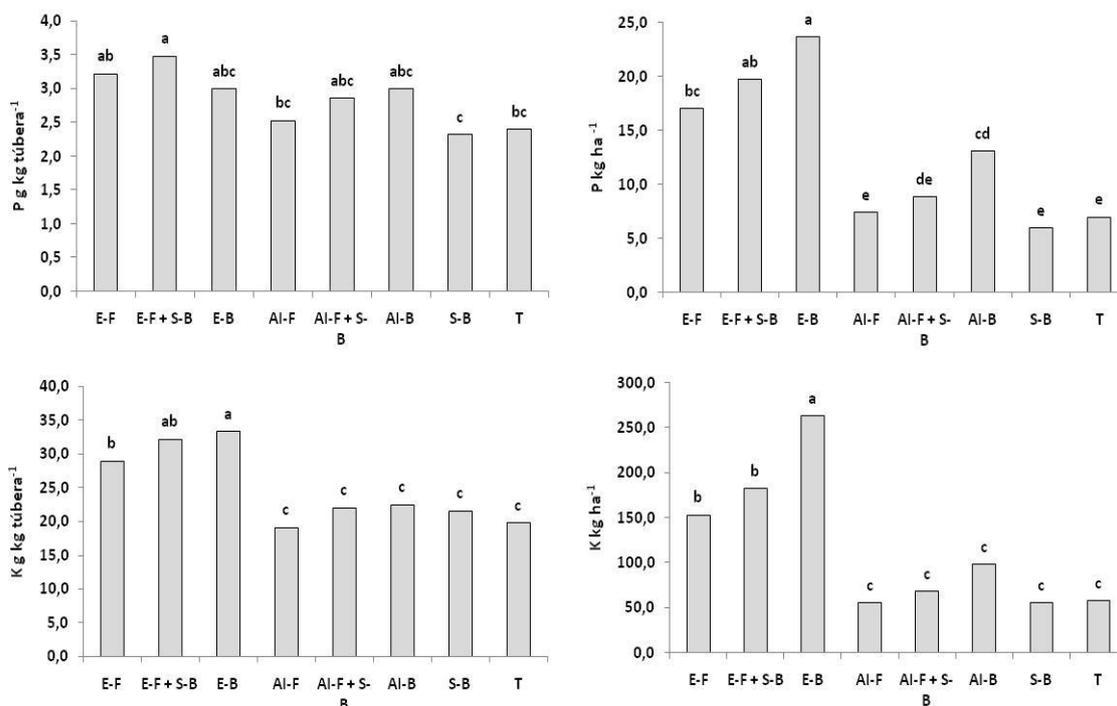


Figura 2. Concentração e conteúdo de fósforo e potássio na batata, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2004. Tratamentos: **E-F**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta; **E-F + S-B**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **E-B**: esterco incorporado no plantio da batata; **AI-F**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta; **AI-F + S-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **AI-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio da batata; **S-B**: Supermagro aplicado na batata; **T**: testemunha.

Quanto à aplicação isolada do Supermagro, as concentrações de P e K nas batatas, não diferiram da testemunha. O total de P acumulado na batata com esse tratamento ($5,94 \text{ kg ha}^{-1}$) foi cerca de quatro vezes menor que o acumulado com a adição do esterco no plantio da batata ($23,61 \text{ kg ha}^{-1}$). Rodrigues (2007) também não obteve incrementos nos teores de P no maracujzeiro-amarelo com a aplicação do supermagro (20 %), de forma isolada. A autora atribuiu tais resultados a quatro possíveis situações: 1) baixa solubilização e lenta liberação do nutriente pelo fosfato natural; 2) baixa atividade na solubilização do fosfato; 3) insuficiência do período de 60 dias de fermentação; e 4) elevado número de componentes que podem ter resultado num complexo químico pouco eficiente à fertilidade do solo e à nutrição das plantas.

Por outro lado, no mesmo experimento, os teores de K foram estimulados pelas doses de supermagro, apresentando concentrações compatíveis com os níveis mínimos exigidos pela cultura.

A aplicação do Supermagro associado ao esterco ou ao Adubo da Independência proporcionou as maiores concentrações de P nos ramos da batata (Figura 3), com médias de 3,3 e 3,1 g kg⁻¹, respectivamente. Por outro lado, a utilização isolada do Supermagro produziu conteúdos de P semelhantes aos da testemunha.

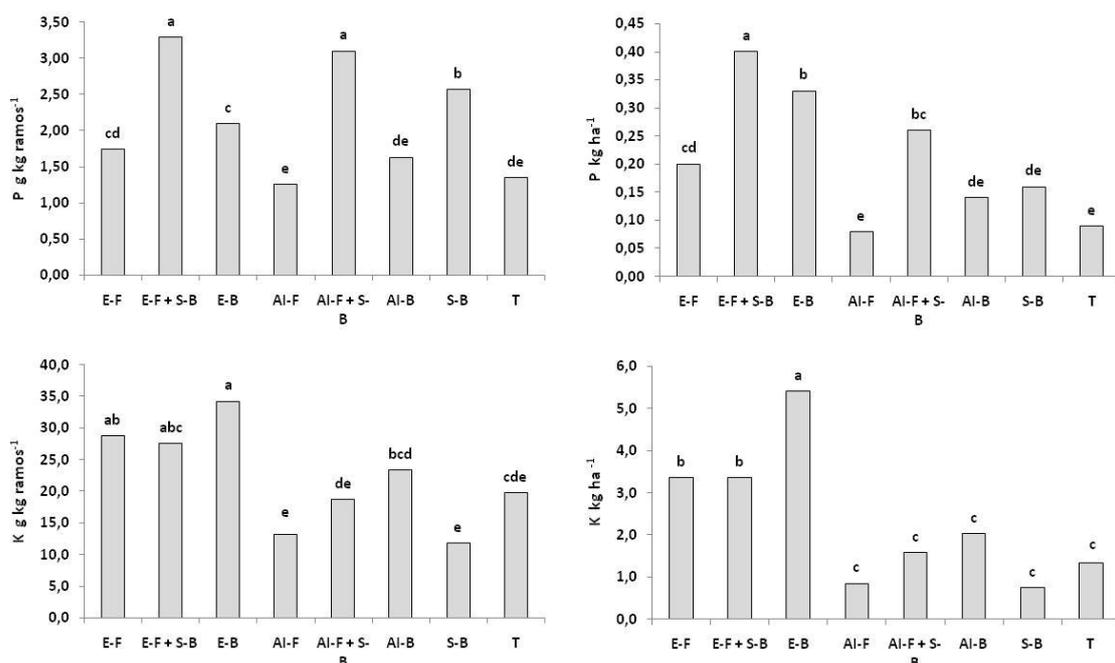


Figura 3. Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos ramos da batata, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2004. Tratamentos: **E-F**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta; **E-F + S-B**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **E-B**: esterco incorporado no plantio da batata; **AI-F**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta; **AI-F + S-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **AI-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio da batata; **S-B**: Supermagro aplicado na batata; **T**: testemunha.

Com relação ao K, a incorporação do esterco, de maneira geral, proporcionou os maiores teores, com média variando de 27,6 a 34,2 g kg⁻¹ de K nos ramos, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

A aplicação do esterco, de maneira geral, proporcionou maiores teores de P nos grãos do feijão macassar (Figura 4). Entretanto não houve diferença significativa entre este tratamento e a incorporação do Adubo da Independência. Também não foi observada diferença estatística entre as épocas de aplicação desses adubos. A aplicação de 2,5 m³ ha⁻¹ do Supermagro (5 %), de forma isolada ou associada à incorporação do

esterco ou do Adubo da Independência, resultou em teores de P semelhantes aos da testemunha.

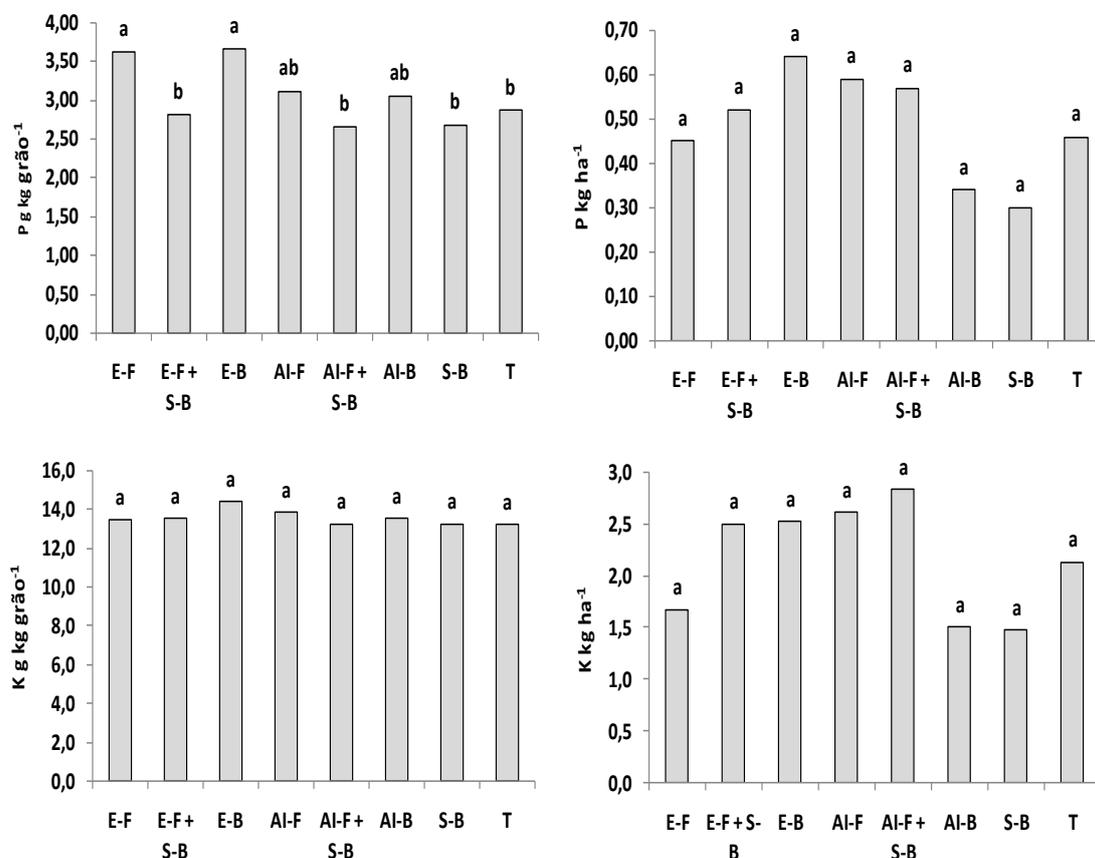


Figura 4. Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos grãos do feijão macassar, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2004. Tratamentos: **E-F**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta; **E-F + S-B**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **E-B**: esterco incorporado no plantio da batata; **AI-F**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta; **AI-F + S-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **AI-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio da batata; **S-B**: Supermagro aplicado na batata; **T**: testemunha.

Rodrigues (2007) verificou que a aplicação do Supermagro (20 %) não foi suficiente para suprir a demanda de P no maracujazeiro-amarelo. Com relação ao K, não houve diferença significativa entre os tratamentos testados.

Nos ramos do feijão macassar (Figura 5), as maiores concentrações de P foram obtidas com a adição do esterco que diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Da mesma forma que nos grãos, a aplicação do Supermagro apresentou teores de P semelhantes ao da testemunha. Por outro lado, os tratamentos com o adubo foliar associado à incorporação de esterco ou composto apresentaram teores de K semelhantes àquele obtido apenas com a adição do esterco.

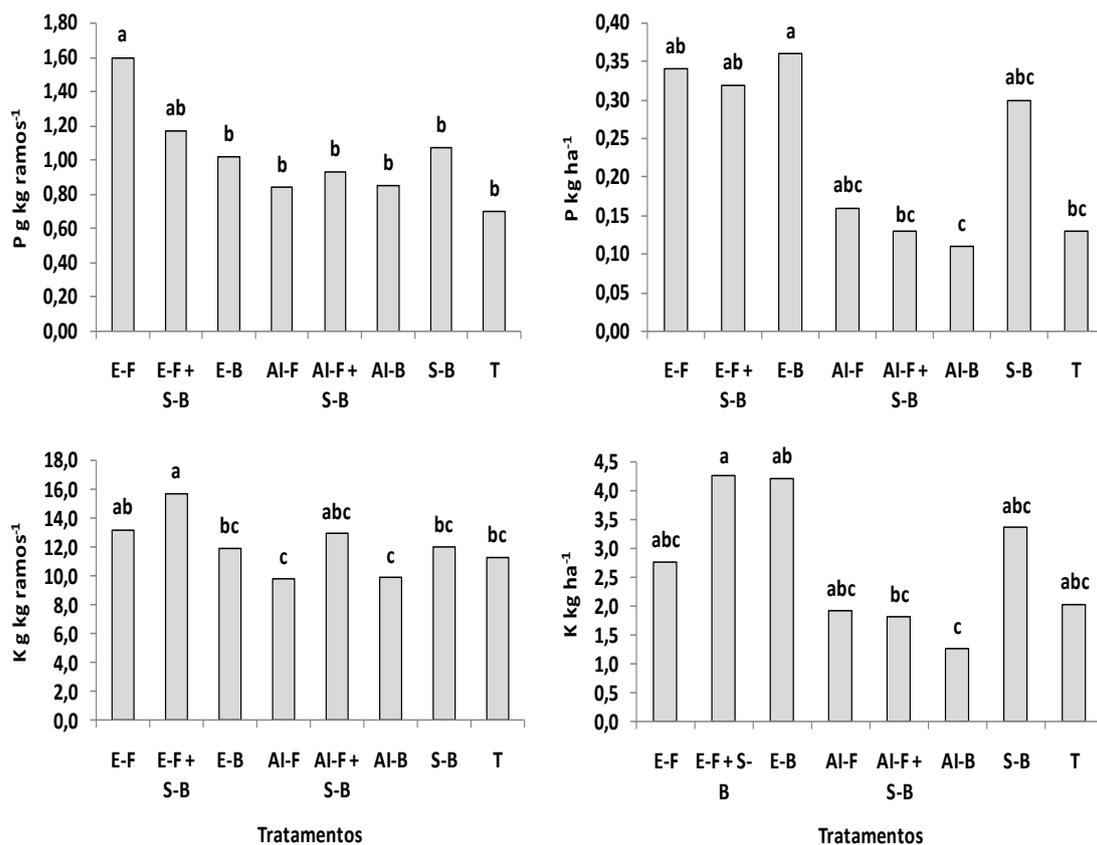


Figura 5. Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos ramos do feijão macassar, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2004. Tratamentos: **E-F**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta; **E-F + S-B**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **E-B**: esterco incorporado no plantio da batata; **AI-F**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta; **AI-F + S-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **AI-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio da batata; **S-B**: Supermagro aplicado na batata; **T**: testemunha.

Diferente do que ocorreu em 2004, os teores de P e K nos grãos do feijão faveta, em 2005, foram influenciados pelos tratamentos com adubos orgânicos, destacando se a incorporação de esterco que proporcionou as maiores concentrações desses nutrientes, 4,7 e 13,0 g kg⁻¹ de P e K, respectivamente (Figura 6). A adição do esterco no plantio da batata, ainda em 2004, resultou nos menores teores de P e K nos grãos do feijão faveta, em 2005.

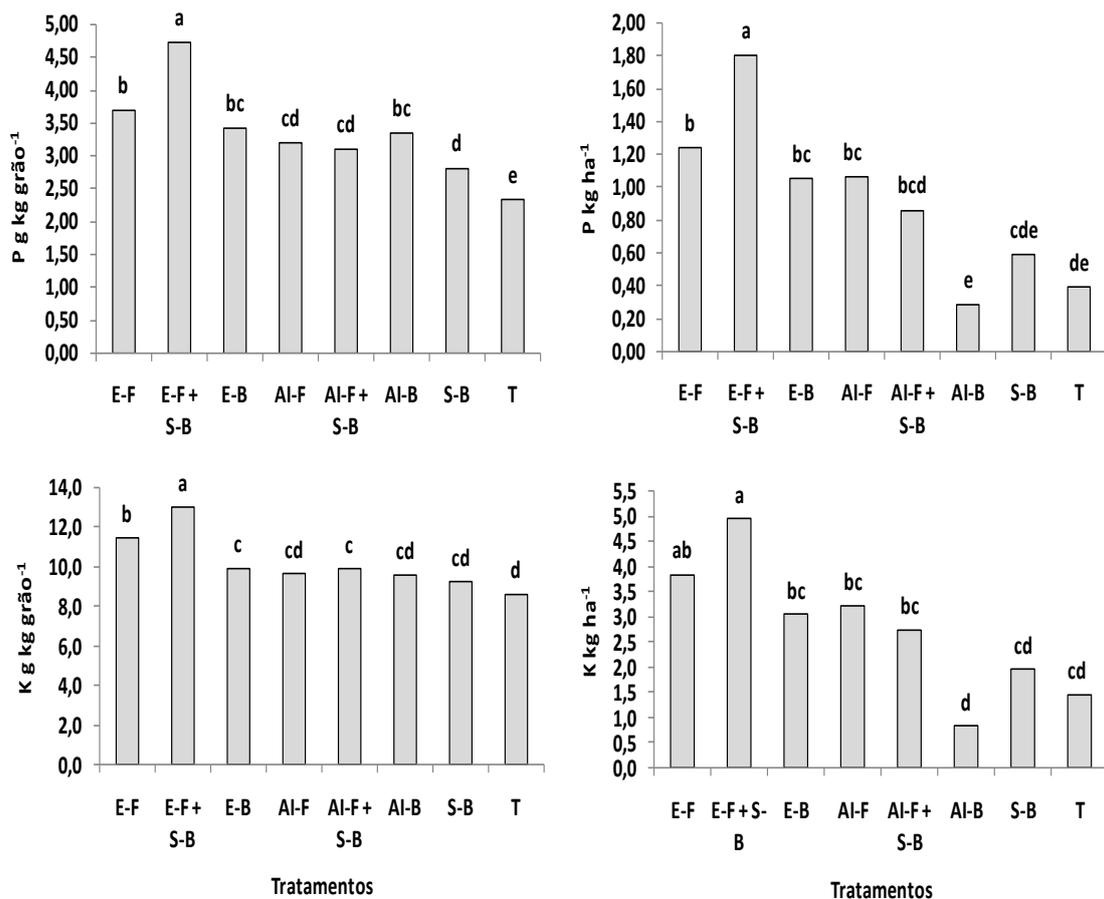


Figura 6. Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos grãos do feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2005. Tratamentos: **E-F**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta; **E-F + S-B**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **E-B**: esterco incorporado no plantio da batata; **AI-F**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta; **AI-F + S-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **AI-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio da batata; **S-B**: Supermagro aplicado na batata; **T**: testemunha.

Ainda assim, foram superiores aos encontrados com a incorporação do Adubo da Independência, em 2005. Não houve diferença significativa entre a adição do Adubo da Independência e a aplicação do Supermagro. Nos ramos do feijão faveta (Figura 7), as maiores concentrações de P e K também foram obtidas com a incorporação de esterco, com médias variando de 1,6 a 2,0 g kg⁻¹ de P e 13,2 a 16,1 g kg⁻¹ de K.

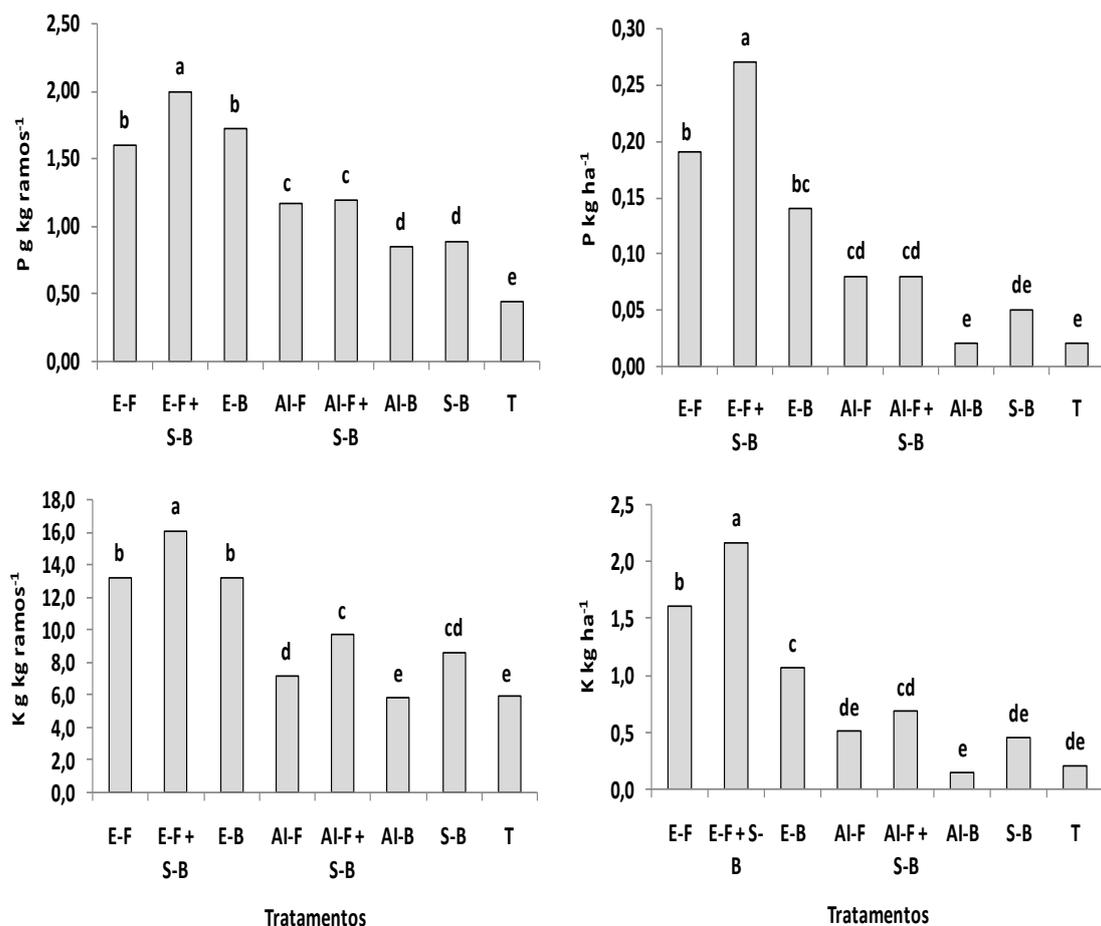


Figura 7. Concentração e conteúdo de fósforo e potássio nos ramos do feijão faveta, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2005. Tratamentos: **E-F**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta; **E-F + S-B**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **E-B**: esterco incorporado no plantio da batata; **AI-F**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta; **AI-F + S-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **AI-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio da batata; **S-B**: Supermagro aplicado na batata; **T**: testemunha.

Avaliando o efeito residual dos adubos sobre a concentração de P e K nas batatas (Figura 8), observa-se que a adição de esterco proporcionou os maiores teores, não apresentando diferença significativa entre as épocas de incorporação com relação ao P.

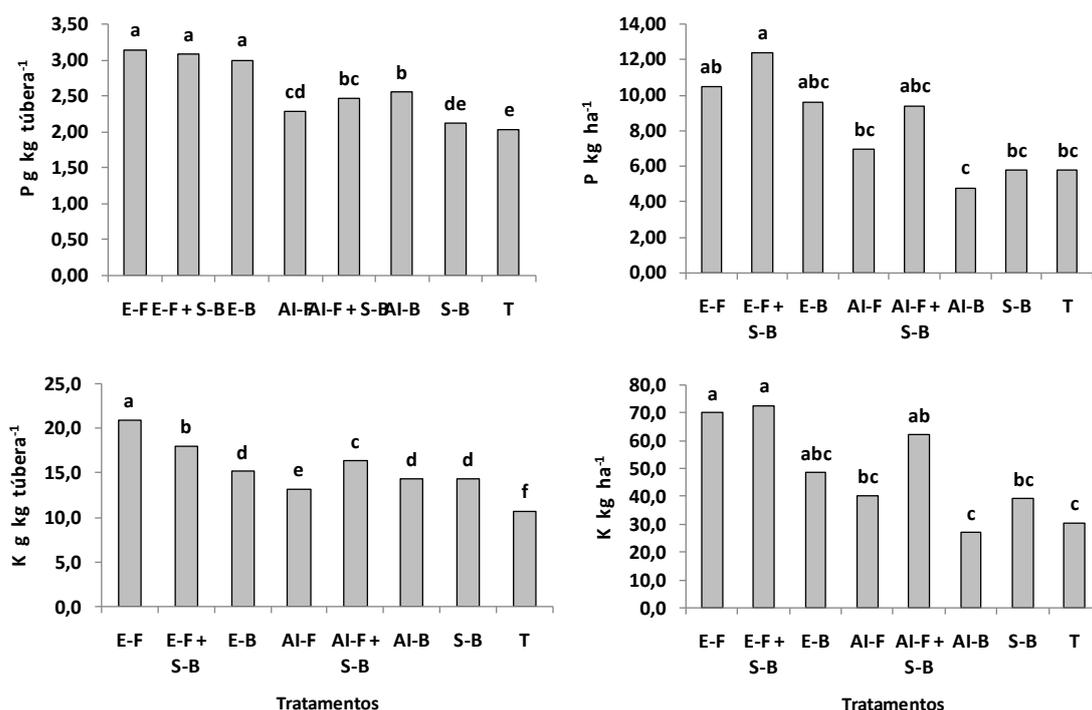


Figura 8. Concentração e conteúdo de fósforo e potássio na batata, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança-PB, em 2006. Tratamentos: **E-F**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta; **E-F + S-B**: esterco incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **E-B**: esterco incorporado no plantio da batata; **AI-F**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta; **AI-F + S-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio do feijão faveta mais Supermagro na batata; **AI-B**: Adubo da Independência incorporado no plantio da batata; **S-B**: Supermagro aplicado na batata; **T**: testemunha.

Nutrientes no solo

Os teores de P e K e o pH do solo dos leirões foram aumentados em função dos tratamentos (Quadro 7), em relação aos seus valores iniciais, mas diminuíram com o passar do tempo. De modo geral, a incorporação do esterco proporcionou os maiores valores das três variáveis. O maior teor de P obtido com este tratamento foi doze vezes maior do que o valor inicial (3,7 mg kg⁻¹).

Apesar de apresentar os maiores valores de P, não houve diferença significativa entre a adição de esterco e a incorporação do Adubo da independência no período de 2004 a 2005. Por outro lado, em 2006, o maior efeito residual desse elemento foi encontrado com aplicação de esterco. Silva et al. (2007) também encontraram altos teores de P extraível no solo dos leirões com a incorporação de 15 t ha⁻¹ de esterco.

Quadro 7. Concentração de fósforo e potássio e pH do solo, na profundidade de 0-20 cm, em função da incorporação de adubos orgânicos, no município de Esperança, PB.

Tratamentos (1)	P			K			pH		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Leirões									
E no feijão	34a	28abc	12abc	125a	142a	90a	6,7ab	7,1ab	6,8ab
E no feijão + SM na batata e no macassar	43a	34a	16a	114ab	104b	83ab	6,7b	6,9b	6,9a
E na batata	45a	19abcd	7cde	127a	79bc	73bc	7,1a	7,4a	6,5ab
AI no feijão	41a	30ab	4de	78c	69bc	54cd	6,6b	6,9b	6,7ab
AI no feijão + SM na batata e no macassar	31ab	29abc	13ab	78c	59c	57c	6,8ab	7,1ab	6,7ab
AI na batata	43a	13bcd	9bcd	67c	58c	51cd	6,8ab	7,1ab	6,3bc
SM na batata	16bc	13bcd	8bcde	84c	65c	52cd	5,5c	5,7d	6,3bc
Testemunha	8c	5d	3e	89bc	42c	31d	5,7c	6,3c	5,8c
Entre leirões									
E no feijão	2b	8 ^a	3c	63ab	73a	43ab	6,2ab	6,3a	6,4a
E no feijão + SM na batata	4a	6b	4bc	53abc	56b	36b	6,0ab	6,1ab	6,1ab
E na batata	2b	4cd	5ab	65a	52bc	47a	6,1ab	5,9b	6,0ab
AI no feijão	3ab	5c	7a	53abc	39de	31bc	6,4a	6,2ab	6,0ab
AI no feijão + SM na batata e no macassar	2b	4cd	4bc	48bc	49bcde	23cd	6,2ab	6,0ab	6,1ab
AI na batata	2b	3d	2c	40c	40de	20cd	6,2ab	6,0ab	5,8b
SM na batata e no macassar	3ab	5c	3c	49bc	45cde	26cd	6,0ab	6,0ab	5,8b
Testemunha	2b	3d	3c	40c	38e	18d	5,9b	5,9b	5,8b

*As doses foram: 15 t ha⁻¹ para o esterco, 5 t ha⁻¹, para o Adubo da Independência e 5 m³ ha⁻¹ para o Supermagro aplicado na batata e 2,5 m³ ha⁻¹ no macassar. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem pelo teste LSD (5 %)

Tanto a adição do Adubo da Independência quanto a aplicação do Supermagro não diferiram da testemunha durante todo o período analisado. No caso do Supermagro, isto pode ter ocorrido porque a aplicação foi via foliar, sendo os nutrientes retirados com as colheitas.

No solo entre leirões, os teores de P e K e o pH foram inferiores àqueles obtidos nos leirões e semelhantes aos valores iniciais. Isso já era esperado, uma vez que os adubos foram incorporados na encama dos leirões.

Foi realizado um balanço de nutrientes adicionados e retirados para verificar o efeito da incorporação dos adubos orgânicos sobre o estoque de P e K (Quadro 8). A quantidade adicionada de cada nutriente foi calculada com base na quantidade e no teor de P e K contidos nos adubos orgânicos. Das quantidades de P e K adicionadas ao solo foram subtraídas as quantidades exportadas através das colheitas (grãos, túberas e ramos), durante todo o período de estudo.

A incorporação de esterco apresentou balanços positivos, tanto para P quanto para K. Balanços positivos para P e K, obtidos com a adição de esterco, por vários anos, foram observados por Moineau et al. (2002) e por Silva et al. (2007), também no Agreste paraibano.

Quadro 8. Balanço de nutrientes em um Neossolo Regolítico, cultivado com feijão faveta, batata, macassar, após 3 anos de incorporação de adubos orgânicos.

Adubos orgânicos ⁽¹⁾	2004 ⁽²⁾		2005		2006		Total	
	P	K	P	K	P	K	P	K
kg ha ⁻¹								
E no feijão	22,29	262,44	43,57	430,55	-10,5	-70,01	55,36	622,98
E no feijão + SM na batata e no macassar	19,98	232,04	42,93	428,89	-12,39	-72,51	50,52	588,42
E na batata	17,21	153,81	-1,19	-4,12	-9,61	-48,51	6,41	101,18
AI no feijão	26,91	-10,25	37,86	55,28	-6,95	-40,06	57,82	4,97
AI no feijão + SM na batata e no macassar	25,93	-24,00	38,06	55,58	-9,4	-62,14	54,59	-30,56
AI na batata Supermagro	21,86	-57,14	-0,31	-0,98	-4,79	-26,93	16,76	-85,05
na batata e no macassar	-9,08	-68,63	-0,64	-2,41	-5,79	-39,16	-15,51	-110,20
Testemunha	-10,74	-72,21	-0,41	-1,67	-5,79	-30,64	-16,94	-104,52

⁽¹⁾ *As doses foram: 15 t ha⁻¹ para o esterco, 5 t ha⁻¹, para o Adubo da Independência e 5 m³ ha⁻¹ para o Supermagro na batata e 2,5 m³ ha⁻¹ no macassar. ⁽²⁾ Balanço de nutrientes = Nutrientes adicionados ^(A) – Nutrientes exportados ^(B). ^(A) Nutrientes contidos nos adubos orgânicos incorporados ao solo no período de 2004 a 2005. ^(B) Conteúdo de P e K no feijão faveta, batata e macassar, durante os três anos do experimento.

A adição do Adubo da Independência resultou nos maiores acúmulos de P, mas em balanços negativos de K. O fosfato natural utilizado na composição deste insumo ou a sua quantidade parece não ter contribuído tanto para fornecimento do P para as

culturas quanto para o acúmulo no solo. Quanto à época de aplicação, as maiores quantidades de P e K foram encontradas quando os adubos orgânicos foram incorporados no plantio do feijão. O fato das aplicações terem sido feitas duas vezes (em 2004 e 2005), neste tratamento, explica, pelo menos em parte, os maiores acúmulos no solo. Com a aplicação do Supermagro os balanços foram negativos para ambos os nutrientes, com valores análogos aos do tratamento sem adubo.

CONCLUSÕES

A incorporação de 15 t ha⁻¹ de esterco proporcionou maiores rendimentos na produção da batata, no ano de 2004 e 2006, e de feijão faveta, em 2005, que a de 5 t ha⁻¹ do Adubo da Independência ou de 5 m³ de Supermagro. A dose 5 t ha⁻¹ do Adubo da Independência não foi suficiente para suprir a demanda nutricional da batata e do feijão faveta, ainda que seja usualmente aplicada pelos agricultores locais. A melhor época de incorporação dos adubos orgânicos para a produção de batatas foi por ocasião de seu plantio. A dose e/ou a concentração do Supermagro não produziu incrementos na produtividade da batata e do feijão macassar. A aplicação de 15 t ha⁻¹ de esterco aumentou os teores de P, K extraíveis e o pH no solo dos leirões, ao longo dos três anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. N. De **Rendimento do pimentão (*Capsicum annuum*. L.) Adubado com esterco bovino e biofertilizante**. 2005. 82p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

ASSESSORIA E SERVIÇOS A PROJETOS DE TECNOLOGIA ALTERNATIVA-AS-PTA **Cultivos ecológicos: um roçado de alimentos para a vida**. Esperança, AS-PTA - Paraíba, 2003 (Cartilha). 36p.

BREGAGNOLI, M. **Qualidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações**. 2006. 141p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

BREMNER, J. M. & MULVANEY, C. S. Nitrogen - Total. In: PAGE, A.L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (eds). **Methods of soil analysis**. Chemical and microbiological

properties. Part. 2. Chemical and microbiological properties. 2 ed. Madison: Soil Science Society of America, 1982. p. 595-624. (Agronomy, 9).

BRUNO, R. L. A. ; VIANA, J. S.; SILVA, V. F. ; BRUNO, G. B. ; MOURA, M. F. Produção e qualidade de sementes e raízes de cenoura cultivada em solo com adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.25, p.170-174. 2007.

CASTRO, J. L. Adubação da batata baseada na análise do solo. **Tecnologia e produção de batatas-semente**: coletânea de artigos técnicos. Brasília: AGIPLAN, 1976. p.67-79.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. 2 ed. Tradução de H.R. Gheyi, A.A. de Souza, F.A.V. Damasco, J.F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 2000. 212p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

DUTRA, L. F.; TAVARES, S. W.; SARTORETTO, L. M. VAHL, L. C. Resposta do feijoeiro ao fósforo em dois níveis de umidade no solo. **Rev. Bras. Agrocência**, v. 1, n. 2, p. 91-96, maio-ago., 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2^a ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FORNARI, E. **Manual prático de agroecologia**. São Paulo: Aquariana, 2002. 240 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística, Brasília, DF, 2004. Disponível em: <<http://www.Sidra.ibge.gov.br/bda/agric./>>. Acesso em: 08 jan. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística, Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<http://www.Sidra.ibge.gov.br/bda/agric./>>. Acesso em: 08 jan. 2006.

MENEZES, R. S. C. **Ciclos biogeoquímicos e sustentabilidade em sistemas de agricultura familiar no semi-árido nordestino.** Projeto de pesquisa e plano de atividade docente. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). 17p. 2002.

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. M.; 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.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. agricultura sustentável no semi-árido nordestino. In: OLIVEIRA, T. S. ; ASSIS JÚNIOR; ROMERO, R. E. ; SILVA, J. R. C. , eds. Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: UFC, SBCS, 2000. p.20-46.

MOINEAU, S.; SABOURIN, E.; ANDRADE, L.; SILVEIRA, L. M.; NASCIMENTO, M.; ALVES, S.; SARMENTO, C. Balanço de fluxos de macroelementos minerais em parcelas cultivadas em propriedades familiares do Agreste da Paraíba. In: SILVEIRA, L. M.; 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. 289-297.

MURPHY, J.; RILLEY, J. P. A modified simple solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta, v. 27, p. 31-36, 1962.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. De F. da ; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. de F. da Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. R. Bras. Eng. Agrí. Ambiental, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 457-462, 2003.

OTUTUMI, A. T. ; OLIVEIRA, T. S. de; MENDONÇA, E. de S. ; LIMA, P. J. B. F. Qualidade do solo em sistemas de cultivo agroecológicos no município de Tauá – CE. In: MENDONÇA, E. de S.; XAVIER, F. A. da S.; LIBARDI, P. L.; ASSIS JÚNIOR, R. N. de; OLIVEIRA, T. S. de **Solo e água:** aspecto de uso e manejo: comenfase no semi-árido nordestino. Fortaleza: UFC, SBCS, 2004. p.1-30.

PICANÇO, M. ; FALEIRO, F. G. ; PALLINI FILHO, A. ; MATIOLI, A. L. Perdas na produtividade do tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 15, n. 2, p. 88-91, nov. 1997.

RODRIGUES, A. C. Biofertilizante supermagro: efeitos no crescimento, produção, qualidade de frutos de maracujázeiro-amarelo (*Passiflora edulis f.flavicarpa* Deg) e na fertilidade do solo. 2007. 95p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SABOURIN, E.; SILVEIRA, L. M.;TONNEAU, J.T.; SIBERSKY,T. Fertilidade e agricultura familiar no agreste paraibano: um estudo sobre o manejo da biomassa. Esperança: CIRAD-TERA/AS-PTA, 2000. 59p.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DOS SOLOS E NUTRIÇÃO DAS PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA/SBCS, 1995. p. 51-71.

SANTOS, J. F. dos; LEMOS, J. N. R.; NOBREGA, J. Q. Da; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, L. M. P.; OLIVEIRA, M. E. C. de Produtividade de feijão caupi utilizando biofertilizante e uréia. *Tecnol. & Ciênc. Agropec.*, João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 25-29, set. 2007.

SANTOS, J. F. dos; OLIVEIRA, A. P. De; ALVES, A. U. ; BRITO, C. H. de; DORNELAS, C. S. M.; NÓBREGA, J. P. R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, jan-mar. 2006

SANTOS, A. F. **Decomposição de diferentes materiais a distintas profundidades do solo preparado com e sem leirões.** 2006. 37p. Monografia. – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SCHUCH, L. O. B. Efeito do estresse de umidade em diferentes períodos fenológicos do feijoeiro. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO FEIJÃO E OUTRAS LEGUMINOSAS DE GRÃOS ALIMENTÍCIOS, 22. 1988, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IPAGRO, 1989. p. 66-74.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J.R.; BELTRÃO, N. E. de M. Produtividade e crescimento da mamoneira em reposta à adubação orgânica e mineral, Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n.5, p. 879-882, 2006.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I. Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **R. Bras. de Ciên. do Solo**, v. 31, p. 39-49, 2007.

SILVA, J.; SILVA, P. S. L. ; OLIVEIRA, M.; SILVA, K. M. B. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 326-331, 2004.

SNYDER, J.D & TROFYMOW, J.A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining carbon in plant and soil samples. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 15, p. 587-597, 1984.

SOUZA, J. L. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura da pimentão em sistema orgânico: Espírito Santo: **Revista Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 18, p. 828 –829, 2000.

STATSOFT, Inc. **Statistica for windows**; release 5.0; Statsoft, Inc. Tulsa, OK. 1995

STEWART, B. A.; ROBINSON, C. A. Are agroecosystems sustainable in semiarid regions? **Advances in Agronomy**, v. 60, p. 191-229, 1997.

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. **Agron. J.**, 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.

CAPÍTULO 2
EFEITOS DO ADUBO DA INDEPENDÊNCIA COMPLETO E DE
FORMULAÇÕES COM MENOS INGREDIENTES NA PRODUÇÃO
DE BIOMASSA E ACÚMULO DE NUTRIENTES DO SORGO

EFEITOS DO ADUBO DA INDEPENDÊNCIA COMPLETO E DE FORMULAÇÕES COM MENOS INGREDIENTES NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ACÚMULO DE NUTRIENTES DO SORGO

RESUMO

O Agreste Paraibano tem uma grande proporção de solos arenosos e de baixa fertilidade. A fertilização é baseada, principalmente, na aplicação de esterco. No entanto, a produção local deste insumo é baixa e o suprimento de fora é irregular e caro. Visando reduzir os custos de produção, a AS-PTA introduziu o Adubo da Independência que é um composto constituído por 14 ingredientes, alguns caros e outros de difícil aquisição. Não há evidências de que todos eles sejam necessários. Visando formulações mais baratas e mais eficientes, foram testadas, em casa de vegetação, 31 diferentes combinações de ingredientes: 1) Adubo da Independência Completo (AIC); 2) AIC menos batata doce, melão e fermento de pão; 3) tratamento 2 menos uma porção de terra; 4) tratamento 3 menos pó de carvão; 5) tratamento 4 menos pó de telha; 6) tratamento 5 menos farinha de ossos; 7) vermicomposto + esterco + calcário + MB-4 + fosfato + potássio (VE); 8) VE menos calcário; 9) tratamento 8 menos potássio; 10) tratamento 9 menos fosfato; 11) esterco + MB-4 + fosfato + potássio; 12) esterco + MB-4; 13) esterco + fosfato; 14) esterco + potássio; 15) esterco; 16) vermicomposto + MB-4 + fosfato + potássio; 17) vermicomposto + MB-4; 18) vermicomposto + fosfato; 19) vermicomposto + potássio; 20) vermicomposto; 21) MB-4 + fosfato + potássio; 22) MB-4; 23) fosfato; 24) potássio; 25) esterco + calcário; 26) vermicomposto + calcário; 27) calcário + MB-4 + fosfato + potássio; 28) calcário; 29) calcário + fosfato; 30) calcário + potássio; e 31) testemunha (solo sem adições). A retirada de batata doce, melão, terra de barranco, carvão vegetal, pó de telha, farinha de ossos e fermento da composição original do Adubo da Independência não prejudicou o desenvolvimento do sorgo. As formulações com materiais orgânicos resultaram em maiores biomassas e em teores e conteúdos de P e de K no sorgo superiores ou semelhantes aos das formulações apenas com ingredientes minerais.

Palavras-chave: esterco, vermicomposto, calcário, fósforo, potássio.

EFFECTS OF THE COMPLETE INDEPENDÊNCIA FERTILIZER AND FORMULATIONS WITH FEWER INGREDIENTS ON SORGHUM BIOMASS AND NUTRIENT ACCUMULATION

ABSTRACT

Most of the soils in the Agreste region of Paraíba state are sandy and of low fertility. Fertilization is based mainly on manure applications. However, local manure production is low and supply from outside is irregular and expensive. To reduce production costs AS-PTA introduced the Independência fertilizer, a compost with 14 ingredients, some expensive and difficult to purchase. There is no evidence that all of them are necessary. To obtain cheaper and efficient formulations, a greenhouse experiment was conducted, testing 31 different ingredient combinations: 1) Complete Independência Fertilizer (CIF); 2) CIF less sweet potatoes, honey and baking yeast; 3) treatment 2 less a soil portion; 4) treatment 3 less charcoal powder; 5) treatment 4 less tile powder; 6) treatment 5 less bone meal; 7) earthworm compost + manure + lime + MB-4 + potassium + phosphate (EM), 8) EM less MB-4, 9) treatment 8 less potassium; 10) treatment 9 less phosphate; 11) manure + MB-4 + potassium + phosphate, 12) manure + MB-4, 13) manure + phosphate; 14) manure + potassium; 15) manure ; 16) earthworm compost + MB-4 + potassium + phosphate, 17) earthworm compost + MB-4; 18) earthworm compost + potassium, 19) + earthworm compost + phosphate; 20) earthworm compost; 21) MB-4 + potassium + phosphate, 22) MB-4 ; 23) phosphate, 24) potassium; 25) manure + lime; 26) + earthworm compost + lime; 27) lime + MB-4 + potassium + phosphate, 28) lime; 29) lime + phosphate, 30) lime + potassium; and 31) control (soil without additions). Excluding sweet potatoes, honey, soil portion, charcoal powder, tile powder, bone meal and bakery yeast from the original Independência composition did not decrease the sorghum production. Formulations with organic components resulted in higher plant biomasses and in P and K contents higher or similar to formulations with only mineral components.

Key words: manure, earthworm compost, lime, phosphorous, potassium.

INTRODUÇÃO

A adição de adubos químicos, na agricultura de sequeiro do semi-árido nordestino, é bastante reduzida, devido à combinação do elevado risco de perda das colheitas, pela irregularidade das chuvas, com o alto custo dos adubos e o baixo poder aquisitivo dos agricultores (Menezes & Sampaio, 2000). O cultivo continuado por vários anos, sem adubação, leva à depleção de nutrientes do solo e redução das produtividades, notadamente em áreas de solos relativamente pobres. O Agreste Paraibano é uma região com grande proporção de solos arenosos e de baixa fertilidade (Sampaio & Salcedo, 1997; Menezes et al., 2002). Por outro lado, tem uma distribuição de chuvas um pouco mais regular que a maior parte do semi-árido, de forma que os agricultores plantam intensivamente suas pequenas propriedades. Culturas comerciais, como a batatinha e a erva-doce, são bastante usadas, freqüentemente adubadas com esterco bovino, caprino ou ovino.

Adubação com esterco é uma prática milenar e reconhecidamente benéfica (Kiehl, 1985; Holanda, 1990; Malavolta et al., 2002). No entanto, sua disponibilidade no semi-árido nordestino é limitada (Garrido et al., 2008). No Agreste Paraibano, com predominância de pequenas propriedades agrícolas, a produção de esterco é baixa. Assim, os agricultores dependem de suprimento de fora, irregular e, às vezes, muito caro. Além disso, a adubação com esterco não é perfeitamente equilibrada, sendo relativamente pobre em N (Kiehl, 1985; Holanda, 1990; Malavolta, 1989; Malavolta et al., 2002). Sua aplicação pode levar à imobilização temporária de N, um problema que pode ser agravado pela falta de chuvas. Por isto, os agricultores têm procurado alternativas ao seu uso ou, mais comumente, formas de complementar seu uso para maximizar a eficiência de um recurso escasso (AS-PTA, 2003; Silva et al., 2007a; Silva & Menezes, 2007).

Uma destas alternativas é o Adubo da Independência, introduzido pela ONG Assessoria e Serviços a Projetos de Tecnologia Alternativa (AS-PTA), muito ativa no Agreste Paraibano. Ele foi rapidamente adotado por um grande número de agricultores, que se dizem satisfeitos com seu uso. No entanto, sua eficiência ainda não foi testada cientificamente, ele é constituído por 14 ingredientes, alguns caros e outros de difícil aquisição, e não há evidências de que todos eles sejam necessários. Por isto, o teste de diferentes combinações de ingredientes é essencial para a recomendação de formulações mais baratas e mais eficientes, na região. Este trabalho é um primeiro passo nesta direção,

avaliando, em casa de vegetação, os efeitos das adições do Adubo da Independência, com sua composição completa, e de composições mais simples, em quatro cultivos consecutivos, usando o sorgo forrageiro como planta teste.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Energia Nuclear, da Universidade Federal de Pernambuco, de novembro de 2005 a maio de 2006. Ele constou de 31 tratamentos, com quatro repetições, sendo um deles o Adubo da Independência, com sua composição completa (AIC) e, os outros, composições sem alguns dos ingredientes, até o limite da incorporação de um único ingrediente. Os 14 ingredientes do AIC foram: 1) 300 kg de terra argilosa de barranco; 2) 200 kg de vermicomposto; 3) 200 kg de farelo de trigo, 4) 100 kg de esterco bovino; 5) 100 kg de calcário; 6) 100 kg de MB-4; 7) 80 kg de pó de carvão; 8) 50 kg de farinha de ossos; 9) 10 kg de pó de telha; 10) 10 kg de fosfato natural; 11) 10 kg de potássio natural; 12) 10 kg de batata doce; 13) 3 L de melação; e 14) 200 g de fermento de pão. O MB-4 é uma farinha de rochas composta de: Sílica em (SiO_2) - 39,73 %, Alumínio em Al_2O_3 - 7,10 %, Ferro em Fe_2O_3 - 6,86 %, Cálcio em CaO - 5,90 %, Magnésio em MgO - 17,82 %, Sódio em Na_2O - 1,48 %, Potássio em K_2O - 0,84 %, Fósforo em P_2O_5 - 0,075 %, Manganês em Mn - 0,074 %, Cobre em Cu - 0,029 %, Cobalto em Co - 0,029 %, Zinco em Zn - 0,03 % e Enxofre em S - 0,18 %. A granulometria do MB-4 é: 2 % entre peneiras número 10 e 20; 10 % entre peneiras número 20 e 50 e 88 % menor que peneira número 50 (Barreto, 1998). O fosfato natural utilizado foi o Fosbahia com aproximadamente 25 % de P_2O_5 . A rocha potássica foi uma biotita xisto proveniente da Paraíba apresentando 10 % de K_2O . O calcário apresentou: 42,3 % de CaO , 7,4 % de MgO , $\text{PN} = 93,79$ % e $\text{PRNT} = 93,53$ %.

Os 31 tratamentos foram: 1) AIC; 2) AIC menos batata doce, melação e fermento de pão; 3) AIC menos batata doce, melação, fermento de pão e terra de barranco; 4) AIC menos batata doce, melação, fermento de pão, terra de barranco e pó de carvão; 5) AIC menos batata doce, melação, fermento de pão, terra de barranco, pó de carvão e pó de telha; 6) AIC menos batata doce, melação, fermento de pão, terra de barranco, pó de carvão, pó de telha e farinha de ossos; 7) vermicomposto + esterco + calcário + MB-4 + fosfato + potássio; 8)

vermicomposto + esterco + MB-4 + fosfato + potássio; 9) vermicomposto + esterco + MB-4 + fosfato; 10) vermicomposto + esterco + MB4; 11) esterco + MB-4 + fosfato + potássio; 12) esterco + MB-4; 13) esterco + fosfato; 14) esterco + potássio; 15) esterco; 16) vermicomposto + MB-4 + fosfato + potássio; 17) vermicomposto + MB4; 18) vermicomposto + fosfato; 19) vermicomposto + potássio; 20) vermicomposto; 21) MB-4 + fosfato + potássio; 22) MB-4; 23) fosfato; 24) potássio; 25) esterco + calcário; 26) vermicomposto + calcário; 27) calcário + MB-4 + fosfato + potássio; 28) calcário; 29) calcário + fosfato; 30) calcário + potássio; e 31) testemunha (solo sem adições).

Os potes foram preenchidos, cada um, com 0,7 kg de solo, coletado na camada arável (0 a 20 cm) de uma área do Centro Agroecológico São Miguel, no município de Esperança, Paraíba. A quantidade coletada foi seca ao ar, destorroada, passada em peneira de 5 mm e misturada. O solo foi classificado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), como Neossolo Regolítico, apresentando as seguintes características químicas e físicas: N total = 532 mg kg⁻¹ (Bremner & Mulvaney, 1982); P e K (extraídos com Mehlich 1) e o P determinado por colorimetria (Murphy & Riley, 1962) e o K por fotometria de chama = 3,74 mg kg⁻¹ e 63,7 mg kg⁻¹, respectivamente; pH (água 1: 2,5) = 6,5; densidade global = 1,39 g cm⁻³; densidade de partículas = 2,58 g cm⁻³; e classificação textural = franco arenosa (EMBRAPA, 1997).

As adições de cada tratamento foram feitas misturando-se a toda a massa de solo do pote, iniciando-se com uma porção menor e acrescentando-se aos poucos. A dose do Adubo da Independência (AIC), incorporada uma única vez, no início do experimento foi de 1,25 g pote⁻¹, equivalente a cerca de 5 t ha⁻¹. Os outros tratamentos tiveram doses equivalentes às suas quantidades no AIC.

Em cada pote foram semeadas 10 sementes do sorgo forrageiro IPA- 467-4-2, fazendo-se o desbaste para 6 plantas por pote, 15 dias após o plantio. As plantas foram cultivadas por 47 dias, com adição diária de água destilada para manter a umidade próxima à capacidade de campo (pote). A cada colheita eram retiradas apenas as partes aéreas, que foram secas em estufa a 60 °C, até alcançar peso constante, moídas em moinho Wiley e digeridas com mistura de ácido sulfúrico e água oxigenada (Bremner & Mulvaney, 1982). Os teores de P e K nos extratos foram analisados por colorimetria e por fotometria de chama, respectivamente (EMBRAPA, 1997). As plantas foram retiradas dos potes e o

cultivo do sorgo foi repetido por mais três vezes consecutivas, seguindo-se os mesmos procedimentos, exceto a adição dos compostos correspondentes aos tratamentos, que só foram feitos no plantio inicial. Ao final do experimento foram coletadas amostras de solo para a determinação do pH, P e K extraíveis (EMBRAPA 1997).

Os teores de N, P e K do AIC, do esterco e do vermicomposto foram determinados após digestão com ácido sulfúrico e água oxigenada (Bremner & Mulvaney, 1982) e o C foi determinado segundo Snyder & Trofymow (1984). O N total foi analisado pelo método semi-micro Kjeldahl, o fósforo pela metodologia de Murphy & Riley (1962) e o potássio por fotometria de chama (EMBRAPA, 1997). O AIC apresentou as seguintes características: N = 3,33 g kg⁻¹; P = 7,8 g kg⁻¹; K = 11,75 g kg⁻¹; e C = 103,8 g kg⁻¹. As do esterco foram: N = 10,33 g kg⁻¹; P = 3,0 g kg⁻¹; K = 49,07 g kg⁻¹; e C = 148,5 g kg⁻¹. As do vermicomposto foram: N = g kg⁻¹; P = 4,77g kg⁻¹; K = 3,97 g kg⁻¹.

O experimento foi analisado como um delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com 31 tratamentos e 4 repetições. Devido a grande quantidade e complexidade de tratamentos, os dados foram agrupados, submetidos à análise de variância e os contrastes pelo teste F, ao nível de 5 e 1 % de probabilidade, usando o programa Statistica (Statsoft, 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de massa seca nos quatro cultivos

Os acréscimos na produção de massa seca das plantas, mesmo nos tratamentos que deram o melhor resultado, foram relativamente pequenos, em todos os quatro cultivos sucessivos (Figura 1). Enquanto na testemunha a produção acumulada dos quatro cultivos foi de 1,77 g vaso⁻¹, no tratamento com a melhor produção foi de 2,44 g vaso⁻¹ (tratamento número 2 sem batata doce, fermento e melaço de cana de açúcar), um acréscimo de apenas 38 %. Esta ausência de efeito não foi um resultado da alta fertilidade do solo usado como testemunha. As análises deste solo indicam que ele era pobre (N total = 532 mg kg⁻¹; P extraível = 3,74 mg kg⁻¹ e K 63,7 mg kg⁻¹) e o decréscimo na produção, do primeiro ao último cultivo, mostra que a capacidade de fornecer nutrientes foi diminuindo com as sucessivas retiradas. Em experimento em vasos realizado por Silva & Menezes (2008), as produções de massa seca de sorgo, obtidas com a incorporação de esterco, em dois cultivos

sucessivos (4,54 e 1,22 g de massa seca vaso⁻¹) foram mais do dobro das obtidas no presente estudo. Portanto, a contribuição das adições dos tratamentos é que foram pequenas, ou pela baixa quantidade dos nutrientes que eles aportaram ou pela sua baixa disponibilidade ou, ainda, pelo desequilíbrio no fornecimento.

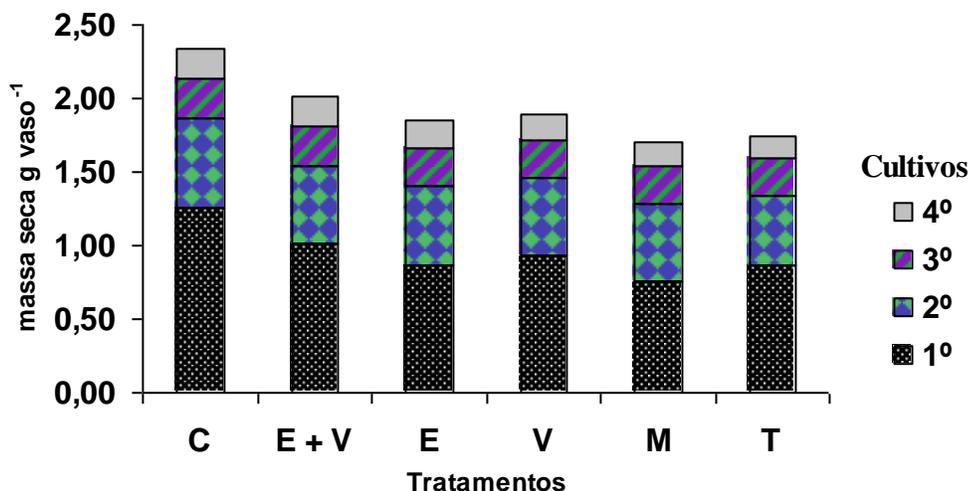


Figura 1. Produção de matéria seca, em quatro cultivos sucessivos, da parte aérea do sorgo forrageiro IPA 467-4-2 cultivado em vasos com 700 g de solo. Tratamentos: **C**: os mais completos (do 1º ao 6º); **E + V**: esterco mais vermicomposto e outros componentes minerais (do 7º ao 10º); **E**: esterco e outros componentes minerais (do 11º ao 15º e 25º); **V**: vermicomposto e outros componentes minerais (do 16º ao 20º e 26º); **M**: adubação mineral e calcário (do 21º ao 24º e do 27º ao 30º); e **T**: testemunha (31º).

Apesar da pequena contribuição dos tratamentos, eles diferiram significativamente. O grupo de tratamentos de melhor produção (tratamentos 1 a 6) incluiu o Adubo da Independência completo e as formulações sem batata doce, melaço, terra de barranco, carvão vegetal, pó de telha, farinha de ossos e fermento. A ausência de diferenças dentro deste grupo indica que estes compostos não fazem grande diferença no crescimento das plantas. Alguns deles correspondem a quantidades muito pequenas (batata doce, 10 kg, melaço, 3 L e fermento 0,2 kg), aportando poucos nutrientes à formulação total (com cerca de 1175 kg de massa), e outros liberam poucos nutrientes (carvão, telha e farinha de ossos),

com predomínio de poucos nutrientes: carvão (Ca, Mg) e farinha de ossos (P e Ca). Os microrganismos do fermento ou não se desenvolveram no solo ou não foram eficientes em promover a liberação de nutrientes adicionais aos já liberados pela microbiota nativa.

Não há recomendações de doses de farinha de ossos, carvão e pó de telha para a cultura do sorgo. Com relação à farinha de ossos sabe-se que, em horticultura e em floricultura, aplicam-se aproximadamente 180 g m^{-2} de solo, antes da semeadura (Malavolta et al., 2002) e, no caso das frutíferas, as doses propostas variam de 150 a 200 g m^{-2} de solo ou nas covas das fruteiras (Fornari, 2002). A menor destas doses indicadas equivale a $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ e a dose aplicada com o adubo da independência foi de apenas 213 kg ha^{-1} , possivelmente insuficiente para suprir as necessidades nutricionais do sorgo.

Fornari (2002) afirmou que, apesar de ser muito utilizada como ativador em compostos, a farinha de ossos pode ser substituída pelo fosfato natural ou termofosfato. Como o fosfato natural já faz parte da formulação do adubo da independência, é possível que a farinha de ossos pudesse ser retirada, sem afetar significativamente seu desempenho.

A utilização do pó de carvão parece proporcionar apenas maior aeração no processo de compostagem (Restrepo, 1998), uma vez que sua composição química não é muito rica em nutrientes (EMBRAPA, 2006; Silva et al., 2007b; Assis, 2008). No caso do pó de telha, vários autores indicam que mais de 50 % da sua composição é de óxidos de silício, tendo, portanto, um valor nutricional muito baixo (Vieira et al., 2003; Dias, 2004).

A superioridade dos tratamentos 1 a 6 indica que em sua composição trazem compostos cuja ausência implica em redução da produção das plantas. A análise conjunta dos resultados mostra que estes compostos foram as três fontes de matéria orgânica de maior peso: vermicomposto, esterco e farelo de trigo. A retirada de qualquer um deles da formulação implicou na redução significativa da produção de matéria seca das plantas. Como são compostos complexos, não é possível atribuir seus efeitos ao aporte de um ou até mesmo mais nutrientes. O efeito poderia até vir da melhoria nas condições físicas do solo, um fato comprovado com adições de resíduos orgânicos, como o esterco, composto e vermicomposto (Peavy & Greig, 1972; Silva et al., 2004; Santos et al., 2006; Severino et al. 2006). No entanto, a condição em vasos, com suprimento adequado de água, aponta mais para um efeito químico. Este pode ser atribuído ao aporte de N e, talvez, S. Guedes et al. (2008) afirmaram que o N e o S exercem um papel fundamental no aumento da produção

do sorgo. Eles verificaram aumentos na produção com a aplicação de nitrogênio associada à adubação sulfatada, com as doses de 80 kg ha⁻¹ de S mais 100 kg ha⁻¹ de N.

A posição de outros grupos com produções significativamente maiores que a da testemunha reforça esta conclusão do efeito dos compostos orgânicos. Os tratamentos com adição de esterco e outros componentes (tratamentos 11, 12, 13, 14, 15 e 25) e de vermicomposto e outros componentes (tratamentos 16, 17, 18, 19, 20 e 26) tiveram maior produção que a dos tratamentos semelhantes, mas sem adição dos dois compostos orgânicos (tratamentos 27, 28, 29, 30 e 31). Ademais, o grupo com esterco não diferiu do grupo com vermicomposto. Também não diferiram estes dois grupos do grupo que recebeu tanto esterco quanto vermicomposto e os outros mesmos componentes (tratamentos 7, 8, 9 e 10). Portanto, a adição de um único dos três compostos orgânicos de maior peso e mesmo a adição de dois deles (esterco e vermicomposto) resultou em aumentos de produção, ainda que inferiores aos obtidos quando os três foram aplicados juntos.

Nenhum dos tratamentos que não recebeu qualquer uma das três fontes orgânicas, isoladamente ou analisados em bloco, diferiu da testemunha. Portanto, a adição isolada ou conjunta de fosfato natural, rocha potássica, calcário e MB-4 não trouxe ganhos à produção das plantas. Esta ausência de efeito pode ter ocorrido pela disponibilidade relativamente alta destes nutrientes minerais no primeiro cultivo, o que produziu mais matéria seca e influenciou mais a produção integrada dos quatro cultivos. Para esta disponibilidade podem ter contribuído as próprias fontes orgânicas, todas com teores razoáveis de um ou mais dos nutrientes minerais. O esterco é sabidamente rico em P e K (Kiehl, 1985; Mavalota et al., 2002) e o vermicomposto em Ca (Kiehl, 1985; Mavalota et al., 2002). Depois do primeiro cultivo, a deficiência em N e/ou S pode ter mascarado a contribuição dos nutrientes destas fontes minerais e também qualquer contribuição das fontes orgânicas.

Produções de massa seca nos cultivos isolados

Primeiro Cultivo

O Adubo da Independência original e as suas formulações mais completas (Adubo da Independência II, III, IV, V e VI) apresentaram, de maneira geral, produção de massa seca maiores que os demais tratamentos (Figura 1). Tais tratamentos apresentaram

produção de massa seca variando de 1,2 a 1,32 g vaso⁻¹. No entanto, tais valores estão muito abaixo do encontrado (4,54 g vaso⁻¹) por Silva & Menezes (2008) em vasos adubados com o equivalente a 15 t ha⁻¹ esterco.

A aplicação de vermicomposto com ou sem esterco (tratamentos 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18 e 20), apresentou produções médias de massa seca superiores aquelas encontradas nos tratamentos contendo apenas o esterco como fonte orgânica (do tratamento 11 ao 15).

Não houve efeito da adubação mineral (tratamentos 21 ao 24) na produção de massa seca do sorgo. Estes tratamentos apresentaram médias inferiores à produção da testemunha (tratamento 31). Ribeiro et al. (2000) avaliaram o efeito de adubos orgânicos com ou sem adubação química na produção de pimentão e concluíram que a adição de fertilizantes químicos poderia ser dispensada. Da mesma forma que a adubação mineral, a utilização de calcário combinado com fontes orgânicas ou minerais, de maneira geral, resultou em médias de massa seca menores do que a da testemunha. A única exceção foi o tratamento 26 que consistia na combinação do calcário com vermicomposto (média de 0,96 g vaso⁻¹).

Segundo Cultivo

No segundo cultivo, de maneira geral, houve queda na produção em todos os tratamentos (cerca de metade da biomassa do primeiro cultivo). Contudo, os seis primeiros tratamentos continuaram a apresentar os melhores resultados (médias variando de 0,53 a 0,66). Silva & Menezes (2008), em um segundo cultivo em vasos, obtiveram valores de biomassa seca de sorgo variando de 0,43 a 1,22 g vaso⁻¹. Os tratamentos contendo apenas o vermicomposto como fonte orgânica (tratamentos 16, 17, 18, 19, 20 e 26) apresentaram médias variando de 0,49 a 0,57 g vaso. Por outro lado, a adição de esterco com ou sem vermicomposto (tratamentos 7 a 15 e 25), respectivamente, tiveram um melhor desempenho. Aparentemente, a incorporação do vermicomposto produziu melhores rendimentos no curto prazo, já no primeiro cultivo, enquanto o esterco apresentou um melhor efeito residual. Tais resultados sugerem que a combinação das duas fontes orgânicas contribui para um melhor fornecimento de nutrientes.

Terceiro Cultivo

No terceiro cultivo houve queda ainda maior na produção, que foi apenas de cerca da metade da obtida no 2º cultivo e, aproximadamente um quarto da do 1º cultivo. De maneira geral, houve pouca diferença entre os tratamentos, prevalecendo aqueles mais completos (do tratamento 1 ao 6).

Não houve diferença estatística com relação à utilização do esterco isolado ou combinado com o vermicomposto. Os tratamentos contendo vermicomposto como fonte orgânica apresentaram médias inferiores às encontradas quando o esterco foi utilizado, mas superiores às do tratamento controle (nº 31).

Quarto Cultivo

Persistiu a queda na produção, mas em menor proporção do que vinha ocorrendo, com valor médio de 70 % da biomassa do 3º cultivo. Os seis primeiros tratamentos ainda apresentaram um desempenho melhor, principalmente, os tratamentos 1 e 2. Contudo, não houve diferença entre esses tratamentos e aqueles com a mistura de esterco, vermicomposto e adubos minerais (tratamentos 7 a 10).

Nutrientes no sorgo nos quatro cultivos

O Adubo da Independência original e suas formulações mais completas proporcionaram os maiores teores e conteúdos de P no sorgo forrageiro durante os quatro cultivos sucessivos (Figuras 2 e 3). Tais tratamentos apresentaram teores médios variando de 0,77 a 2,82 mg de P g de planta⁻¹, no primeiro e quarto cultivo, respectivamente. Provavelmente, a adição das fontes orgânicas de maior peso (esterco, vermicomposto e farelo de trigo) associadas à farinha de ossos e ao fosfato natural contribuíram para um fornecimento mais equilibrado desse nutriente para o sorgo.

Os teores de P, em todos os tratamentos, foram inferiores aos valores foliares considerados ideais para sorgo por Malavolta et al. (1997) que são de 4 a 8 mg de P g⁻¹. Isso indica que a dose utilizada no experimento (5t ha⁻¹) não foi suficiente para suprir a necessidade de P do sorgo e, como os outros tratamentos foram proporcionais a formulação original, conseqüentemente apresentaram resultados semelhantes ou inferiores.

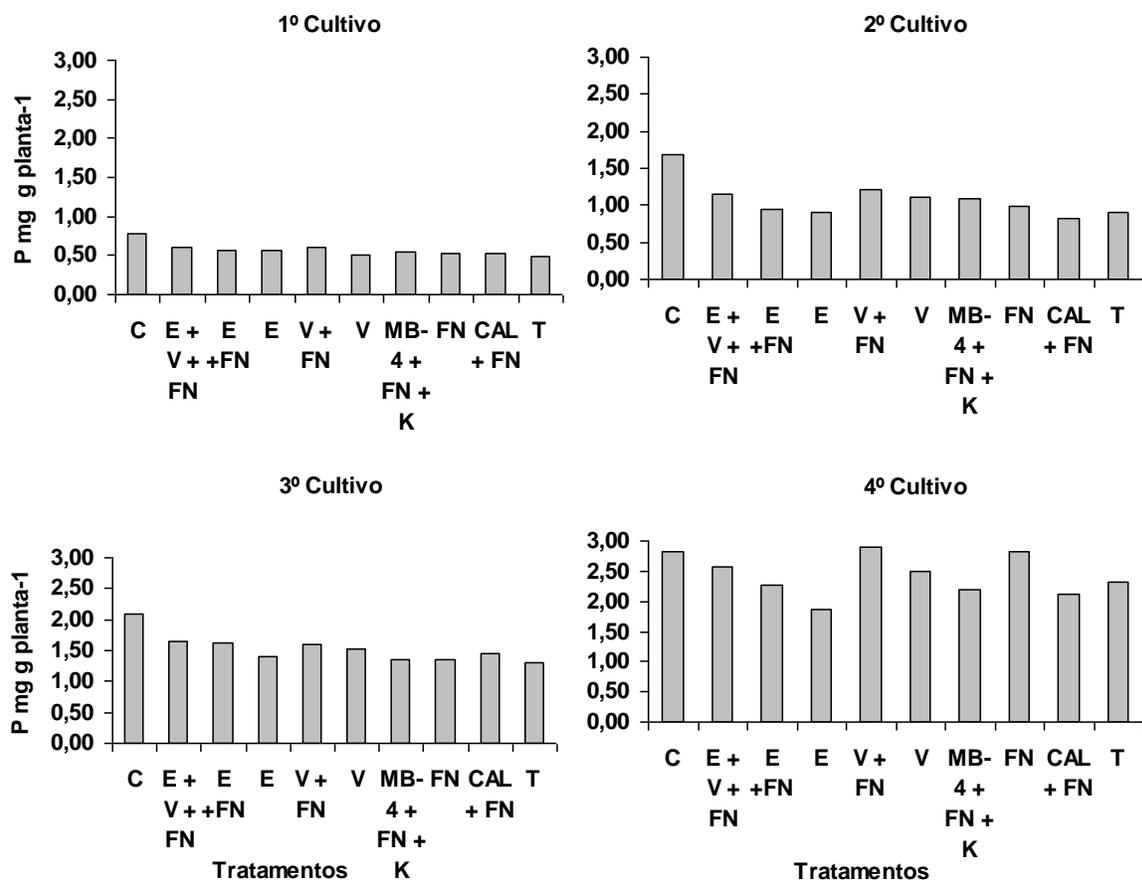


Figura 2. Concentrações de P (mg g de planta⁻¹) na parte aérea do sorgo, quatro cultivos sucessivos, em vasos contendo 700 g de um Neossolo Regolítico. Tratamentos: C: os mais completos (do 1º ao 6º); E + V+ FN: esterco mais vermicomposto e fósforo natural e outros componentes minerais (do 7º ao 9º); E + FN: esterco, fósforo natural e outros componentes minerais (11º e 13); E: só esterco (15); V + FN: vermicomposto, fósforo natural e outros componentes minerais (16 e 18); V : só vermicomposto (20); MB-4 + FN + K: MB-4, fósforo natural e potássio (21); FN: fósforo natural (23); CAL + FN: calcário mais fósforo natural (27 e 29); e T: testemunha (31º).

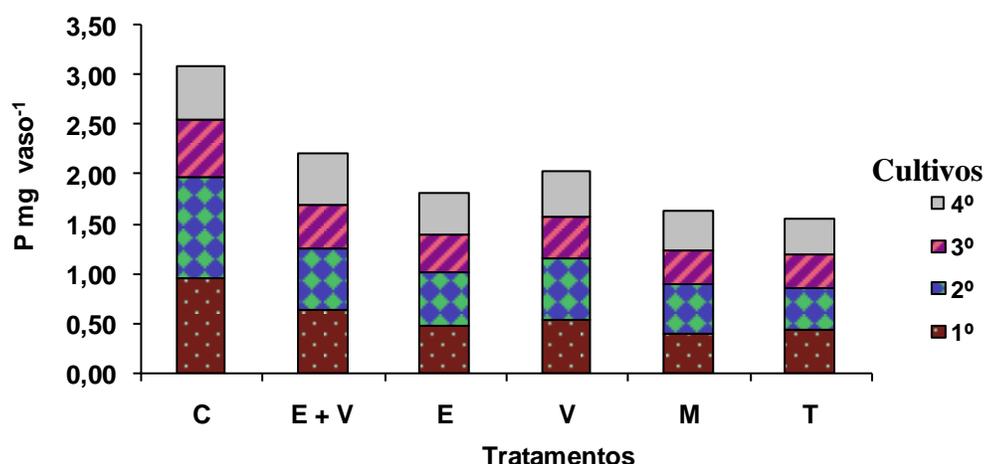


Figura 3. Conteúdo de P (mg vaso^{-1}) na parte aérea do sorgo forrageiro IPA 467-4-2 durante os quatro cultivos sucessivos em vasos contendo 700 g de um Neossolo Regolítico. Tratamentos: C: os mais completos (do 1º ao 6º); E + V: esterco mais vermicomposto e outros componentes minerais (do 7º ao 10º); E: esterco e outros componentes minerais (do 11º ao 15º e 25º); V: vermicomposto e outros componentes minerais (do 16º ao 20º e 26º); M: adubação mineral e calcário (do 21º ao 24º e do 27º ao 30º); e T: testemunha (31º).

Maiores teores e conteúdos de potássio no sorgo também foram encontrados nas plantas cultivadas nos seis primeiros tratamentos. Mas, da mesma forma que para o fósforo, os teores de K foram inferiores àqueles citados como adequados por Malavolta et al. (1997), que seriam de 25 a 30 mg g^{-1} .

De maneira geral, os tratamentos orgânicos apresentaram teores e conteúdos de P e de K superiores ou semelhantes aos tratamentos com adubação mineral, que por sua vez não diferiram da testemunha.

Nutrientes no sorgo nos cultivos isolados

Primeiro cultivo

Os tratamentos mais completos (1 a 6) apresentaram teores médios ($0,77 \text{ mg g}^{-1}$ planta) e conteúdos médios ($0,96 \text{ mg vaso}^{-1}$) de P superiores aos dos demais tratamentos (Figura 2 e 3). Possivelmente, a combinação das três fontes orgânicas (esterco, vermicomposto e farelo de trigo) mais o fosfato natural (Fosbahia, com 24 % de P_2O_5) e a farinha de ossos (24 % de P de acordo com Malavolta et al., 2002 e Fornari, 2002) contribuíram para a maior disponibilidade desse nutriente.

Os teores de P no sorgo forrageiro proporcionados pela adição dos tratamentos que continham apenas o vermicomposto como fonte orgânica (tratamentos 16 a 20 e 26) não diferiram significativamente dos tratamentos que tinham o vermicomposto juntamente com o esterco (7 a 10), com teores médios de 0,57 e 0,62 mg de P g⁻¹ planta, respectivamente. No entanto, a união dessas duas fontes orgânicas favoreceu o maior conteúdo de P no sorgo, que diferiu estatisticamente (5 % de probabilidade) dos tratamentos com a adição do vermicomposto e outros componentes. Constatou-se que adição de esterco ou vermicomposto e outros componentes proporcionaram teores e conteúdos de P nas plantas semelhantes e que ambos resultaram em conteúdos superiores aos da adubação mineral e da testemunha.

O maior teor de K na parte aérea do sorgo forrageiro (Figura 4 e 5) foi proporcionado pelos tratamentos com esterco (13,4 mg g de planta⁻¹) e outros componentes (tratamentos 11 a 15 e 25) que por sua vez não diferiram dos tratamentos com adubação mineral (21 a 24 e 27 a 31) e a mistura de esterco mais vermicomposto e outros componentes (7 a 10). Esse resultado possivelmente está relacionado ao conteúdo de K no esterco (49 mg g⁻¹) e na rocha potássica – biotita xisto (10 % de K₂O). Os tratamentos mais completos apresentaram um maior conteúdo de K na parte aérea do sorgo (14,6 mg vaso⁻¹). Isto ocorreu devido a maior produção de massa seca proporcionada por este tratamento.

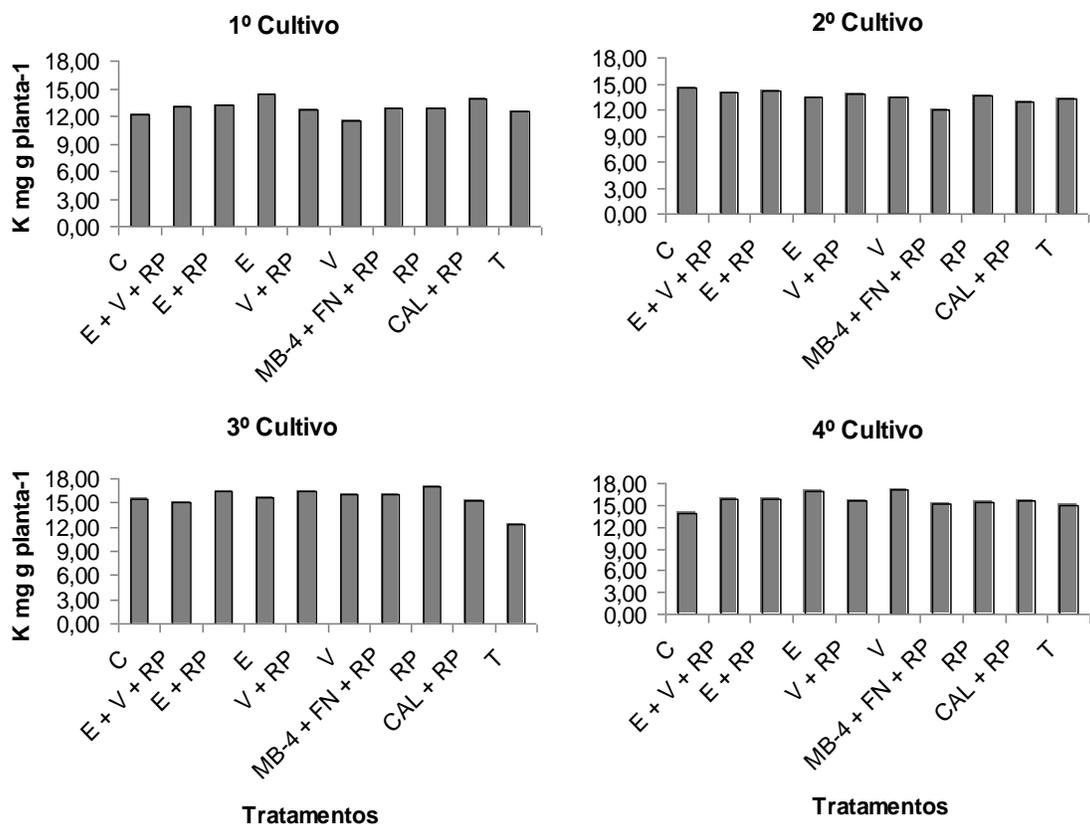


Figura 4. Concentração de K (mg g de planta⁻¹) na parte aérea do sorgo forrageiro IPA 467-4-2 durante os quatro cultivos sucessivos em vasos contendo 700 g de um Neossolo Regolítico. Tratamentos: **C**: os mais completos (do 1º ao 6º); **E + V + RP**: esterco mais vermicomposto, rocha potássica e outros componentes minerais (7º e 8º); **E + RP**: esterco mais rocha potássica (11 e 14); **E**: só esterco (15º); **V + RP**: vermicomposto mais rocha potássica (16º e 19º); **V**: só vermicomposto (20º); **MB-4 + FN + RP**: MB-4 mais fosfato natural e rocha potássica (21º); **RP**: rocha potássica (24); **CAL + RP**: calcário mais rocha potássica (27 e 30) e **T**: testemunha (31º).

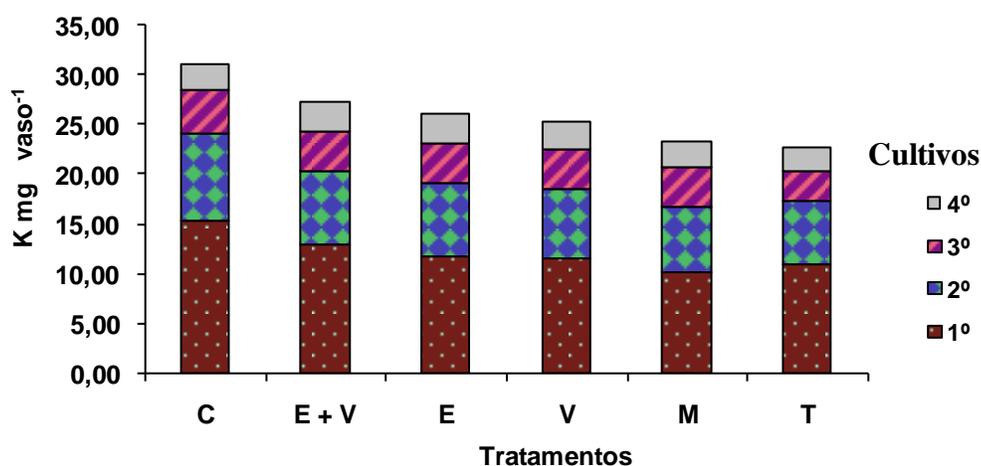


Figura 5. Conteúdo de K (mg vaso^{-1}) na parte aérea do sorgo forrageiro IPA 467-4-2 durante os quatro cultivos sucessivos em vasos contendo 700 g de um Neossolo Regolítico. Tratamentos: **C**: os mais completos (do 1º ao 6º); **E + V**: esterco mais vermicomposto e outros componentes minerais (do 7º ao 10º); **E**: esterco e outros componentes minerais (do 11º ao 15º e 25º); **V**: vermicomposto e outros componentes minerais (do 16º ao 20º e 26º); **M**: adubação mineral e calcário (do 21º ao 24º e do 27º ao 30º); e **T**: testemunha (31º).

Segundo cultivo

Houve aumentos nas concentrações de P na parte aérea do sorgo em todos os tratamentos quando comparados aos do primeiro cultivo. Isto indica a limitação por outro nutriente (talvez N ou S), uma vez que ocorreu uma queda de aproximadamente 50 % da produção de massa seca. Os tratamentos mais completos ainda apresentaram os maiores teores ($1,68 \text{ mg g}^{-1}$ planta) e conteúdos de P ($1,01 \text{ mg P vaso}^{-1}$). Os tratamentos com vermicomposto e outros componentes (16° ao 20° e 26°) proporcionaram um teor médio de $1,22 \text{ mg de P g}^{-1}$ planta, destacando-se com relação aos teores obtidos com o esterco ($0,99 \text{ mg de P g}^{-1}$ planta).

A maior concentração de K no sorgo foi obtida com os tratamentos mais completos (média de $14,6 \text{ mg g de planta}^{-1}$). No entanto, não houve diferença entre estes tratamentos e aqueles que continham o esterco e o vermicomposto, combinados ou não. Os seis primeiros tratamentos também proporcionaram os maiores conteúdos deste nutriente (média de $8,82 \text{ mg vaso}^{-1}$).

Terceiro cultivo

As concentrações de P no sorgo foram superiores às dos dois primeiros cultivos, em todos os tratamentos, com médias variando de 1,30 a 2,09 mg g de planta⁻¹, para a testemunha e os tratamentos mais completos (1 a 6), respectivamente. Os tratamentos com vermicomposto, associado ou não ao esterco, apresentaram teores de P superiores aos que continham apenas o esterco como fonte orgânica. Embora tenha resultado teores médios de P no sorgo superiores aos obtidos com a adubação mineral, a adição de esterco proporcionou conteúdos semelhançantes.

Quanto ao K no sorgo, a adubação mineral (tratamentos 21 a 24 e 27 a 30) proporcionou os maiores teores (16,1 mg g de planta⁻¹) e conteúdos (mg vaso⁻¹). No entanto, tais tratamentos diferiram apenas da testemunha (1 % de probabilidade).

Quarto cultivo

No último cultivo, a concentração de P no sorgo foi ainda maior do que nos cultivos anteriores. O que sugere um efeito de concentração, pois a produção da massa seca foi muito baixa nesse cultivo. Os tratamentos mais completos continuaram a proporcionar maiores teores e conteúdos desse nutriente na parte aérea do sorgo. Os tratamentos com vermicomposto continuaram superiores aos com esterco, que não diferiram dos tratamentos apenas com adubação mineral ou da testemunha.

Não houve diferença significativa com relação aos teores e conteúdos de K no sorgo entre os tratamentos com a adição isolada ou conjunta de esterco e vermicomposto que por sua vez apresentaram teores superiores àqueles fornecidos pelos tratamentos mais completos.

CONCLUSÕES

A retirada de batata doce, melão, terra de barranco, carvão vegetal, pó de telha, farinha de ossos e fermento da composição original do Adubo da Independência não prejudicou o desenvolvimento do sorgo. As formulações com materiais orgânicos resultaram em maiores biomassas e em teores e conteúdos de P e de K no sorgo superiores ou semelhantes aos das formulações apenas com ingredientes minerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSESSORIA E SERVIÇOS A PROJETOS DE TECNOLOGIA ALTERNATIVA- AS-PTA **Cultivos ecológicos**: um roçado de alimentos para a vida. Esperança, AS-PTA - Paraíba, 2003 (Cartilha). 36p.

ASSIS, C. F. C. de. **Caracterização de carvão vegetal para sua injeção em altos-fornos a carvão vegetal de pequeno porte**. 2008. 113p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

BARRETO, S. B. **A farinha de rochas MB-4 e o solo**. 1998. 66p.

BREMNER, J. M. & MULVANEY, C. S. Nitrogen - Total. In: PAGE, A.L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (eds). **Methods of soil analysis**. Chemical and microbiological properties. Part. 2. Chemical and microbiological properties. 2 ed. Madison: Soil Science Society of America, 1982. p. 595-624. (Agronomy, 9).

DIAS, J. F. **Avaliação de resíduo da fabricação de telha cerâmica para seu emprego em camada de pavimento de baixo custo**. 2004, 251p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Carvão vegetal como condicionador de solo para arroz de terras altas (cultivar Primavera)**: um estudo prospectivo. 2006 (Comunicado Técnico, 125)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2^a ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

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

FORNARI, E. **Manual prático de agroecologia**. São Paulo: Aquariana, 2002. 240 p.

GARRIDO, M. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Potencial de adubação orgânica com esterco no Nordeste do Brasil. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. (orgs). **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2008, p. 123-140.

GUEDES, R. S.; FERNANDES, A. R.; SOUZA, H. L. S. de Crescimento e produção do sorgo para silagem em função de doses de nitrogênio e de enxofre. In: VI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA e XII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. 2008, Belém. **Anais...** Belém: UFRA, 2008.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. São Paulo: Ceres, 1989. 292p.

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.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. agricultura sustentável no semi-árido nordestino. In: OLIVEIRA, T. S. ; ASSIS JÚNIOR; ROMERO, R. E. ; SILVA, J. R. C. , (Eds). **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: UFC, SBCS, 2000. p.20-46.

MURPHY, J.; RILLEY, J. P. A modified simple solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta**, v. 27, p. 31-36, 1962.

PEAVY, W. S.; GREIG, J. K. Organic and mineral fertilizers compared by yield, quality and composition of spinach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 97, n.6, p. 718-723, 1972.

RESTREPO, R. J. **La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados.** aportes y recomendaciones. Una experiencia de agricultores en Centro América y el Brasil. NICARAGUA: SIMAS, 1998. 151 p.

RIBEIRO, L. G.; LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; RAMALHO, S. S. Adubação orgânica na produção de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 2, jul. 2000.

SAMPAIO, E.V. S. B.; SALCEDO, I. H. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semi-árida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro,. **Anais...** [CD-ROM]. Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 33p.

SANTOS, J. F. dos; OLIVEIRA, A. P. De; ALVES, A. U. ; BRITO, C. H. de; DORNELAS, C. S. M.; NÓBREGA, J. P. R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, jan-mar. 2006

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J.R.; BELTRÃO, N. E. de M. Produtividade e crescimento da mamoneira em reposta à adubação orgânica e mineral, Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n.5, p. 879-882, 2006.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Crescimento e nutrição mineral do sorgo granífero após adubação orgânica e cultivo da batata. **R. Caatinga**, v. 21, n. 15 (Número Especial), p. 164-170, 2008.

SILVA, T. O.; 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. **R. Bras. de Ciên. do Solo**, v. 31, p. 51-61, 2007.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I. Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no sol em longo prazo. **R. Bras. de Ciên. do Solo**, v. 31, p. 39-49, 2007a.

SILVA, M. G. ; NUMAZAWA, S. da; ARAUJO, M.; NAGAISHI, M. T. Y. R.; GALVÃO, G. R. Carvão de resíduos de indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no município de Paragominas, PA. **Acta Amazônica**. v. 37, n. 1, p. 61 – 70, 2007b.

SILVA, J.; SILVA, P. S. L. ; OLIVEIRA, M.; SILVA, K. M. B. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira** v. 22, p. 326-331, 2004.

SNYDER, J.D & TROFYMOW, J.A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining carbon in plant and soil samples. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 15, p. 587-597, 1984.

STATSOFT, Inc. **Statistica for windows**; release 5.0; Statsoft, Inc. Tulsa, OK. 1995

VIEIRA, C. M. F.; SOARES, T. M. ; MONTEIRO, S. N. Massas cerâmicas para telhas: características e comportamentos de queima. **Cerâmica**, v. 49, p. 245-250, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Encontrar uma técnica que aumente os níveis de matéria orgânica dos solos e melhore a produtividade das culturas do semi-árido nordestino não é uma tarefa fácil. As observações realizadas pelos agricultores do Agreste paraibano a respeito do bom desempenho do Adubo da Independência e do biofertilizante Supermagro não foram comprovadas neste estudo. Vale a pena mencionar que a recomendação de determinado insumo agrícola deve ser sempre considerada por meio de uma investigação criteriosa, observando-se, inicialmente, o histórico da área. Possivelmente, os benefícios produtivos observados pelos agricultores advêm dos efeitos residuais das várias aplicações anuais de esterco em suas áreas.

Ficou claramente demonstrado, nesta pesquisa, que dentre os adubos orgânicos utilizados, de maneira geral, a incorporação de esterco foi mais eficiente, em termos de produtividade (da batata e do feijão faveta), do que a adição do Adubo da Independência e do biofertilizante foliar Supermagro. Também ficou evidente que o esterco proporcionou maiores teores de P e K extraíveis no solo e balanço total positivo destes nutrientes durante todo o período de estudo.

Importa dizer também que para formular um composto deve-se, primeiramente, observar a disponibilidade de resíduos orgânicos dentro das propriedades. Observou-se que muitos dos ingredientes utilizados na composição do Adubo da Independência não estão acessíveis a maioria dos pequenos agricultores, por exemplo, farelo de trigo, fosfato natural, rocha potássica, pó de telha dentre outros. E que componentes deste composto como batata doce, melão, terra de barranco, carvão vegetal, pó de telha, farinha de ossos e fermento não influenciaram no desenvolvimento do sorgo.

Vale a pena mencionar que nos anos em que a precipitação pluviométrica foi mais abundante houve uma maior disponibilidade de nutrientes favorecendo desta forma uma maior produção de biomassa.