

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II – AREIA - PB**

**FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA DE BATATA-DOCE COM ESTERCO
BOVINO E BIOFERTILIZANTE**

João Felinto dos Santos

**AREIA - PB
2008**

João Felinto dos Santos

**FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA DE BATATA-DOCE COM ESTERCO BOVINO E
BIOFERTILIZANTE**

Tese apresentada a Universidade Federal
da Paraíba – Campus II, como parte das
exigências ao Programa de Pós - Gradua
ção em Agronomia, Área de concentra -
ção Agricultura Tropical, para obtenção do
título de Doutor em Agronomia

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira
Prof. Dr. Lourival Ferreira de Cavalcante
Prof. Dr. Walter Esfraim Pereira

AREIA

2008

João Felinto dos Santos

**FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA DE BATATA-DOCE COM ESTERCO
BOVINO E BIOFERTILIZANTE**

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira
Orientador – CCA/UFPB**

**Prof. Dr. Ivandro de França da Silva
Orientador – CCA/UFPB**

**Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes
Orientador – DEAg/UFCG**

**Prof. Dr. José Dantas Neto
Orientador – DEAg/UFCG**

**AREIA – PB
2008**

Ficha Catalográfica Elaborada na Secção de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial de
Areia – PB, CCA/UFPB.
Bibliotecária: Elisabete Sirino da Silva CRB 4/905

- S237f Santos, João Felinto
Fertilização orgânica de batata-doce com esterco bovino e biofertilizante /
João Felinto dos Santos – Areia – PB:UFPB/CCA, 2008. 109 f>; il.
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba –
Centro de Ciências Agrárias, Areia. 2008.

Bibliografia

Orientador: Ademar Pereira de Oliveira

1.Batata-doce-adubação orgânica 2. Batata-doce-biofertilizante 3
Esterco bovino. 4. Batata-doce-produtividade 5. Matéria seca. Oliveira,
Ademar Pereira (orientador) IV. Título.

CDU: 633.492:631.86

OFEREÇO

Aos meus Pais:

Otacílio Felinto dos Santos
e Ana Juvina dos Santos

AGRADEÇO

A minha esposa, filhos e nora,

Maria do Carmo Cardoso Almeida Santos,
João Paulo Almeida Santos e
Karla Vaneska Machado Barros Almeida
Jálber Almeida Santos,

DEDICO

Aos meus irmãos:

José Felinto dos Santos,
Ednaldo Felinto dos Santos
Edvaldo Felinto dos Santos

AGRADECIMENTOS

A Deus que em sabedoria tem mostrado a sua infinita bondade em nossas vidas.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, que oportunizou a realização do curso.

Ao Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira, pela atenção, paciência, incentivo e orientação em toda a execução do trabalho.

A Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Agronomia Profa. Dra. Rizelane de Lucena Alcântara Bruno, por sua amizade e apoio.

Ao Professor Genildo Bandeira Bruno, “in memorium” por sua amizade e apoio durante o processo de minha formação.

.A Dr. Walter Esfraim Pereira e Dr. Élson Soares dos Santos pela orientação nas análises estatísticas.

Ao Dr. Professor Francisco de Assis Cardoso Almeida pelo apoio e incentivo para a realização do curso.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia que contribuíram com seus ensinamentos.

Aos Diretores da Emepa: Dr. Miguel Barreiro Neto, Dr. Camilo Flamarion de Oliveira Franco e Dr. Kenard Torres Soares pelo incentivo e apoio.

A todos os colegas da Emepa lotados na Estação Experimental de Lagoa Seca e na Estação Experimental de Patos – PB.

As professoras Adriana da Silva Monteiro e Ilenice Pereira da Silva que muito contribuíram na correção deste trabalho.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização e conclusão deste trabalho os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1. Batata-doce.....	05
2.2. Matéria orgânica,.....	07
2.3. Biofertilizante.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Instalação e condução do experimento.....	18
3.2. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	23
3.2.1. Produtividades total, comercial e não-comercial de raízes.....	23
3.2.2. Produções e número de raízes comercial e não-comercial planta ¹	23
3.2.3. Produção de matéria seca.....	24
3.2.4. Teores de N, P e K foliar	24
3.2.5. Teores de matéria orgânica no solo após a colheita	24
3.2.6. Análise estatística.....	25
3.2.7. Análise econômica.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. Produção total, comercial e não comercial de raízes.....	27
4.1.1. Produtividade total de raízes.....	29
4.1.2. Produtividade de raízes comercial.....	31
4.1.3. Produtividade de raízes não-comercial.....	36
4.2. Produção e número de raízes comercial e não-comercial por planta.....	39

4.2.1. Produção de raízes comercial por planta	41
4.2.2. Número de raízes comerciais por planta.....	43
4.2.3. Número de raízes não-comercial por planta.....	45
4.3. Peso médio de raiz comercial.....	48
4.4. Produção de Matéria seca das folhas.....	53
4.5. Teores de Matéria Orgânica no solo e de N, P e K nas folhas.....	61
4.5.1. Biofertilizante na presença de esterco bovino.....	68
4.5.2. Biofertilizante no solo e via foliar.....	71
5 CONCLUSÕES.....	77
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo na profundidade de 0-20 cm, químicas do esterco bovino e do biofertilizante usados no experimento. CCA-UFPB, Areia, 2006.....	19
Tabela 2. Dados climáticos do período de condução do experimento. Estação Meteorológica da Estação Experimental de Lagoa – Seca - PB, 2006..	20
Tabela 3. Resumos das análises de variância e de regressão para produtividade total (PTR), comercial (PRC) e não-comercial (PRNC) de raízes de batata-doce. Lagoa Seca - PB, 2006.....	28
Tabela 4. Produtividade total de raízes (PTR), raízes comercial (PRC) e raízes não-comercial (PRNC) em função do desdobramento entre fertilização orgânica versus fertilização convencional. Lagoa Seca - PB, 2006.....	35
Tabela 5. Resumos das análises de variância e de regressão para produção e número de raízes comercial e não-comercial por planta e peso médio de batata-doce. Lagoa Seca - PB, 2006.....	40
Tabela 6. Produção de raízes por planta (PRP), Número de raízes comercial e não-comercial por planta (NRCP) e Peso médio de raiz comercial (PMR), em função do desdobramento entre esterco fertilização orgânica versus convencional. Lagoa Seca - PB, 2006.....	48
Tabela 7. Resumos das análises de variância e de regressão para produção de matéria seca das folhas de batata-doce aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP. Lagoa Seca - PB, 2006.....	55
Tabela 8. Produção de matéria seca coletada aos 20, 30, 40, 60, 80 e 100 DAP em função do desdobramento entre esterco bovino e biofertilizante versus adubação convencional. Lagoa Seca - PB, 2006.....	61

Tabela 9. Resumo das análises de variância e de regressão para teores de matéria orgânica do solo e nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de batata-doce. Lagoa Seca - PB, 2006.....63

Tabela 10. Teor de MO no solo, N, P e K nas folhas de batata-doce, em função do desdobramento entre esterco bovino e biofertilizante versus adubação convencional. Lagoa Seca - PB, 2006.....76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produtividade total de raízes de batata-doce, em função de doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.....	29
Figura 2. Produtividade total de raízes de batata-doce com concentrações de biofertilizante Lagoa Seca - PB, 2006	30
Figura 3. Produtividade de raízes comerciais de batata-doce adubada com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.....	34
Figura 4. Produtividade de raízes comerciais de batata-doce com concentrações de biofertilizante. Lagoa Seca - PB, 2006.....	35
Figura 5. Produtividade de raízes não-comerciais de batata-doce em função de doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.....	37
Figura 6. Produtividade de raízes não-comerciais de batata-doce fertilizada com biofertilizante. Lagoa Seca - PB, 2006.....	38
Figura 7. Produção de raízes comerciais de batata-doce planta ⁻¹ com doses de esterco bovino Lagoa Seca - PB, 2006.....	41
Figura 8. Produção de raízes comerciais de batata-doce planta ⁻¹ fertilizada com concentrações de biofertilizante. Lagoa Seca - PB, 2006.....	43
Figura 9. Número de raízes comerciais planta ⁻¹ adubado com esterco bovino Lagoa Seca - PB, 2006.....	44
Figura 10. Número de raízes comerciais planta ⁻¹ em resposta a aplicação de concentrações de biofertilizante Lagoa Seca - PB, 2006.....	45
Figura11. Número de raízes não-comerciais planta ⁻¹ fertilizada com doses de esterco bovino Lagoa Seca - PB, 2006.....	46
Figura 12. Número de raízes não-comerciais planta ⁻¹ em resposta a concentrações de biofertilizante Lagoa Seca - PB, 2006.....	47

Figura 13. Peso médio de raízes comercial adubado com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.....	50
Figura 14. Peso médio de raízes comercial em função de concentrações de biofertilizante. Lagoa Seca - PB, 2006.....	52
Figura 15. Produção de matéria seca acumulada de folhas de batata-doce (g) aos 20, 40, 40, 60, 80 e 100 DAP, em função de doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.....	57
Figura 16. Produção de matéria seca acumulada de folhas de batata-doce (g) aos 20, 40, 40, 60, 80 e 100 DAP, em função de doses de biofertilizante aplicado no solo. Lagoa Seca - PB, 2006.....	59
Figura 17. Produção de matéria seca acumulada de folhas de batata-doce (g) aos 20, 40, 40, 60, 80 e 100 DAP, em função de doses de biofertilizante aplicado via foliar solo. Lagoa Seca - PB, 2006.....	60
Figura 18. Teores de MO no solo (g dcm^{-3}) adubado com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.....	64
Figura 19. Teores N (g kg^{-1}) nas folhas da cultura de batata-doce, em função de doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.....	65
Figura 20. Teores de P (g kg^{-1}) nas folhas da cultura de batata-doce fertilizada com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.....	66
Figura 21. Teores de K (g kg^{-1}) nas folhas da cultura de batata-doce adubado com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.....	67
Figura 22. Teores de N e K nas folhas em função de doses de esterco x biofertilizante na concentração de 15% aplicado no solo. Lagoa Seca - PB, 2006.....	93

Figura 23. Teores de N e K nas folhas em função de doses de esterco x biofertilizante na concentração de 30% aplicado no solo. Lagoa Seca - PB, 2006.....	70
Figura 24. Teores de N e K nas folhas em função de doses de esterco x biofertilizante na concentração de 45% aplicado no solo. Lagoa Seca - PB, 2006.....	71
Figura 25. Teores de N nas folhas da cultura de batata-doce, em função de concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.....	72
Figura 26. Teores de P nas folhas da cultura de batata-doce fertilizado com concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.....	73
Figura 27. Teores de K nas folhas da cultura de batata-doce adubado com biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.....	74

SANTOS, J. F. dos. Fertilização orgânica de batata-doce com doses de esterco bovino e concentrações de biofertilizante. Areia - PB, 2008. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a fertilização com esterco bovino e concentrações de biofertilizante em batata-doce, Cultivar Rainha Branca, conduziu-se um experimento no período de maio a setembro de 2006, na Estação Experimental de Lagoa Seca - PB, EMEPA-PB. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas $6 \times 4 \times 2 + 1$. A parcela principal foi constituída de seis doses de esterco bovino ($0, 10, 20, 30, 40, 50 \text{ t ha}^{-1}$) a subparcela de quatro doses de biofertilizante ($0, 15, 30 \text{ e } 45\%$) e a subsubparcela de duas formas de aplicação do biofertilizante no solo e via foliar e um tratamento adicional com adubação convencional (NPK). A maior produtividade total de raízes foi de $17,37 \text{ t ha}^{-1}$, obtida com $30,84 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino e de $15,39 \text{ e } 13,11 \text{ t ha}^{-1}$, alcançadas nas concentrações de 29 e 28% de biofertilizante, aplicadas no solo e via foliar, respectivamente. A maior produtividade de raízes comerciais foi de $13,11 \text{ t ha}^{-1}$, alcançada com a aplicação de $31,24 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino e de $11,01 \text{ e } 9,70 \text{ t ha}^{-1}$ obtidas nas concentrações de 30 e 27%, aplicados, respectivamente, no solo e via foliar. A dose econômica foi de $22,46 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino que propiciou uma produção de $12,67 \text{ t ha}^{-1}$ de raízes comerciais de batata-doce. A dose de $28,82 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino produziu $4,26 \text{ t ha}^{-1}$ de raízes não-comerciais de batata-doce e as concentrações de 23 e 27%, de biofertilizante respectivamente, aplicado ao solo e via foliar propiciaram $4,22 \text{ e } 3,61 \text{ t ha}^{-1}$ de raízes. Com $31,34 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino obteve-se uma produção planta $^{-1}$ de $393,82 \text{ g}$ e com as concentrações de 30 e 27 % de biofertilizante aplicado no solo e via foliar, respectivamente, alcançou-se

237,68 e 209,70 g de raízes planta⁻¹. O número máximo de raízes comerciais planta⁻¹ foi de 2,63, atingido com 31,15 t ha⁻¹ de esterco bovino e de 2,10 e 1,69 raízes planta⁻¹ atingidos nas concentrações de biofertilizante de 29 e 18% aplicado no solo e via foliar, respectivamente. O máximo peso médio de raiz comercial foi de 302,27 g, obtido na dose máxima de esterco bovino e de 246,22 e 210,05 g, alcançados nas concentrações de biofertilizante de 26 e 33 % fornecido no solo e via foliar, respectivamente. A matéria seca foliar na batata-doce aumentou de forma linear com elevação das doses de esterco bovino aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP com acúmulo de 66,58, 86,42, 110,14, 86,33 e 77,97 g, respectivamente, obtidas com 50 t ha⁻¹ de esterco bovino. Os maiores teores de MO, N, P e K foram de 20,66 mg dcm⁻³, 36,58, 4,55 e 36,34 g kg⁻¹ obtidos com 40,26, t ha⁻¹ e 50 t ha⁻¹ de esterco bovino, respectivamente. As melhores respostas dos teores de N, P e K foram alcançados nas concentrações de 24 a 34% de biofertilizante. O biofertilizante aplicado no solo foi superior ao fornecido ao solo para todas as variáveis estudadas. A adubação orgânica apresentou comportamento similar à adubação convencional (N, P e K), em relação às características produtivas e foi mais eficiente em elevar o teor de MO no solo, enquanto que a convencional teve melhor resposta para os componentes de produção e matéria seca foliar.

SANTOS, J. F. dos. **Organic fertilization of sweet potato, with level of cattle manure and concentrations of biofertilizer.** Areia - PB, 2008. Thesis (Doctor Science in Agronomy). Centro de Ciências agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

ABSTRACT: To evaluate the fertilization with cattle manure and concentrations of biofertilizer in potato-sweet, White Queen Cultivar, was conducted an experiment in the period from May to September 2006, the Experimental Station, Lagoa Seca - PB, EMEPA. The experimental design was a randomized complete block with four replications in Scheme split plot $6 \times 4 \times 2 + 1$. The main plot consisted of six doses of cattle manure ($0, 10, 20, 30, 40, 50 \text{ t ha}^{-1}$) the subplot of four doses of biofertilizer ($0, 15, 30$ and 45%) and subsubplot in two ways for the implementation of biofertilizer in the soil and leaf and an additional treatment with conventional fertilization (NPK). The highest total yield of roots was 17.37 t ha^{-1} , obtained with 30.84 t ha^{-1} of cattle manure and 15.39 and 13.11 t ha^{-1} , achieved at concentrations of 29 and 28% of biofertilizer, applied in the soil and leaf, respectively. The higher productivity of commercial roots was 13.11 t ha^{-1} , achieved with the application of 31.24 t ha^{-1} of cattle manure and 11.01 and 9.70 t ha^{-1} obtained at concentrations of 30 and 27% of biofertilizer applied, respectively, in the soil and pot leaf. The dose cost was 22.46 t ha^{-1} of cattle that provided a production of 12.67 t ha^{-1} roots of commercial potato-sweet. The dose of 28.82 t ha^{-1} of cattle manure produced 4.26 t ha^{-1} of sweet potato non-commercial roots and the concentrations of 23 and 27% , biofertilizer applied to the soil and leaf, respectively, provided by 4.22 and 3.61 t ha^{-1} of roots. With 31.34 t ha^{-1} of cattle got up a production plant $^{-1}$ of 393.82 g and the concentrations of 30 and 27% of biofertilizer applied in the soil and pot leaf, respectively, reached up 237.68 and $209.70 \text{ grams of plant}^{-1}$ roots. The maximum number of commercial plant $^{-1}$ roots was 2.63 , reached with 31.15 t ha^{-1} of cattle manure and 2.10 and 1.69 plant^{-1} roots hit in the concentrations of biofertilizer of 29 and 18% applied in the soil and pot leaf, respectively. The maximum weight of commercial root was 302.27 g , obtained on the maximum dose of cattle and of 246.22 and 210.05 g , achieved at concentrations of

biofertilizer of 26 and 33% provided by the soil and leaf, respectively . The dry leaf on the potato-sweet increased in a linear fashion with increased doses of cattle to 20, 40, 60, 80 and 100 DAP with accumulation of 66.58, 86.42, 110.14, 86.33 and 77 , 97 g, respectively, obtained with 50 t ha⁻¹ of cattle manure. The highest levels of MO, N, P and K were 20.66 mg dcm-3, 36.58, 4.55 and 36.34 g kg-1 obtained with 40.26, t ha-1 and 50 t ha -1 of cattle, respectively. The best responses of the levels of N, P and K were achieved at concentrations of 24 to 34% of biofertilizer. The biofertilizer applied in the soil was higher than that provided to the ground for all variables studied. The organic fertilization showed behavior similar to conventional fertilization (N, P and K), for features was more productive and efficient in raising the level of OM in the soil, while the conventional had better response to the components of production and dry leaf.

1 INTRODUÇÃO

Na região Nordeste, a batata-doce tem grande importância social por ser uma fonte de alimento energético e auxiliar na geração de emprego e renda, contribuindo para a fixação do homem no campo. No Estado da Paraíba foram plantada em 2006 uma área de 6.641 hectares com a cultura de batata-doce, produção de 59.971 toneladas/ano e rendimento médio 9.030 kg ha^{-1} , ocupando 33% da área plantada no Nordeste (IBGE, 2006). A batata-doce é mais cultivada e difundida nas regiões próximas aos grandes centros consumidores, especialmente, nas microrregiões do brejo e do litoral Paraibano. Esse estado é considerado o maior produtor nordestino e o quarto produtor brasileiro (SOARES *et al.*, 2002).

Apesar do reconhecimento unânime do valor da cultura na estratégia de segurança alimentar das regiões do Estado, as produções auferidas pelos produtores são baixas, estando associadas à ausência de tecnologia, informações e conhecimentos adequados, principalmente, com relação à fertilização mineral, motivada pelos altos custos desse insumo e pela descapitalização progressiva dos agricultores. O que tem provocado perda de receita, desestimulando os produtores e contribuindo para o decréscimo da área plantada. Por isso, tem uma das mais baixas produtividades do Brasil, $9,030 \text{ t ha}^{-1}$ (IBGE, 2006).

Em função do grande crescimento populacional e, consequentemente, da procura cada vez maior por alimento, o homem contemporâneo busca, incessantemente, por alternativas que possam solucionar problemas comuns à lavoura brasileira. A demanda por altas produtividades tem elevado os custos de produção e contaminando o meio ambiente, em decorrência do uso excessivo de defensivos e adubos químicos. Devido a estes fatores, tem-se constatado que a

produtividade de algumas culturas vem caindo, mesmo aumentando, a cada ano, a quantidade de adubos químicos e defensivos agrícolas.

Atualmente, uma consciência ecológica global vem suscitando a busca de alternativas de produção agrícola e agroindustrial que garantam a segurança alimentar, com a preservação dos recursos naturais. Portanto, tornam-se necessárias tecnologias que reduzam o impacto ambiental das atividades agrícolas e que possibilitem a gestão ambiental das unidades de produção. Neste sentido, o esterco bovino vem se destacando como insumo natural, de baixo custo, com sistema simples de produção e de utilização acessíveis às condições técnica e econômica dos pequenos produtores, com menor impacto sobre o meio ambiente. Além disso, o esterco bovino promove benefícios na melhoria da fertilidade e conservação do solo e maior aproveitamento dos recursos existentes na propriedade (GALVÃO *et al.*, 1999), bem como proporcionou um acúmulo de nitrogênio orgânico no solo, aumentando seu potencial de mineralização e sua disponibilidade para as plantas, quando utilizado por vários anos consecutivos (SCHERER, 1998). Entretanto, o tipo, a textura, a estrutura do solo e o teor da matéria orgânica presente neste são fatores que influenciam na maior ou menor quantidade a ser aplicado (KIMOTO, 1993; TRANI *et al.*, 1997).

As olerícolas cultivadas, principalmente, em solos pobres em matéria orgânica apresentam altas respostas a aplicação de adubos orgânicos, tanto em relação a produção de matéria fresca e seca, como também, aos componentes de produção (FILGUEIRA, 2002). Esse insumo orgânico fornece os macros e micros nutrientes ao solo, melhorando a sua fertilidade, promovendo a redução da acidez do solo, do Al e Mn tóxico e da densidade do solo, além disso, aumenta a CTC, o transporte e a disponibilidade de micronutrientes, favorecendo a estrutura do solo. Refletindo

positivamente na aeração, permeabilidade e infiltração de água e promovendo a atividade dos microorganismos no solo (NDAYEGAMIYE & CÔTÉ, 1989; RODRIGUES, 1994; CARDOSO & OLIVEIRA, 2002).

Em decorrência da crescente procura por novas tecnologias de produção, os biofertilizantes estão surgindo alternativas para os pequenos produtores rurais, pois representam redução de custos, são acessíveis às condições técnico-econômicas deles, bem como atendem a preocupação com a qualidade de vida no planeta. O biofertilizante bovino na forma líquida apresenta na sua composição microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de sais e adição de compostos orgânicos e inorgânicos que atuam não só na planta, mas também, sobre a atividade microbiana do solo (BETTIOL *et al.*, 1998). Por isso, em diversos estudos vem-se utilizando o biofertilizante como adubo foliar (SANTOS & AKIBA, 1996; PENTEADO, 1999; FERNANDES *et al.*, 2000). Na agricultura orgânica, esse insumo é usado para se manter o equilíbrio nutricional de plantas e torná-las menos predispostas a ocorrências de pragas e patógenos (PINHEIRO & BARRETO, 1996; BETTIOL, 2001 a; SANTOS, 2001 b).

Na batata-doce, as informações sobre o uso de biofertilizante isolado ou associado ao esterco bovino são bastante raras. O que justifica pesquisas para viabilizar e difundir a utilização desses fertilizantes orgânicos, visando atender a demanda nutricional da cultura e proporcionar maiores rendimentos de raízes com melhor qualidade para a saúde humana (SOUZA, 2000).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o comportamento da batata-doce em sistema orgânico de fertilização.

2.2 Objetivos específicos

- Estudar o comportamento da batata-doce adubada organicamente;
- Estudar o potencial genético produtivo da batata-doce fertilizada organicamente;
- Definir formas de aplicação de biofertilizante na batata-doce;
- Definir um manejo de nutrição orgânica para a batata-doce;
- Definir as doses econômicas para esterco bovino e biofertilizante;
- Oferecer alternativa de fertilização da batata-doce ao pequeno agricultor;
- Determinar o teor de MO no solo e de N, P e K nas folhas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A batata-doce

A batata-doce se desenvolve melhor em locais ou épocas em que a temperatura média é superior a 24 °C. Quando a temperatura é inferior a 10 °C, o crescimento da planta é severamente retardado. Quanto ao regime pluvial, a cultura deve ser implantada em locais com pluviosidade anual média de 750 a 1000 mm, sendo que cerca de 500 mm são necessários durante a fase de crescimento. O solo deve ser preferencialmente areno-argiloso, bem drenado, sem presença de alumínio tóxico, com pH ligeiramente ácido (pH entre 4,5 e 5,5) e com média fertilidade natural. Solos arenosos facilitam o crescimento lateral das raízes, evitando a formação de batatas tortas ou dobradas. Além disso, facilita a colheita, permitindo o arranque das batatas com menor índice de danos e menor esforço físico (EMBRAPA, CNPH, 2004).

Em virtude das suas características de rusticidade, fácil cultivo, ciclo vegetativo curto e grande capacidade de adaptação às diferentes condições edafo-climáticas, a batata-doce se encontra muito difundida em diversas regiões do Brasil. Entretanto, ela se adapta melhor aos climas onde as temperaturas são mais elevadas, pois além de não tolerar geada, seu desenvolvimento vegetativo e produtivo é prejudicado em temperaturas inferiores a 10º C (RAMAN & ALLEYNE, 1991).

A batata-doce é uma dicotiledônea, pertencente à família botânica Convolvulaceae, gênero *Ipomoea* e espécie *Ipomoea batatas* (L.) Lam (Schultz, 1968), possivelmente originaria das Américas Central e do Sul, sendo encontrada desde a Península de Yucatam, no México, até a Colômbia. Alguns autores afirmam

que essa hortaliça tenha sua origem na Ásia ou África (EDMOND & AMMERMAN, 1971; FOLQUER, 1978; PEIXOTO & MIRANDA, 1984; BARRERA, 1986). Relatos de seu uso remontam de mais de dez mil anos, com base em análise de batatas secas encontradas em cavernas localizadas no vale de Chilca Canyon, no Peru e em evidências contidas em escritos arqueológicos encontrados na região ocupada pelos Maias, na América Central (SILVA *et al.*, 2002).

A batata-doce possui dois tipos de raízes: as de reservas ou tuberosas, que constituem a principal parte de interesse comercial, e as de raízes absorventes, responsáveis pela absorção de água e nutrientes do solo. As raízes tuberosas se formam desde o início do desenvolvimento da planta, sendo facilmente identificadas pela maior espessura, pela pouca presença de raízes secundárias e por se originarem dos nós. Já as raízes absorventes se formam a partir do meristema cambial, tanto nos nós quanto nos entrenós, são abundantes e altamente ramificadas, o que favorece a absorção de nutrientes (SILVA *et al.*, 2002).

A batata-doce é rica em carboidratos (amido principalmente), com teores de 13,4 a 29,2%, açúcares redutores de 4,8 a 7,8%, fornecendo em cada 100 gramas, 110 a 125 calorias, e apresenta baixo teor de proteínas (2,0 a 2,9%) e de gorduras (0,3 a 0,8%). Como fonte de minerais, a batata-doce fornece em cada 100 gramas, os seguintes teores: Cálcio (30mg), fósforo (49 mg), potássio (273mg), magnésio (24mg), enxofre (26mg) e sódio (13mg), vitaminas C e do complexo B, podendo apresentar altos teores de vitamina A (SOARES *et al.*, 2002; SILVA, 2003).

A batata-doce, em função do seu sistema radicular muito ramificado, apresenta alta capacidade de exploração e esgotamentos do solo, o que a torna eficiente na absorção e exportação de nutrientes (FILGUEIRA, 2000). Entretanto, esta característica leva a uma rápida diminuição da reserva de nutrientes do solo,

refletindo na queda de produção dos cultivos sucessivos na mesma área, exigindo maior demanda por nutrientes. Nessa situação, quando o solo apresenta fertilidade inadequada para a cultura, faz-se necessário o uso da adubação em maior quantidade (SILVA *et al.*, 2002).

A resposta da batata-doce à adubação depende das condições do solo. Quando cultivada em solos com fertilidade natural média a alta, geralmente, não há resposta à adubação. Mas em solos pouco férteis o uso de fertilizantes minerais e orgânicos proporciona incremento significativo na produtividade (MONTEIRO *et al.*, 1997). Contudo, em solos com alta disponibilidade de nutrientes ocorre intenso crescimento da parte aérea, em detrimento da formação de raízes tuberosas, sendo que, as cultivares respondem de modo distinto à aplicação de nutrientes. Enquanto algumas apresentam grande desenvolvimento de raízes, outras apresentam crescimento vegetativo exuberante (CHAVES & PEREIRA, 1985).

A planta de batata-doce sob cultivo com deficiência nutricional pode causar abscisão das folhas (CHAVES & PEREIRA, 1985); induzindo a produção de tubérculos pequenos, com baixa aceitação no mercado (MONTEIRO *et al.*, 1997). Além disso, provoca atraso no crescimento; redução no acúmulo de amido e de glicose nos tubérculos, alterando as características importantes no armazenamento, como textura e firmeza de raízes (CHAVES & PEREIRA, 1985).

3.2 Matéria orgânica

A matéria orgânica ou adubo orgânico é todo produto proveniente de qualquer resíduo de origem vegetal, animal, urbano ou industrial, composto de carbono degradável, ou ainda, toda substância morta no solo proveniente de plantas, microorganismos, excreções animais, quer da meso ou micro fauna (PRIMAVESI, 1990).

Apesar do baixo teor de nutrientes, contendo apenas 10 ou 20% dos nutrientes encontrados nos fertilizantes químicos existentes, os adubos orgânicos são de fundamental importância para agricultura, visto que atua nos mecanismos físicos e biológicos do solo (YAMADA, 1995), melhorando as suas condições físicas, químicas e biológicas (JORGE, 1988). Desde a Antigüidade que este material vem sendo usado como adubo para melhorar a estrutura do solo, principalmente, pelos chineses no Oriente (KIEHL, 1985).

Para melhorar a capacidade produtiva do solo e propiciar altas produtividades das culturas, é necessário o conhecimento dos processos da dinâmica da matéria orgânica no solo, bem como dos fatores climáticos e fisiológicos (MIYASAKA, 1997).

Para implementar a agricultura orgânica e a produção de alimentos isentos de agrotóxico deve-se utilizar resíduos orgânicos como agentes de melhoria físico-químico-biológico dos solos (TAGLIARI, 2000; OESTERROHT, 2000). Nesse sentido, os fundamentos que preconizam o sistema de produção orgânica têm como alvo principal a permanente incorporação de matéria orgânica aos solos cultivados (COSTA & CAMPANHOLA, 1997).

A adição de matéria orgânica ao solo promove uma série de benefícios, que refletem sobre os rendimentos das culturas. Uma das principais vantagens é a incorporação ao solo de dois elementos químicos essenciais que não existem no

material de origem: carbono e nitrogênio (KIEHL, 1985). Além desses, a matéria orgânica, também fornece 80% do fósforo total encontrado no solo, além de enxofre (RAIJ, 1991; PIRES & JUNQUEIRA, 2001). No entanto, a disponibilidade de N para as plantas depende da taxa de mineralização da matéria orgânica, que vai depender da quantidade desse nutriente imobilizado e disponível; da temperatura, da umidade, do pH e da aeração do solo, das perdas do N por lixiviação e da relação C/N do material (FERREIRA *et al.*, 2003).

A matéria orgânica propicia a melhoria da fertilidade, a redução da acidez, do Al e Mn tóxico e da densidade do solo, além de influenciar no aumento do pH, da CTC, do transporte e disponibilidade de micro nutriente, e na melhoria da estrutura do solo. A melhoria da estrutura do solo, por sua vez, favorece de forma positiva o aumento na aeração, permeabilidade e infiltração de água, dando condições favoráveis para a sobrevivência dos microorganismos no solo, com reflexos positivos nos desempenhos das culturas (NDAYEGAMIYE & CÔTÉ, 1989; RODRIGUES, 1994; CARDOSO & OLIVEIRA, 2002). Nesse sentido, Varanine *et al.* (1993) enfatizam que a resposta de crescimento dos vegetais, pelo seu uso, não pode ser explicada somente pelo conteúdo de nutrientes nela existente, mas também, pela melhoria das condições físicas do solo, melhorando a absorção de nutrientes pelas plantas.

Uma das grandes vantagens da utilização de estercos e outros compostos orgânicos, comparados aos adubos químicos, é que, ao ser aplicado ao solo, parte desses tem efeito imediato e a maior parte efeito residual, ocorrendo um processo mais lento de decomposição (RODRIGUES, 1990). Dessa forma, eles permitem a liberação dos nutrientes à planta por mais tempo e, com isto, atende a sua exigência durante o ciclo da cultura (KIEHL, 1985; PRIMAVESI, 1990), reduzindo as perdas

por lixiviação, proporcionando economia no consumo de fertilizantes minerais (MELO et al., 2000) e diminuindo as quantidades de fertilizantes químicos a serem aplicados (ALMEIDA et al., 1982; SILVA JÚNIOR, 1986; MUNIS et al., 1992). Nesse sentido, Pires & Junqueira (2001) consideram a matéria orgânica uma fonte de nutrientes muito mais completa e equilibrada para as plantas do que os adubos minerais.

Nas hortaliças cultivadas em solos de clima tropical, em que sua decomposição se realiza de forma intensa, a utilização da adubação orgânica é essencial para repor os nutrientes que são liberados no processo de decomposição da matéria orgânica (SENESI, 1989; SWIFT & WOOMER, 1993). Nesse contexto, alguns autores destacam seus efeitos benéficos sobre o crescimento e produção das hortaliças (RAHMAN et al., 1997; HUNTER & TUIVALAGI, 1998; TIYEH et al., 2000).

A produção de hortaliças com adubação orgânica no Brasil, vem aumentando de forma significativa, principalmente, em função dos altos custos dos adubos minerais e dos benefícios que a matéria orgânica promove em solos trabalhados intensamente através de cultivos tradicionais (RODRIGUES, 1990). Existem diversas fontes de adubo orgânico, dentre este, o esterco bovino ou de curral que é o mais disponibilizado e, portanto, mais utilizado como fertilizante na agricultura. Entretanto, poucos são os trabalhos na literatura que indicam as doses de maior eficiência técnica e econômica para as culturas, principalmente para batata-doce (NORONHA, 2000).

No cultivo de hortaliças, verificam-se efeitos benéficos do esterco de curral, como fonte de adubo orgânico sobre a produtividade e qualidade dos produtos (FILGUEIRA, 2000), uma vez que, no solo, este exerce múltiplas ações diretas e

indiretas. A ação direta do esterco de curral está vinculada à presença de todos os elementos essenciais em quantidades pequenas, porém, como as quantidades aplicadas são altas, tornam-se significativos seus efeitos sobre a produção das hortaliças. Por outro lado, o seu efeito indireto, diz respeito às melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo (MALAVOLTA, 1981).

Em hortaliças e olerícolas, cujas partes comerciais são compostas por raízes e tubérculos, alguns autores verificaram efeitos positivos do emprego da adubação orgânica.

Em batata, Ramos *et al.* (2007) relataram que a dose de 15 t ha⁻¹ de esterco bovino promoveu maior produção de tubérculos. Menezes et al. (2002) constataram que o esterco caprino se constitui uma fonte alternativa de N e P nos solos da região Semi-árida, onde se cultiva a batata. Entretanto, Nunes (2002) e Araújo filho (2002), utilizando esterco bovino, afirmaram que esse adubo orgânico foi mais eficiente sobre o rendimento da batata, quando associado aos adubos químicos.

Em inhame, Oliveira *et al.* (2007) encontraram incremento do peso médio da tubera e da produção de tubera por planta com adubo orgânico. No entanto, Oliveira *et al.* (2001a e 2001b) verificaram que o esterco bovino foi mais eficiente quando associado ao NPK na produção de inhame.

Na batata-doce, Hollanda (1990) observou produção de raízes com máxima eficiência econômica, quando aplicou 40 t ha⁻¹ de esterco de curral. Enquanto que Bezerra (1997) alcançou produtividades superiores à média de produção no sistema convencional e Andrade & Veiga (2001) verificaram aumento da produtividade da batata-doce em função do esterco bovino. Entretanto, Freitas *et al.* (1999) observaram resposta positiva na produção de raízes, quando aplicaram composto orgânico. Barbosa (2005) afirmou que a maior produção de raízes foi obtida com 50 t

ha⁻¹. Também, Santos et al. (2006a e 2006b) e Oliveira et al. (2007) constataram aumento de produtividade de raízes de batata-doce com o emprego de esterco bovino.

3.3 Biofertilizante

O biofertilizante é o efluente líquido proveniente da fermentação metanogênica da matéria orgânica e água, sendo, portanto, o produto final da sua decomposição por uma série de microrganismos, gerando a produção de gás metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂) durante o processo fermentativo (SANTOS, 2001a e 2001b). Enquanto que para Penteado (1999), o biofertilizante é o produto final da fermentação da matéria orgânica, sob condições aeróbica ou anaeróbica, em meio líquido. Para Alves et al. (2001), os biofertilizantes são componentes bioativos oriundos da fermentação de compostos orgânicos que contêm células vivas ou latentes de microorganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) e por seus metabólitos e quelatos organo-minerais. Martins (2000) o define como fertilizante vivo, uma vez que o resíduo da produção de biogás pela fermentação anaeróbica, independente de líquido ou sólido, contém microorganismos e tem como característica principal, a presença de microorganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos, entre eles antibióticos e hormônios (BETTIOL et al., 1998).

Na década de 90, a utilização de biofertilizantes líquidos em sistema de cultivo orgânico teve um crescimento significativo no Brasil. A razão desse crescimento foi em decorrência da exigência da população por alimentos saudáveis, isto

é, sem a utilização de fertilizantes minerais e de agrotóxicos (VIGLIO, 1996; WILLER, 1999; KISS, 2004).

A produção de efluentes líquidos tem se difundido como uma forma de reciclagem de estercos e resíduos orgânicos e sua re-utilização serve como adubo orgânico e defensivo para o controle de fitomoléstias que infestam as plantas. Além disso, contribui para diminuir a poluição ambiental e a degradação do solo, o descarte de resíduos e a emissão de gases de efeito estufa.

O processo de fabricação do biofertilizante líquido, na ausência de ar (anaeróbio ou metanogênico) é obtido a partir da fermentação, em sistema fechado do esterco fresco de gado durante aproximadamente 30 dias para que ocorra o metabolismo de alterações nos componentes do esterco, mediante ação de microorganismo, liberando os macros e micros nutrientes e formando proteínas, vitaminas e hormônios, aumentando sua disponibilidade para promover o crescimento das plantas. O período para aplicação do biofertilizante varia de 30 dias (depois da fermentação) até os 60 dias após, desde que volte ao mesmo sistema fechado (SANTOS, 1992; BURG & MAYER, 1999).

Na agricultura orgânica, a aplicação de biofertilizantes líquidos se constitui uma das formas utilizada no manejo trofobiótico de pragas e doenças. Essa estratégia é baseada no equilíbrio nutricional da planta (trofobiose), onde a resistência dela é gerada pelo melhor equilíbrio energético e metabólico do vegetal (CHABOUESSOU, 1987; PINHEIRO & BARRETO, 1996).

Os biofertilizantes funcionam como promotores de crescimento e como elicitores na indução de resistência sistêmica da planta contra o ataque de pragas, por ação repelente, fagodeterrente (inibidores de alimentação) ou afetando seu desenvolvimento e reprodução. A potência biológica de um biofertilizante pode ser

definida pela quantidade de microorganismos nele existentes e que são responsáveis pela liberação de metabólitos e entimetabólitos, entre eles vários antibióticos e hormônios vegetais (CASTRO *et al.*, 1992; BETTIOL *et al.*, 1998).

O biofertilizante tem sido utilizado por pequenos produtores em função principalmente do seu baixo custo e da facilidade com que este pode ser produzido na propriedade e pela sua ação como fonte nutricional sobre o metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes no solo (CHABOUESSOU, 1987).

Este insumo natural é recomendado não só na adubaçāo, mas também no controle de fitomoléstias, reduzindo assim os custos com insumos e defensivos (PRIMAVESI, 1989), além disso, apresenta nutrientes mais facilmente absorvíveis pelas plantas, quando comparados ao material orgânico antes do processo de biodigestão, sendo mais rico em nutrientes e húmus que o esterco que o originou, além de possuir granulação mais fina, o que facilita melhorias na estruturação do solo (ARIAS CHAVES, 1981; SILVA FILHO *et al.*, 1983).

Quanto aos aspectos nutricionais, os biofertilizantes líquidos quando aplicado em plantas frutíferas, a partir de pulverizações mensais aos níveis de 10 a 30 %, contribuem para um suprimento equilibrado de macro e micro nutrientes e permitem que o vegetal desenvolva todo o seu potencial genético e traduza em produtividade e resistência/tolerância aos ataques fitopatogênicos (PINHEIRO & BARRETO, 1996; PENTEADO, 1999; BETTIOL, 2001; SANTOS, 2001a e 2001b).

Em plantas olerícolas, as aplicações devem ser semanais (SANTOS, 1992). O biofertilizante provoca, ainda, aumento significativo da massa foliar, do número e tamanho das células vegetais e do espaçamento das paredes das células da camada de epiderme vegetal, da pigmentação colorida nos frutos e da concentração de licopeno (pigmentação vermelha), além de tornar os processos fotossintéticos

mais efetivos, gerando uma elevação na produção de pigmentação verde intensa (cloroplastos) e resistência das plantas aos agentes fitopatogênicos (SANTOS, 1996).

Segundo Prates e Medeiros (2001), devem-se realizar pulverizações foliar com biofertilizante em todas as fases fenológicas (brotação, vegetação, florescimento e frutificação) das plantas e também na pós-colheita, mantendo o equilíbrio metabólico vegetal.

A riqueza nutricional e biológica que os compostos orgânicos conferem ao solo e às plantas auxiliam sobremaneira no cultivo de plantas em sistemas orgânicos, permitindo melhorar as qualidades químicas, físicas e biológicas do solo e propiciando um crescimento vegetativo adequado à obtenção de produções técnicas e economicamente viáveis (SOUZA, 1997).

A aplicação de compostos orgânicos aos solos aumenta a sustentabilidade ambiental da agricultura através do incremento dos níveis de matéria orgânica deste, mediante todos os benefícios proporcionados por ela (MATHUR *et al.*, 1993).

Em hortaliças, os fertilizantes orgânicos líquidos aplicados via solo ou em pulverização sobre as plantas tem servido como suplementação de nutrientes na produção orgânica (SOUZA & RESENDE, 2003), bem como na melhoria das propriedades físicas do solo (estrutura e porosidade) proporcionado por eles. Além disto, aumenta a velocidade de infiltração de água, resultando em maiores respostas produtivas das culturas (CAVALCANTE & LUCENA, 1987; GALBIATTI *et al.*, 1991).

Medeiros (2000) constatou que pulverizações de biofertilizante líquido proveniente de fermentação aeróbica, produzido à base do composto orgânico Microgeo ® , em concentrações de 0,5 a 1%, manejada com uso concomitante da rocha moída MB-4 (mistura de micaxisto e serpentinita) e esterco bovino sobre o

solo, têm produzido resultados significativos na sanidade e na produção de pepino, berinjela, tomate, alface e pimentão, tanto em estufas como em condições de campo aberto.

Para Pinheiro e Barreto (2000), o uso de biofertilizante na concentração de 5%, além de fornecer nutrientes, adiciona ao solo metabólitos intermediários como enzimas, vitaminas e hormônios de crescimento, o que favorece a disponibilidade de nutrientes, pela ação de microorganismos.

Fernandes Filho (1989), após avaliar a ação do biofertilizante enriquecido nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro Álico, fase cerrado, sob cultivo de milho (*Zea mays L.*), registrou aumento dos teores de cálcio, magnésio, potássio, soma de bases, CTC, pH e redução dos teores de alumínio trocável. Figueiredo (2003) verificou que o biofertilizante aplicado ao solo, na dosagem de 15 l m⁻², elevou o teor de fósforo de 22 para 33,65 mg dm⁻³, o potássio de 0,2 para 0,25 cmolcdm⁻³ e magnésio de 0,3 para 0,45 cmolcdm⁻³.

Segundo Galbiatti *et al.* (1996) a acidez do solo pode ser reduzida e enriquecida quimicamente com a utilização continuada de biofertilizante. Essa ação se deve à capacidade do biofertilizante reter bases, pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas.

Nesse sentido, aumento nos teores de N, P, K, Ca e Mg no solo foram observados por Oliveira *et al.* (1986) e Vargas (1990) e concentração considerável de micro nutrientes como boro, cobre, cloro, ferro, molibdênio, manganês e zinco foram observados por Oliveira e Estrela (1984), em função do fornecimento de biofertilizante.

Em batata, resultados demonstrando a eficiência da associação do esterco bovino e do biofertilizante em tubérculos foram encontrados por Silva *et al.* (1995), os quais revelaram registros de elevação na produção de batata.

Em batata-doce, Barbosa (2005) encontrou 20 t ha⁻¹ e 17,01 t ha⁻¹ de raízes de batata-doce em função das doses de esterco bovino na presença do biofertilizante aplicado na folha e no solo, respectivamente. Oliveira *et al.* (2007) afirmaram que as máximas produtividades total de raízes de batata-doce foram 21,4 e 21,2 t ha⁻¹ alcançadas com as doses de 25,6 e 24,4 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença e ausência de biofertilizante, respectivamente.

O biofertilizante possui, também, ação bactericida, inseticida, nematicida e larvicida quando usado previamente em pulverizações foliares ou no solo (SANTOS, 1991 a e b; VAIRO *et al.*, 1993 a e b; SANTOS & AKIBA, 1996).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido no período de maio a setembro de 2006 na Estação Experimental de Lagoa Seca - PB, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – EMEPA-PB, localizada na microrregião do Brejo Paraibano, a uma latitude de 6° 58'12" S, longitude 32° 42'15" WE e a uma altitude de 534m (GONDIM & FERNANDES, 1980). Conforme a classificação bioclimática de Gaussem, nesta área, predomina o bioclima 3DTH nordestino subseco, com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.400 mm. Pela classificação de Koppen, o clima é do tipo AS', que se caracteriza por ser quente e úmido, com chuvas de outono-inverno. O solo da área, segundo Embrapa (1999), foi classificado como Neossolo Regológico Psamítico Típico, cujos dados de caracterização física e química se encontram na Tabela 1 e as características químicas do esterco bovino e do biofertilizante.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo, antes do plantio e características químicas do esterco bovino e do biofertilizante usados no experimento. Lagoa Seca - PB, 2006.

Características químicas*	Teores obtidos
Matéria orgânica (g dm^{-3})	13,19
pH em água (1:2,5)	6,50
P - Mehlich (mg dm^{-3})	94,76
K^+ (mg dm^{-3})	121,83
Na^+ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,03
Ca ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	3,50
Mg ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,75
Al^+ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,00
H+Al ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,00
Características físicas*	
Areia (g kg^{-1})	841,50
Silte (g kg^{-1})	88,00
Argila (g kg^{-1})	70,50
Densidade do solo (g cm^{-3})	1,37
Densidade de partículas (g cm^{-3})	2,61
Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	0,47
Características químicas do esterco bovino*	
Matéria orgânica (g dm^{-3})	182,07
Nitrogênio (g dm^{-3})	7,20
Carbono (g dm^{-3})	105,85
Relação C/N	14,10
P_2O_5 (g kg^{-1})	3,60
K_2O (g kg^{-1})	4,10
Características químicas do biofertilizante*	
N (g L^{-1})	0,96
P (g L^{-1})	0,44
K (g L^{-1})	0,65
S (g L^{-1})	0,54
Ca (g L^{-1})	0,93
Mg (g/L-1)	0,92
B (mg/L-1)	5,03
Cu (mg/L-1)	5,57
Na (mg/L-1)	210,38
Mn (mg/L-1)	77,55
Zn (mg/L-1)	242,70
Mg (g/L-1)	0,92

Na tabela 2, encontram-se os dados mensais referentes à temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica, durante a condução do trabalho.

Tabela 2. Dados climáticos do período de condução do experimento.

Meses	T máxima	T mínima	T média	Precipitação	UR
		°C		mm	%
Maio	24,8	18,1	20,6	78,0	90
Junho	23,1	16,1	19,4	186,0	93
Julho	22,9	15,9	18,9	85,0	92
Agosto	24,3	16,7	19,5	73,6	89
Setembro	26,4	16,8	20,3	21,4	86

Fonte: Estação Meteorológica da Estação Experimental de Lagoa – Seca - PB, 2006.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema de parcelas subsubdivididas 6 x 4 X 2 + 1 em quatro repetições, totalizando em 196 susubparcelas. A parcela experimental foi constituída de seis doses de esterco bovino (0, 10, 20, 30, 40, 50 t ha⁻¹), a subparcela de quatro concentrações de biofertilizante (0, 15, 30 e 45%), a subsubparcela de duas formas de aplicação do biofertilizante no solo e via foliar e um tratamento adicional com adubação química, conforme recomendação laboratorial.

As subsubparcelas foram constituídas de cinco leirões com 3,50 m de comprimento, onde foram eliminadas a fileira central e as duas plantas de cada extremidade, ficando a subsubparcela útil com 4 leirões de 2,5m de comprimento (40 plantas e 10 m²), as subparcelas de 16 leirões (160 plantas e 40 m²) e a parcela de

96 leirões (960 plantas e 240 m²). A área experimental foi preparada por meio de roço, aração, gradagem e confecções de leirões com auxílio de enxadas com aproximadamente 30 cm de altura.

A adubação constou das doses de esterco bovino e das concentrações de biofertilizante e suas formas de aplicação, definidas no delineamento experimental.

O biofertilizante foi aplicado no solo e via foliar nas concentrações de 0, 15, 30 e 45% aos 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 dias após o plantio (DAP). Foram aplicados 3 litros da solução (biofertilizante e água), de acordo com cada concentração, no solo em duas fileiras da subsubparcela (fileiras com 3,5 m de comprimento) e depois a mesma quantidade em duas fileiras sendo sobre as folhas.

No tratamento químico, a adubação seguiu recomendação laboratorial, segundo os resultados da análise do solo (Tabela 1) e as exigências da cultura. Sendo fornecidos no plantio os níveis correspondentes a 30 kg ha⁻¹ de N e 10 kg ha⁻¹ de K₂O e em cobertura, 60 kg ha⁻¹ de N e 20 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelados em partes iguais, aos 30 e 45 dias após o plantio. Utilizou-se como fonte de N e K₂O, sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. Não foi recomendada a aplicação de fósforo porque o teor deste nutriente no solo era alto.

O biofertilizante foi preparado seguindo a metodologia de Santos (1992) que consistiu na fermentação por trinta dias, em recipiente plástico, na ausência de ar, de uma mistura contendo esterco bovino fresco e água na proporção de 50% (volume/volume = v/v). Além desses ingredientes, foram adicionados 2% de cinza vegetal, 2,5% de cama-de-galinha e 1% de calcário. Para se obter o sistema anaeróbio, a mistura foi colocada em uma bombona plástica de 200 litros deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior, sendo fechada hermeticamente, e adaptada uma mangueira à tampa, mergulhando a outra extremidade, num

recipiente com água com altura de 20 cm, para a saída de gases. As características químicas do biofertilizante, realizada após o processo de fermentação, encontram-se descritas na Tabela 1.

No plantio foram utilizadas ramas da variedade Rainha Branca, batata-doce de boa aceitação comercial na região, retiradas de plantio jovem, em área próxima ao experimento, cortadas com um dia de antecedência para facilitar o manejo e seccionadas em pedaços de aproximadamente 40 cm de comprimento, contendo em média oito entrenós. Duas ramas por cova foram enterradas pela base com auxílio de um pequeno gancho, na profundidade de 10 a 12 cm em covas abertas no topo dos leirões distanciados entre si de 0,50 m, ficando os leirões espaçados de 1,0 m com altura de 30 cm.

Durante a condução da cultura foram realizadas duas capinas e duas amontoas com auxílio de enxada, para manter a cultura livre de plantas daninhas e refazer os leirões, respectivamente. Foram efetivadas quatro irrigações suplementares de 15 mm pelo método de aspersão no período de 10, 20, 30 de agosto e 10 de setembro, procurando manter a disponibilidade de umidade suficiente para o desenvolvimento normal da cultura. Não foi necessária a aplicação de defensivos em virtude da ausência de pragas e doenças que pudessem causar danos econômicos.

A colheita foi realizada aos 110 dias após o plantio, período caracterizado pela maturação fisiológica da batata-doce. As raízes colhidas foram conduzidas para galpão para obtenção dos componentes de produção.

4.2 VARIÁVEIS AVALIADAS

4.2.1 Produtividades total, comercial e não-comercial de raízes

As produtividades comercial e não-comercial de raízes de batata-doce foram determinadas mediante o peso de raízes superior e inferior a 80 g, respectivamente, em cada tratamento, conforme Embrapa (1995), sendo os resultados expressos em toneladas por hectare. A produtividade total foi determinada pelos pesos de raízes comercial e não-comercial, em cada tratamento, sendo os seus resultados expressos em toneladas por hectare.

4.2.2 Produção e número de raízes comerciais e não comerciais por planta e peso médio de raízes comerciais

A produção e o número de raízes comerciais e não-comerciais por planta foram determinados através de pesagem e contagem das raízes comerciais nessas classificações, em cada parcela útil, divididos pelo número de plantas.

O peso médio de raízes comerciais foi obtido mediante o quociente entre o peso de raízes comerciais e o número de raízes comerciais colhidas em cada tratamento.

4.2.3 Produção de matéria seca foliar

Aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após plantio foram colhidas duas plantas por subsubparcela, destacando suas folhas e acondicionado-as em sacos de papel. As amostras foram levadas para o Laboratório da EMBRAPA/CNPA-Algodão em Campina Grande - PB, sendo postas para secar em estufa de circulação de ar

forçado a 65°C até peso constante, onde se determinou a produção da matéria seca mediante a pesagem das amostras.

4.2.4 Teores de N, P e K foliar

Aos 76 dias após o plantio, foram coletadas vinte folhas do terço médio das plantas de cada tratamento, acondicionado-as em sacos de papel. As amostras foram levadas para o Laboratório da EMBRAPA/CNPA-Algodão em Campina Grande - PB, onde foram postas para secar em estufa a 65°C até peso constante, sendo posteriormente moídas para a determinação dos teores de N, P e K, de acordo com a metodologia de Tedesco *et al.* (1995).

4.2.5 Teores de matéria orgânica no solo após a colheita

No final do experimento foram coletadas amostras de solo de todos os tratamentos a 20 cm de profundidade, sendo levadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, onde foram determinados os teores de matéria orgânica do solo.

4.2.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos a análises de variância com os quadrados médios comparados pelo teste F e as médias dos tratamentos das formas de aplicação no solo ou via foliar pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Também, foram realizadas análises de regressão polinomial para avaliar os efeitos das doses de esterco bovino e de biofertilizante, testando-se os modelos linear e quadrático, sendo selecionado para explicar os resultados, aquele que apresentar o maior valor

do coeficiente de determinação (R^2) e que melhor represente o comportamento dos resultados obtidos. Para realização das análises utilizou-se o software SAS 5.0.

4.2.7 Análise econômica

A partir do ajuste das equações, calculou-se a dose de esterco bovino que proporcionou a produção máxima econômica de raízes comerciais. Para minimizar os efeitos da variação cambial, empregou-se uma relação de troca, ao invés de moeda corrente, igualando-se a derivada segunda às relações entre preço do produto e do insumo (Raij, 1991; Natale *et al.*, 1996), vigentes em Lagoa Seca - PB, em 2006. Buscou-se assim, dados mais estáveis pela relação $DME = b + 2cx - r$. A dose mais econômica (DME) foi calculada pela equação:

$$DME = \frac{b - re}{2c}, \text{ onde:}$$

DME = Dose Máxima Econômica;

b = Coeficiente do componente linear;

re = Relação de equivalência, obtida pela relação preço (kg) da cama de galinha e preço do kg de batata;

c = Coeficiente do componente quadrático.

Nesse estudo, os valores utilizados para as variáveis raízes comerciais de esterco bovino e concentrações de biofertilizante foram respectivamente, 0,02 kg e 0,05/kg e R\$ 0,50/kg de batata-doce. Dessa maneira, a 'moeda' utilizada nos cálculos da dose econômica de esterco bovino foi a própria raiz. Assim, a relação de equivalência entre o quilograma de esterco bovino e o quilograma de raízes foi igual a 0,1 e entre o litro de biofertilizante e o quilograma de raiz foi 0,04 para esta pesquisa, porém essa relação de preços pode variar a cada ano, conforme a demanda e a oferta.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Produtividades total, comercial e não-comercial de raízes.

De acordo com os resumos da análise de variância para as produtividades: total, comerciais e não-comerciais de raízes de batata-doce, observou-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) pelo Teste F das doses de esterco bovino, das concentrações de biofertilizante e das formas de aplicação do biofertilizante, não havendo diferença estatística para as concentrações de biofertilizante na presença de esterco bovino, formas de aplicação dentro de esterco e dentro de biofertilizante e da interação entre esterco x biofertilizante x formas de aplicação (Tabela 3).

As médias de produtividades total, comercial e não-comercial de raízes de batata-doce se ajustaram aos modelos linear e quadrático, ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) pelo Teste F, em função das doses de esterco bovino e das concentrações de biofertilizante (Tabela 3). Para os tratamentos orgânicos versus químico, não houve significância para as produtividades (Tabela 4).

Tabela 3. Resumos das análises de variância e de regressão e quadrados médios para produtividade total (PTR), comercial (PRC) e não-comercial (PNRC) de raízes de batata-doce. Lagoa Seca - PB, 2006.

Fonte de Variação	GL	PRT	PRC	PNRC
QUADRADOS MÉDIOS				
Bloco	3	12,65 ^{ns}	10,57 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Esterco (E)	5	183,17**	127,55**	6,04**
Biofertilizante (B)	3	245,13**	160,55**	1,17**
E x Bloco (res. a)	15	1,10 ^{ns}	0,741 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Esterco x Biofertilizante	15	2,94 ^{ns}	2,74 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo (b)	54	2,39	1,85	0,50 ^{ns}
Forma de aplicação	1	383,76**	177,69**	39,19**
Forma x Esterco	5	1,41 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Forma x Biofertilizante	3	5,88 ^{ns}	4,22 ^{ns}	0,312 ^{ns}
Ex Bx Forma	15	0,78 ^{ns}	1,054 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Esterco				
Efeito linear	1	229,92**	199,48**	1,08 ^{ns}
Efeito quadrático	1	265,91**	167,07**	11,43**
Biofertilizante				
Efeito linear/solo	1	81,93**	36,67**	8,98**
Efeito quadrático/solo	1	348,85**	232,41**	11,78**
Efeito linear/folha	1	67,67**	37,71**	4,35**
Efeito quadrático/folha	1	167,78**	110,33**	5,99**
EstercoLxBioL/solo	1	0,47 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,01 ^{ns}
EstercoLxBioL/folha	1	1,33 ^{ns}	1,49 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Fert orgânica x Fert conv.		27,03 ^{ns}	3,87 ^{ns}	1,04 ^{ns}
Res (c)	72	2,36	1,80	0,38
Total	191	2469,26	1647,22	161,37
CV% E e B x conv.		21,53	23,56	21,89
CV% biof solo		9,28	10,87	14,59
CV% biof foliar		10,87	13,35	12,30

NS, * e ** = Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

PTR = produção total de raízes, PRC = produção de raiz comercial, PNRC = produção de raízes não-comercial.

5.1.1 Produtividade total de raízes

A maior produtividade total de raízes foi de 17,37 t ha⁻¹, obtida com 30,84, t ha⁻¹ do insumo, com um ganho de 35,17% em relação àquela obtida na ausência do esterco bovino (Figura 1). Santos *et al.* (2006 a), Santos *et al.* (2006 b), Oliveira *et al.* (2007), Barbosa (2005) e Santos *et al.* (2007), também obtiveram incrementos de produtividade total de raízes de batata-doce com o emprego de esterco bovino, as quais variaram de 17,71 a 32 t ha⁻¹ e produtividades de 12,18 a 18,50 t ha⁻¹, respectivamente.

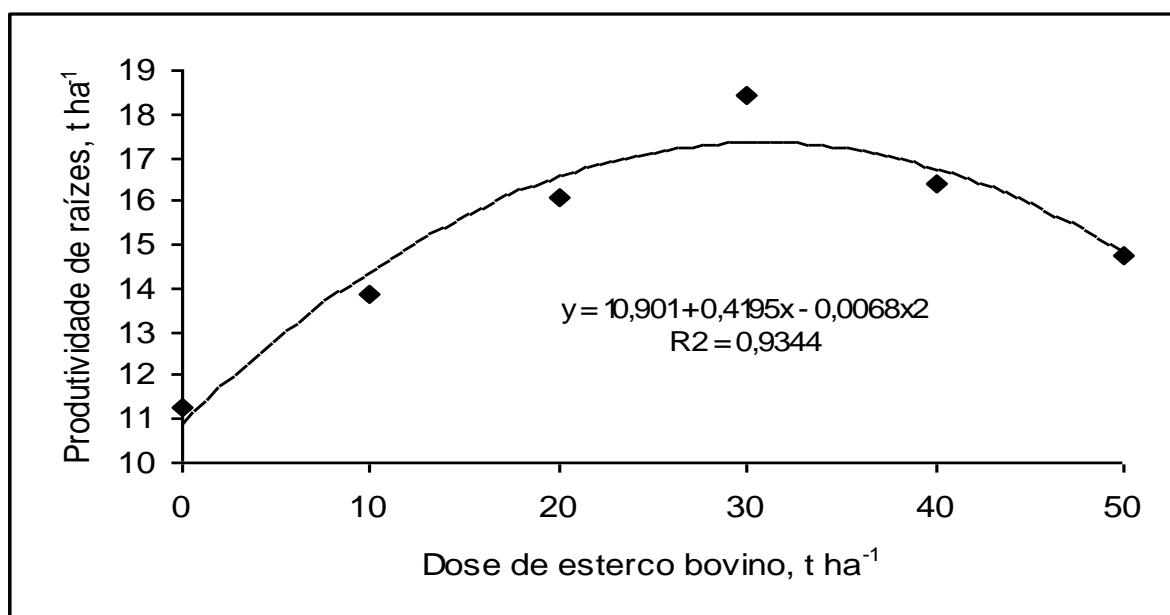


Figura 1. Produtividade total de raízes de batata-doce (PTR), em função de doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com relação às concentrações de biofertilizante, as maiores produtividades total de raízes de batata-doce foram de 15,39 e 13,11 t ha⁻¹, obtidas nas concentrações de 29 e 28%, aplicadas no solo e via foliar, respectivamente (Figura 2). Essas produtividades foram superiores em 27,77 e 24,39%, respectivamente em relação aos tratamentos sem biofertilizante. Quando o biofertilizante foi aplicado no solo a produtividade foi superior em 2,48 t ha⁻¹ em relação a sua aplicação via foliar

(Figura 2). Resultados superiores foram alcançados por Oliveira *et al.* (2007), os quais obtiveram 21,4 e 21,2 t ha⁻¹ de raízes alcançadas com as doses de 25,6 e 24,4 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença e na ausência de biofertilizante, respectivamente.

Verificou-se que não houve diferença significativa entre a fertilização orgânica e química para produtividade total de raízes batata-doce. Entretanto, era de se esperar superioridade da fertilização química, porque a batata-doce responde de forma positiva ao emprego de NPK (Filgueira, 2000). Contudo, esse resultado é indicativo de que os nutrientes presentes no esterco bovino e no biofertilizante são suficientes para proporcionarem boa produtividade total de raízes de batata-doce (Tabela 4). Por outro lado, Barbosa (2005) encontrou diferença estatística, cujos valores foram 24,25 e 17,97 t ha⁻¹, quando se adicionou ao solo fertilizantes químicos e orgânicos, respectivamente.

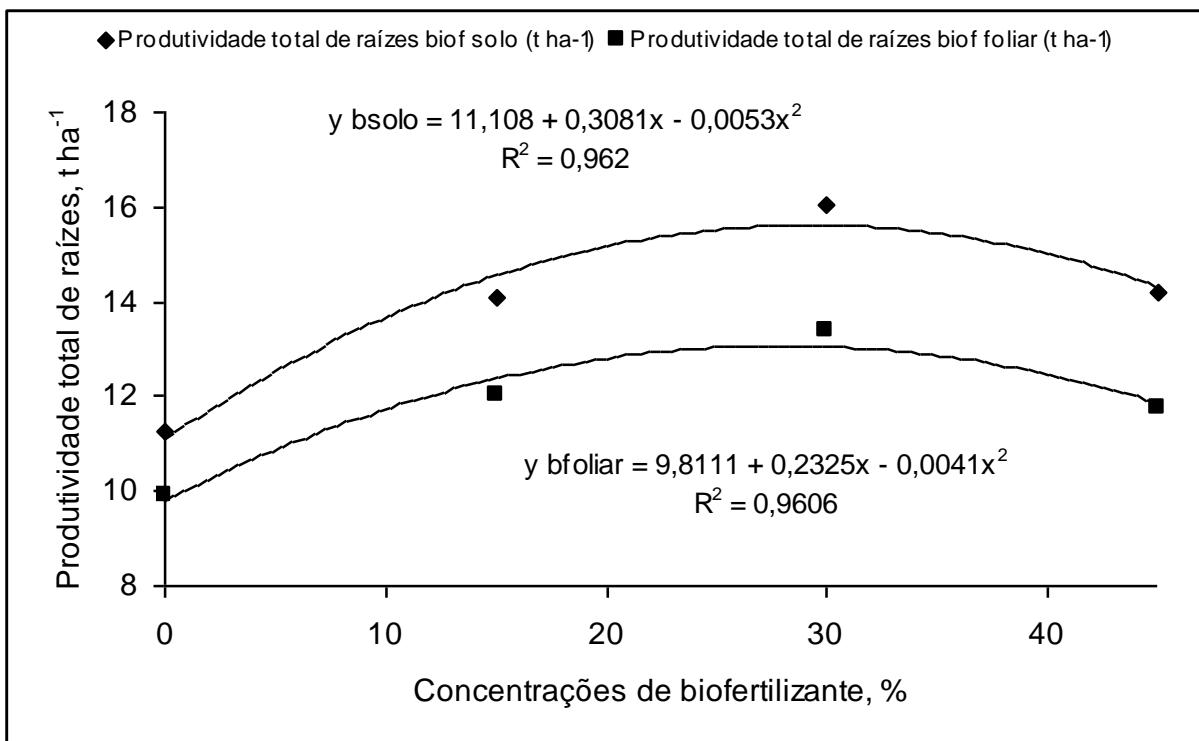


Figura 2. Produtividade total de raízes de batata-doce (PTR) em função de concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

5.1.2 Produtividade de raízes comerciais

A exemplo do ocorrido para a produtividade total de raízes, também foi escolhido o modelo quadrático de regressão para explicar a resposta de produtividade comercial às doses de esterco bovino e concentrações de biofertilizante. Por meio das derivadas da equação, observou-se que a maior produtividade de raízes comerciais foi de 13,11 t ha⁻¹, alcançada com a aplicação de 31,24 t ha⁻¹ de esterco bovino, verificando-se um ganho de 40,77% em relação àquela obtida na ausência do esterco (Figura 3). Efeitos positivos do emprego de esterco bovino foram relatados por Barbosa (2005), Santos *et al.* (2006 a), Santos *et al.* (2006 b), Oliveira *et al.* (2007) e Santos *et al.* (2007), os quais obtiveram incrementos de produtividade de raízes comerciais de batata-doce com o emprego

de esterco bovino variando de 16,95 a 30,00 t ha⁻¹ e produtividades de 12,90 a 20,40 t ha⁻¹, respectivamente.

A eficiência do esterco bovino em elevar a produtividade de raízes comerciais de batata-doce, possivelmente esteja relacionada à sua composição química e à melhoria proporcionada as propriedades físicas e biológicas do solo, pelo fornecimento de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, melhorando as condições químicas para o desenvolvimento das raízes (FILGUEIRA, 2000).

A obtenção de 13,11 t ha⁻¹ de raízes comerciais de batata-doce, alcançada com a aplicação de esterco bovino superou o rendimento médio do Estado da Paraíba (9,03 t ha⁻¹) e o do Brasil (11,52 t ha⁻¹). Os pequenos agricultores que não têm capital financeiro para adquirir insumos químicos e disponibilizam de esterco bovino na propriedade podem fertilizar a batata-doce com esse adubo orgânico, reduzindo o uso de adubos químicos e minimizando a contaminação do meio ambiente.

O modelo quadrático foi ideal para explicar a produtividade comercial de batata-doce, em função da aplicação do esterco bovino, o qual permite a determinação de sua dose econômica, mediante a derivada da equação de regressão $y=7,5495+ 0,3561x - 0,0057x^2$ (Raij, 1991, Natale *et al.*, 1996 e Tavares Sobrinho, 2001), que representa a produtividade comercial de batata-doce da pesquisa, calculou-se a dose econômica de esterco bovino pela equação:

$$DME = \frac{b - re}{2c},$$

Substituído os valores, temos:

$$DME = \frac{0,3561 - (0,05/0,50)}{2 (0,0057)} = 22,46 \text{ t ha}^{-1}$$

De acordo com Natale *et al.* (1996), a dose mais econômica, que define a quantidade de fertilizantes ou de um nutriente específico, a se aplicar para a obtenção de receita máxima por área, corresponde ao ponto em que a quantidade aplicada proporciona a máxima distância entre a linha de custo do insumo e a curva de resposta. Por outro lado, a máxima eficiência técnica M.E.T. (obtida ao igualar à primeira derivada a zero), representa a dose de fertilizante onde a resposta da produção atinge o máximo.

No caso dessa pesquisa, para uma relação de equivalência igual a 0,1, a dose econômica de esterco bovino foi $22,46 \text{ t ha}^{-1}$ que proporcionou uma produção de $12,67 \text{ t ha}^{-1}$ de raízes comerciais de batata-doce, enquanto que a máxima produtividade foi de $13,11 \text{ t ha}^{-1}$ de raízes comerciais alcançada com de esterco bovino.

A receita prevista devido à utilização do esterco pode ser calculada pelo aumento de produção, proporcionado pela dose econômica, custo do fertilizante e pela receita obtida. Igualando-se a derivada primeira à zero, pode-se calcular o aumento de produção proporcionado pelo esterco bovino. A produtividade obtida com a dose econômica foi de $12,67 \text{ t ha}^{-1}$, que foi superior em $4,90 \text{ t ha}^{-1}$ em relação a testemunha. Deduzindo-se o custo de aquisição de $22,46 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino, que equivale a $2,25 \text{ t}$ de raízes, diminuindo-se essa produção de $4,90 \text{ t ha}^{-1}$ obteve-se uma receita prevista de $2,65 \text{ t ha}^{-1}$ de raízes comerciais em função do seu uso.

A dose econômica foi igual à dose estimada para obtenção da produção máxima de raízes comerciais, representando 71,89% da M.E.T, demonstrando a viabilidade econômica da produção de batata-doce, considerando os índices empregados nesse trabalho, em solos com baixo teor de matéria orgânica. Nesse contexto, Santos *et al.* (2006 a) e Santos *et al.* (2006 b) obtiveram doses econômica

de 30,00 e 16,54 t ha⁻¹ de esterco bovino. Enquanto, Santos *et al.* (2007), avaliando doses de húmus de minhocas, encontraram uma dose econômica de 16,54 t ha⁻¹, cujo valor foi inferior ao desta pesquisa.

Considerando que, o solo da área experimental apresentava teor baixo de matéria orgânica (13,19 g kg⁻¹), os resultados positivos obtidos de produtividades de raízes comerciais de batata-doce, em função do emprego de esterco bovino adicionados ao solo devem-se, provavelmente, ao papel preponderante da matéria orgânica presente nesse insumo orgânico, sendo responsável pelo fornecimento de nutrientes; pela elevação da umidade do solo; pela melhoria de sua estrutura; e pelo aumento da capacidade de troca catiônica, ocorrida por meio da formação de complexos húmus-argila (Marchesini *et al.* 1988; Yamada, 1995; Yamada e Kamata, 1989), proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes originalmente presentes no solo.

Portanto, juntamente com os nutrientes inicialmente presentes no solo, as doses de esterco bovino foram responsáveis pelas máximas produções, suprindo, de forma equilibrada as necessidades nutricionais da batata-doce. Isso porque a aplicação adequada de matéria orgânica pode suprir as necessidades das plantas em alguns macros nutrientes, devido à elevação de seus teores (Raij, 1991). Nesse sentido, Soares *et al.* (2002), Barbosa (2005), Santos *et al.* (2006a; 2006b; 2007) e Oliveira *et al.* (2007) relataram que a adubação com fontes orgânicas no cultivo da batata-doce, especialmente os estercos de animais, traduz-se no aumento de produção de raízes.

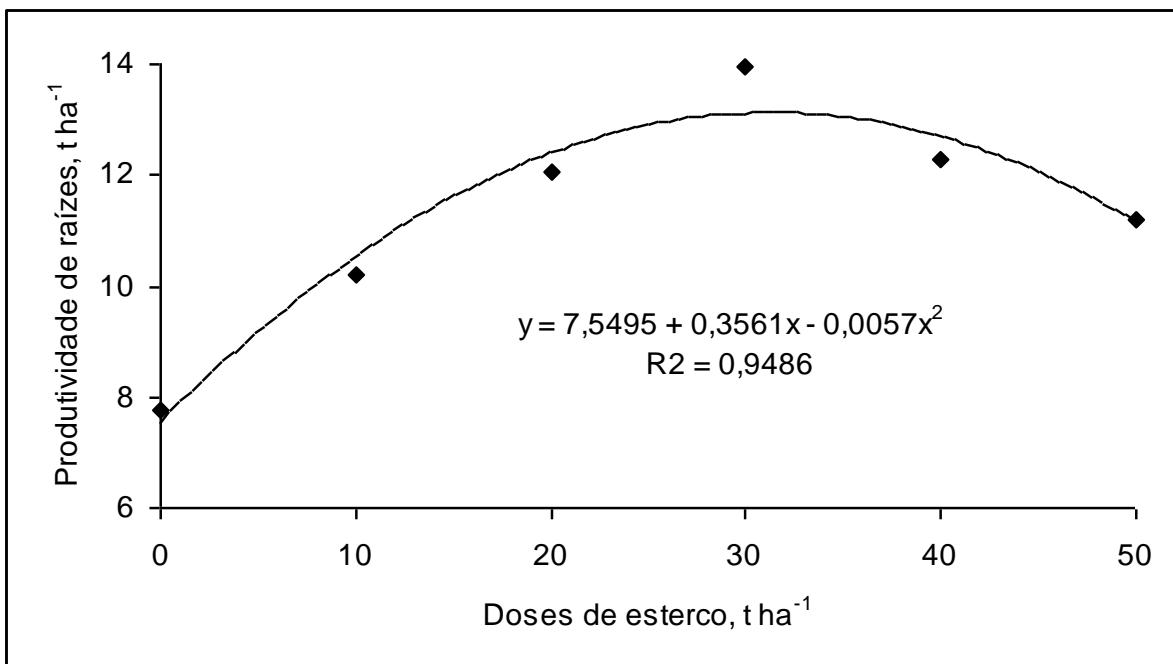


Figura 3. Produtividade de raízes comerciais de batata-doce (PRC) adubada com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com referência às concentrações de biofertilizante, as maiores produtividades de raízes comerciais de batata-doce foram de 11,01 e 9,70 t ha⁻¹, obtidas nas concentrações de 30 e 27%, aplicados no solo e via foliar, respectivamente, obtendo-se, incrementos de 29,43 e 25,26% em relação aos tratamentos não fertilizados com biofertilizante. Também, quando o biofertilizante foi aplicado no solo, a produtividade de raízes comerciais foi superior em 11,90% em relação a sua aplicação via foliar (Figura 4). Barbosa (2005) obteve valores superiores: 11,6 e 14,72 t ha⁻¹ quando aplicou biofertilizante no solo e foliar, respectivamente, numa concentração de 20%.

Mediante as derivadas segundas das equações de regressão $y=7,6203+0,224x - 0,0037x^2$ e $y= 7,1614 + 0,1885x - 0,0035x^2$ (Raij ,1991, Natale *et al.*,1996 e Tavares Sobrinho, 2001), que representa a produtividade comercial de batata-doce da pesquisa, calculou-se a concentração máxima econômica do biofertilizante (CMEB) aplicado no solo e via foliar pelas equações:

$$CMEB = \frac{0,224 - (0,02/0,50)}{2 (0,0037)} = 25\%$$

$$CMEB = \frac{0,1885 - (0,02/0,50)}{2 (0,0035)} = 21\%$$

As concentrações econômicas obtidas com o biofertilizante aplicado no solo e via foliar representaram 83,33% e 77,78%, respectivamente das M.E.T. (máximas eficiências técnicas), demonstrando a viabilidade econômica da produção de batata-doce, considerando os índices empregados nesse trabalho, em solos com baixo teor de matéria orgânica. Neste contexto, pode-se inferir que os produtores podem utilizar 22,46 t ha⁻¹ de esterco bovino ou o biofertilizante nas concentrações de 25% e 21% aplicados no solo ou via foliar, respectivamente como as doses econômicas para obtenção de raízes comerciais de batata-doce, principalmente quando disponibilizarem desses insumos orgânicos na propriedade e não possuírem recursos financeiros para aquisição de adubos químicos.

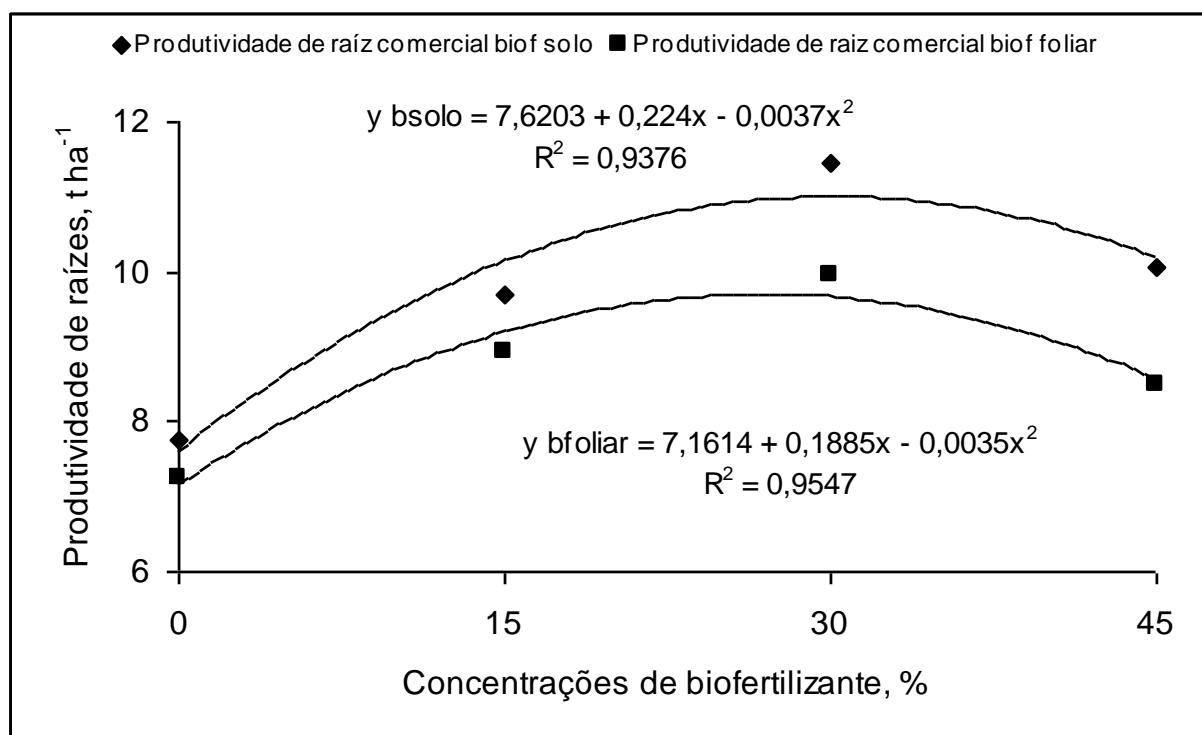


Figura 4. Produtividade de raízes comerciais de batata-doce (PRC) com concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

Não houve diferença significativa entre a fertilização orgânica e química para produtividade de raízes comerciais de batata-doce (Tabela 4). Os resultados estão em concordância com os de Barbosa (2005), que também não obteve diferença estatística entre os dois tipos de fertilização.

Tabela 4. Produtividades total (PTR), de raízes comercial (PRC) e de raízes não-comercial (PRNC), em função da fertilização orgânica versus fertilização química. Lagoa Seca - PB, 2006.

Tratamento	PTR (t ha ⁻¹)	PRC (t ha ⁻¹)	PRNC (t ha ⁻¹)
Fertilização orgânica	16,53	12,35	4,18
Fertilização química	19,16	13,34	4,70
CV (%)	21,53	23,56	21,89

A superioridade das produtividades de raízes comerciais de batata-doce quando o biofertilizante foi fornecido ao solo em relação ao via foliar pode estar associado a um fornecimento equilibrado de macro e micronutrientes no ambiente radicular, cujo tempo de contato das raízes com o biofertilizante foi maior, e menor a evapotranspiração, podendo ter aumentado a absorção de água e de nutrientes pelas plantas. De acordo Gabaltti (1991) e Souza & Resende (2003), a aplicação de fertilizantes orgânicos em sua forma líquida em hortaliças pode proporcionar maior deslocamento dos nutrientes necessários para as plantas, por facilitar a infiltração de água, devido à matéria orgânica contribuir para melhoria das condições edáficas, principalmente, as propriedades físicas do solo resultando em maior produtividade (CAVALCANTE & LUCENA, 1987; GALBIATTI *et al.*, 1991).

Verificou-se ainda que houve aumento das produtividades de raízes comerciais de batata-doce em função das doses de esterco bovino e das concentrações de biofertilizante até a máxima eficiência técnica (MET), onde a partir

desses valores, houve queda nas produtividades de raízes, podendo ser, possivelmente ao excesso de nutrientes fornecidos à cultura, (MALAVOLTA, 1989; HUETT, 1989; SMITH & HADLEY, 1989), acarretando elevação da condutividade elétrica, desequilíbrio nutricional, prejudicando a absorção de nutrientes essenciais pela cultura da batata-doce, resultando em menores produções de raízes tuberosas (Silva *et al.*, 2002).

5.1.3 Produtividade de raízes não-comerciais

Através da derivada da equação obteve-se com 28,82 t ha⁻¹ de esterco bovino, 4,26 t ha⁻¹ de raízes não-comerciais de batata-doce, constatando-se aumento de 18,07% em relação àquela obtida sem o esterco (Figura 5). No entanto, Barbosa (2005) observou que o esterco bovino foi responsável pelas médias mais baixas para a produção não-comercial e Santos *et al.* (2007) obtiveram valor inferior (2,46 t ha⁻¹), quando aplicaram ao solo 15 t ha⁻¹ de húmus de minhoca.

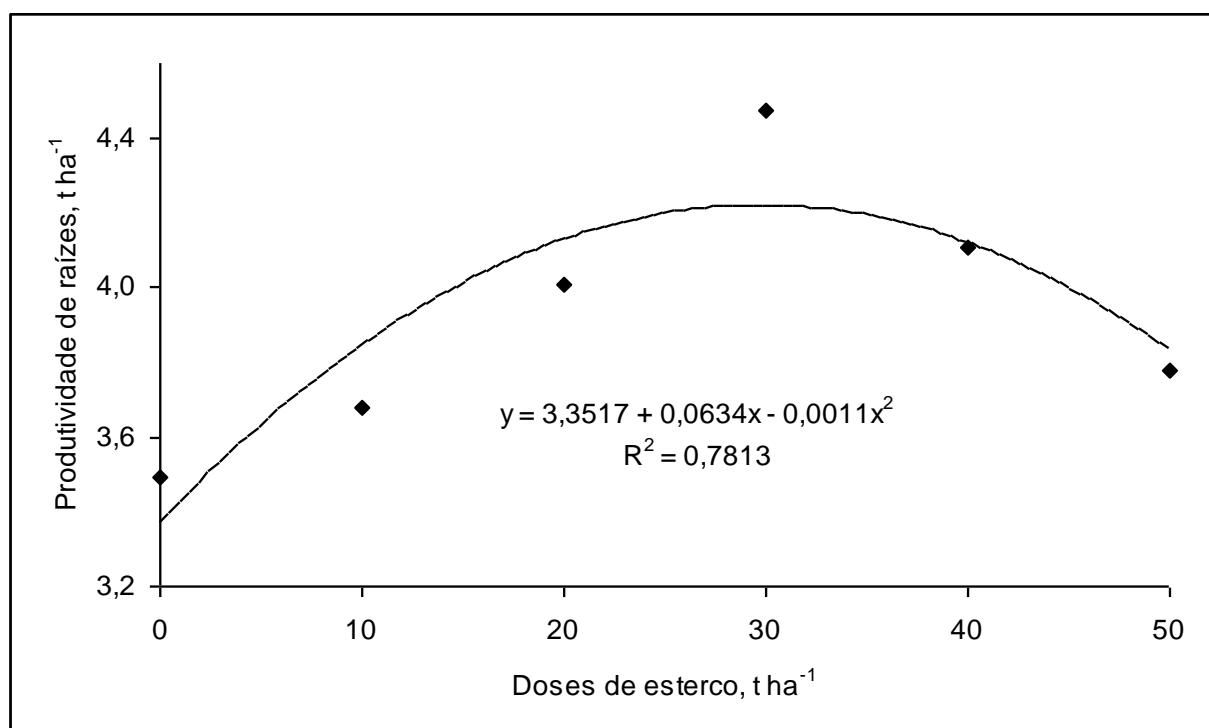


Figura 5. Produtividade de raízes não-comerciais de batata-doce (PRNC), em função de doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Quanto ao biofertilizante, as maiores produtividades de raízes não-comerciais de batata-doce foram 4,22 e 3,61 t ha⁻¹, alcançadas nas concentrações de 23 e 27%, respectivamente, aplicado no solo e via foliar. O biofertilizante aplicado no solo propiciou produtividade de raízes não-comerciais superior em 14,45% em relação a sua aplicação via foliar (Figura 6). Relacionando-se a produtividade de raízes comercial e não-comercial com a total, verificou-se que as raízes comerciais representaram 75,48% da total e as não-comerciais 24,52%, evidenciando-se com isto que o esterco bovino e o biofertilizante influenciaram de forma significativa no aumento da produção de raízes superiores a 80 g (comerciais).

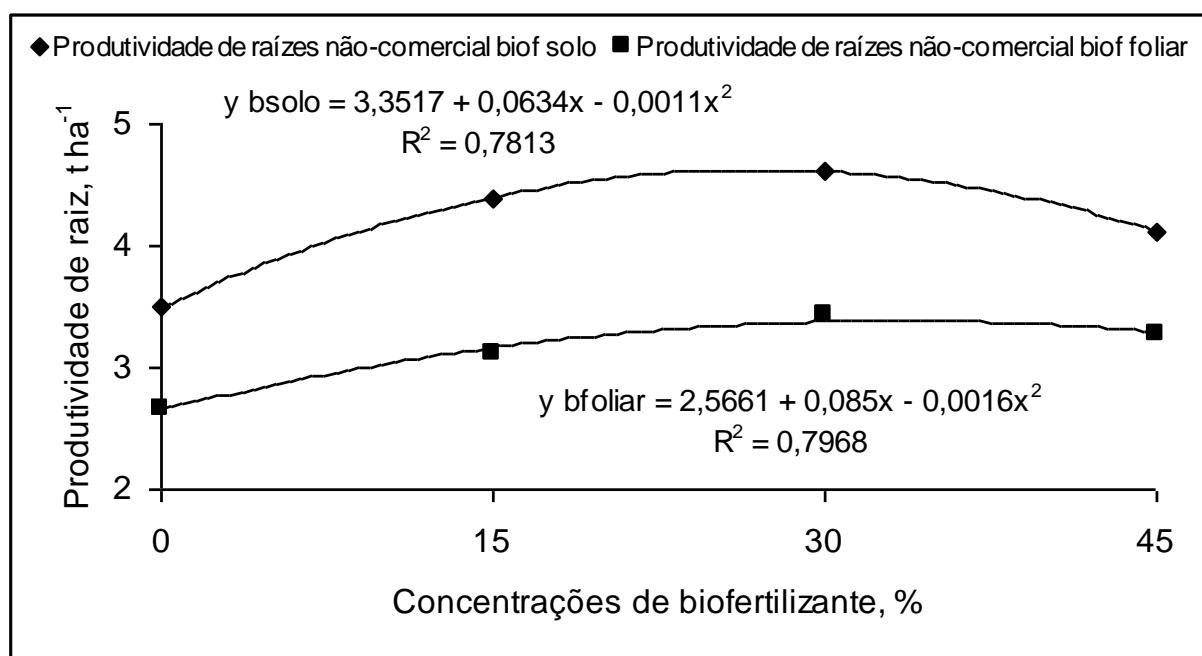


Figura 6. Produtividade de raízes não-comerciais de batata-doce (PRNCP) fertilizada com concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

A exemplo das produtividades total e comercial também não foi observada diferença significativa entre a fertilização orgânica e a química para produtividade de raízes não-comerciais de batata-doce (Tabela 4). Esse resultado permite sugerir a aplicação desses fertilizantes orgânicos para a batata-doce, isso porque o esterco

bovino pode ser obtido na propriedade e o biofertilizante pode ser confeccionado pelos produtores. Além disso, eles fornecem os macros e micronutrientes e outros elementos minerais, de forma gradual, aumentando o tempo de disponibilidade para as plantas, a velocidade de infiltração de água e melhoria das propriedades físicas do solo (GALBIATTI *et al.*, 1996; FILGUEIRA, 2000; PRÁ *et al.*, 2005;). Viana *et al.* (2003), ao avaliarem a adubação verde, composto orgânico e biofertilizante, em batata-doce observaram que o biofertilizante aplicado via foliar, favoreceu o desenvolvimento vegetativo e sua produção.

A ausência dos efeitos do biofertilizante na presença do esterco bovino sobre as produtividades total, comercial e não-comercial de raízes de batata-doce deve-se, provavelmente, ao fato de que a matéria orgânica adicionada ao solo mediante a utilização do esterco bovino, juntamente com os nutrientes inicialmente presentes no solo (valores altos de P e K) atenderam a demanda nutricional da cultura.

5.2 Produção, número de raízes comerciais e não-comerciais por planta

As análises de variância revelaram efeitos significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F das doses de esterco bovino, das concentrações de biofertilizante e das formas de aplicação do biofertilizante, não havendo diferença estatística para as concentrações de biofertilizante na presença de esterco, formas de aplicação dentro de esterco e dentro de biofertilizante, bem como da interação entre esterco x biofertilizante x formas de aplicação para a produção e o número de raízes comercial e não-comercial de batata-doce por planta (Tabela 5).

As médias de produção e de número de raízes comerciais e não-comerciais por planta se ajustaram aos modelos linear e quadrático, ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) pelo Teste F em função das doses de esterco bovino e das

concentrações de biofertilizante aplicado sobre o solo e via foliar (Tabela 5). Para os tratamentos orgânicos versus químico houve significância para produção e número de raízes comerciais e não-comerciais por planta.

Tabela 5. Resumos das análises de variância e de regressão e quadrados médios para produção (PRCP) e número de raízes comerciais (NRCP) e não-comerciais por planta (NRNCP) e peso médio de raiz comercial de batata-doce (PMRC). Lagoa Seca - PB, 2006.

Fonte de Variação	GL	PRCP (g)	PMRC (g)	NRCP	NRNCP
		Quadrados médios			
Bloco	3	6606,46**	15131,79 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Esterco (E)	5	79719,75**	49962,88**	3,76**	1,35**
Biofertilizante (B)	3	100344,18**	34099,38**	3,03**	4,41**
E x Bloco (res. a)	15	462,87 ^{ns}	646,73 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Esterco x Biofertilizante	15	1710,39 ^{ns}	1146,60 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Res (b)	54	1155,77	1088,76	0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Forma de aplicação	1	111058,41**	72634,43**	9,71**	7,75**
Forma x Esterco	5	1031,12 ^{ns}	129,14 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Forma x Biofertilizante	3	2641,02 ^{ns}	2212,99 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,011 ^{ns}
Ex Bx Forma	15	658,66 ^{ns}	999,97 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,012 ^{ns}
Esterco					
Efeito linear	1	124673,64**	132514,14**	4,56**	3,52**
Efeito quadrático	1	104417,89**	48,35 ^{ns}	6,38**	4,45**
Biofertilizante					
Efeito linear/solo	1	22918,03**	10505,99**	1,42**	7,94**
Efeito quadrático./solo	1	145257,50**	32703,55**	2,85**	4,85**
Efeito linear/folha	1	23570,98**	32,54 ^{ns}	1,02**	0,64**
Efeito quadrático/folha	1	68958,71**	33463,36**	2,44**	3,54
EstercoLxBioL/solo	1	387,07 ^{ns}	1588,85 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01
EstercoLxBioL/folha	1	928,537 ^{ns}	776,85 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01
Fert org x conv.		34127,23*	463,47 ^{ns}	2,81**	1,38 ^{ns}
Res (c)	72	1125,47	998,44	0,12	0,08 ^{ns}
Total	191	1029512,37	650008,01	52,97	43,85
CV% E e B x conv.		23,45	21,38	22,10	23,96
CV% biof solo		10,86	12,02	14,59	9,47
CV% biof foliar		10,87	13,35	12,30	6,99

NS, * e ** = Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F
 PRCP/Planta = produção de raízes por planta, PMRC = peso médio de raiz comercial, NRCP = número de raízes comerciais por planta e NRNCP = número de raízes não-comerciais por planta.

5.2.1 Produção de raízes comerciais por planta.

As médias para produção de raízes por planta se ajustaram à modelo quadrático em função das doses de esterco bovino. Por meio de derivada primeira calculou-se a maior produção de raiz comercial por planta (393,82 g), atingida com 31,34, t ha⁻¹ de esterco bovino, ocorrendo incremento de 40,84% em relação àquela obtida na ausência do esterco (Figura 7). Em inhame, Oliveira *et al.* (2000), também, obtiveram incrementos na produção de tuberas por planta com adição ao solo de esterco curral.

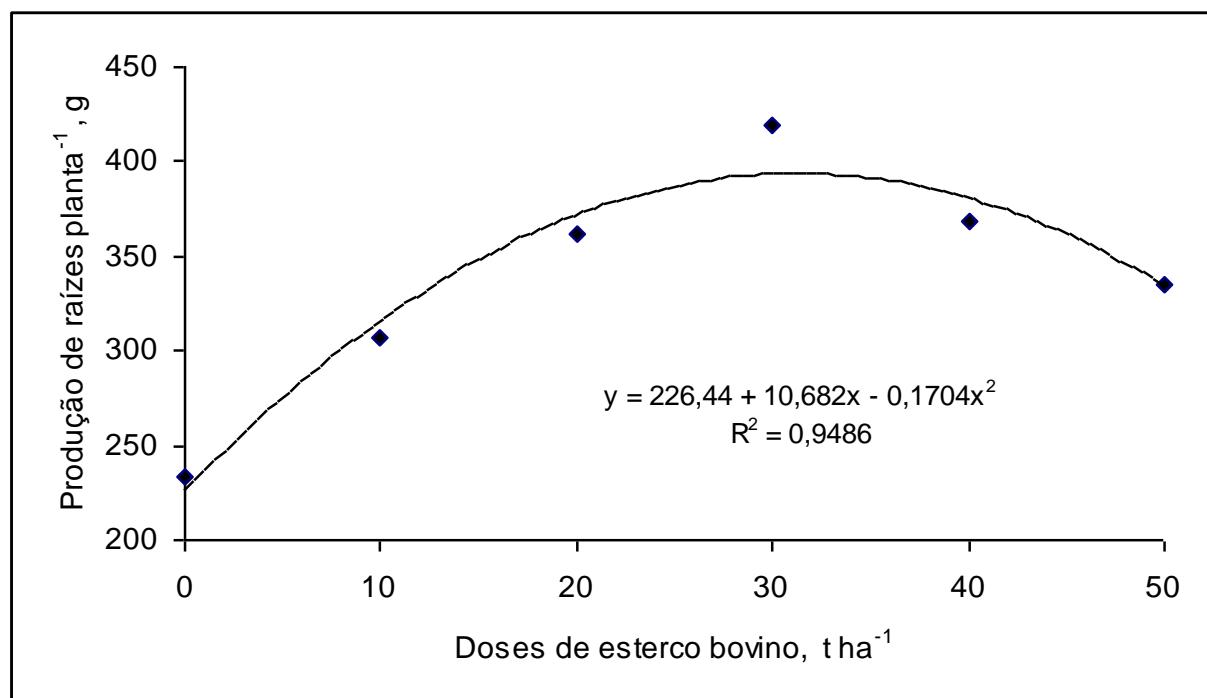


Figura 7. Produção de raízes comerciais por planta (PRCP) de batata-doce fertilizada com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com ênfase as concentrações de biofertilizante, as maiores produções estimadas de raízes comerciais por planta de batata-doce foram 237,68 e 209,70 g, alcançadas nas concentrações de 30 e 27 %, respectivamente aplicados no solo e via foliar. Essas concentrações influenciaram nos aumentos de 29,42 e 25,33% em relação à produção obtida na ausência de biofertilizante. Observou-se aumento de

11,77% na produção de raízes comerciais por planta, quando o biofertilizante foi aplicado no solo em relação à aplicação via foliar (Figura 8).

As doses de esterco bovino e as concentrações de biofertilizante que promoveram as mais altas produções de raízes comerciais por planta foram similares àquelas responsáveis pelos valores mais elevados de produtividade de raízes comerciais, indicando que, nesse estudo, a produtividade de raízes comerciais foi dependente da produção de raízes comerciais planta.

Em cenoura, Margarido e Lignorelli (2000) constataram que não houve resultado significativo em sua produção, para o uso de biofertilizante, quando combinado com cama de frango e composto, indicando que o biofertilizante tem os mesmos efeitos do composto ao da cama de frango. Entretanto, em pimentão, Araújo et al. (2007) verificaram que as produções de frutos comerciais por planta foram 485 e 410 g, quando o biofertilizante foi aplicado via foliar e no solo, respectivamente.

Com relação às médias para produção de raízes comerciais por planta, em função da fertilização orgânica versus química, obtiveram-se produções de 385,81 e 402,56 g, respectivamente (Tabela 6). A superioridade da fertilização convencional, possivelmente se deve ao fato de que os adubos químicos adicionados ao solo, juntamente com os nutrientes inicialmente contidos nele supriram eficientemente as necessidades nutricionais da cultura, proporcionando maior produção.

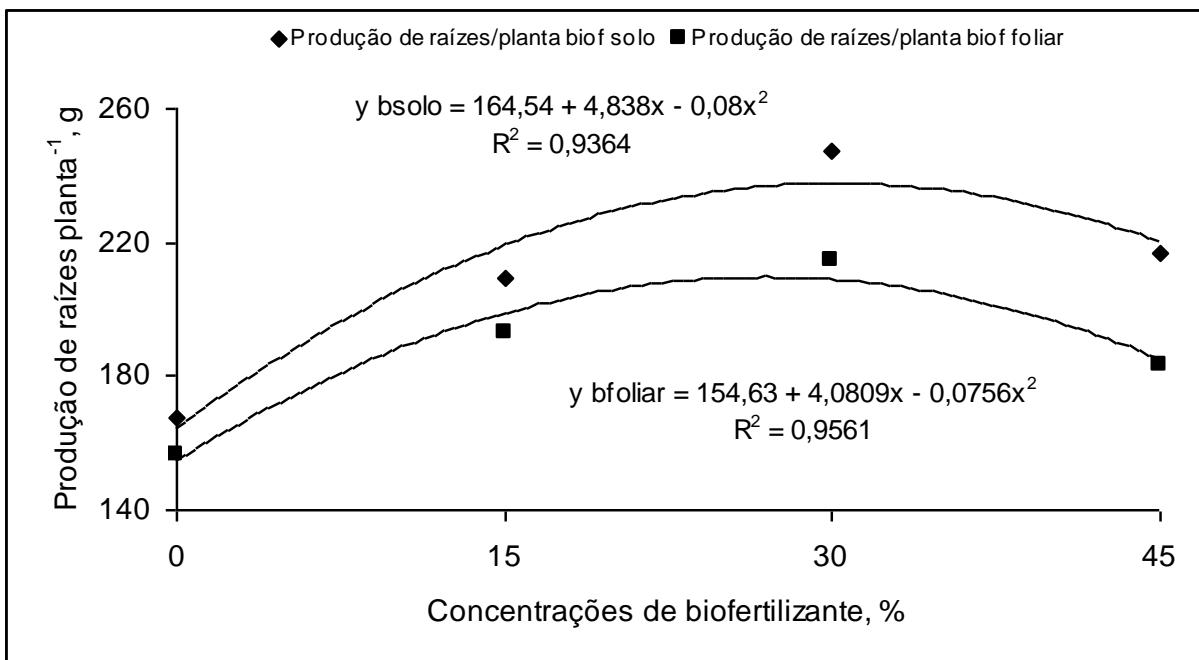


Figura 8. Produção de raízes comerciais por planta de batata doce (PRCP), fertilizada com concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

5.2.2 Número de raízes comerciais por planta.

Verificou-se, segundo o modelo quadrático, que o número máximo de raízes comerciais por planta foi de 2,63, atingido com 31,15 t ha⁻¹ de esterco bovino, superando em 38,03% o tratamento não fertilizado com esterco bovino (Figura 9). Entretanto, Santos et al. (2006) e Santos et al. (2007) não verificaram alterações significativas no número máximo de raízes comerciais por planta em função das doses de esterco bovino. Enquanto que Oliveira et al. (2007) obtiveram dados positivos de raízes comerciais por planta, quando aplicaram ao solo a dose de 25 t ha⁻¹ de esterco.

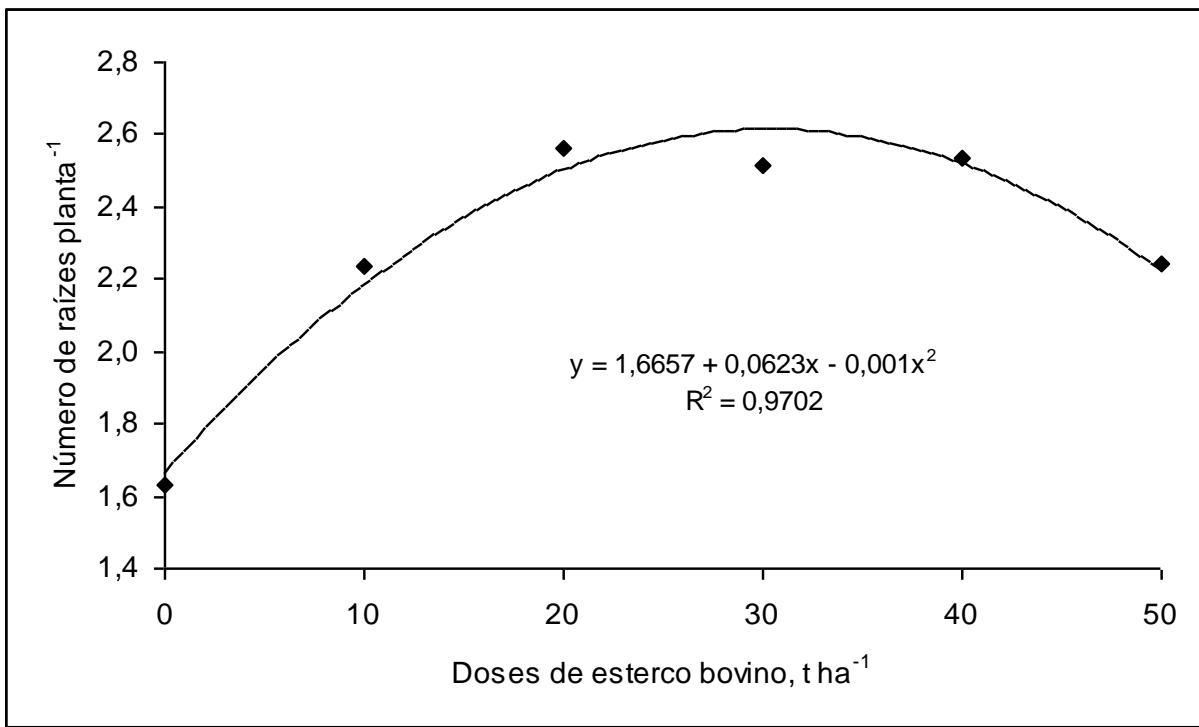


Figura 9. Número de raízes comerciais por planta de batata doce (NRCP) adubado com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com respeito ao biofertilizante, os maiores números de raízes comerciais por planta de batata-doce foram 2,10 e 1,69 raízes por planta, atingidos nas concentrações de 29 e 18% aplicado no solo e via foliar, respectivamente, propiciando crescimentos de 22,38 e 31,34%, em relação ao tratamento que não recebeu biofertilizante (Figura 10). Também, o biofertilizante aplicado ao solo respondeu em aumento de 19,52% no número de raízes comerciais por planta, em comparação a sua aplicação via foliar (Figura 10). Resultados discordantes foram registrados por Barbosa (2005) que verificou maior média (1,18) de raízes comerciais por planta na dose de 10 t ha⁻¹ de esterco bovino, quando o biofertilizante foi aplicado via foliar e de 1,08 com o biofertilizante aplicado no solo. Enquanto que Oliveira et al. (2007) encontram valores máximos nas doses de 26 e 25 t ha⁻¹ de esterco bovino na presença e ausência de biofertilizante, respectivamente.

Ao se comparar a fertilização orgânica versus química, a segunda proporcionou maior quantidade de raízes comerciais por planta em relação aos fertilizantes orgânicos (Tabela 6).

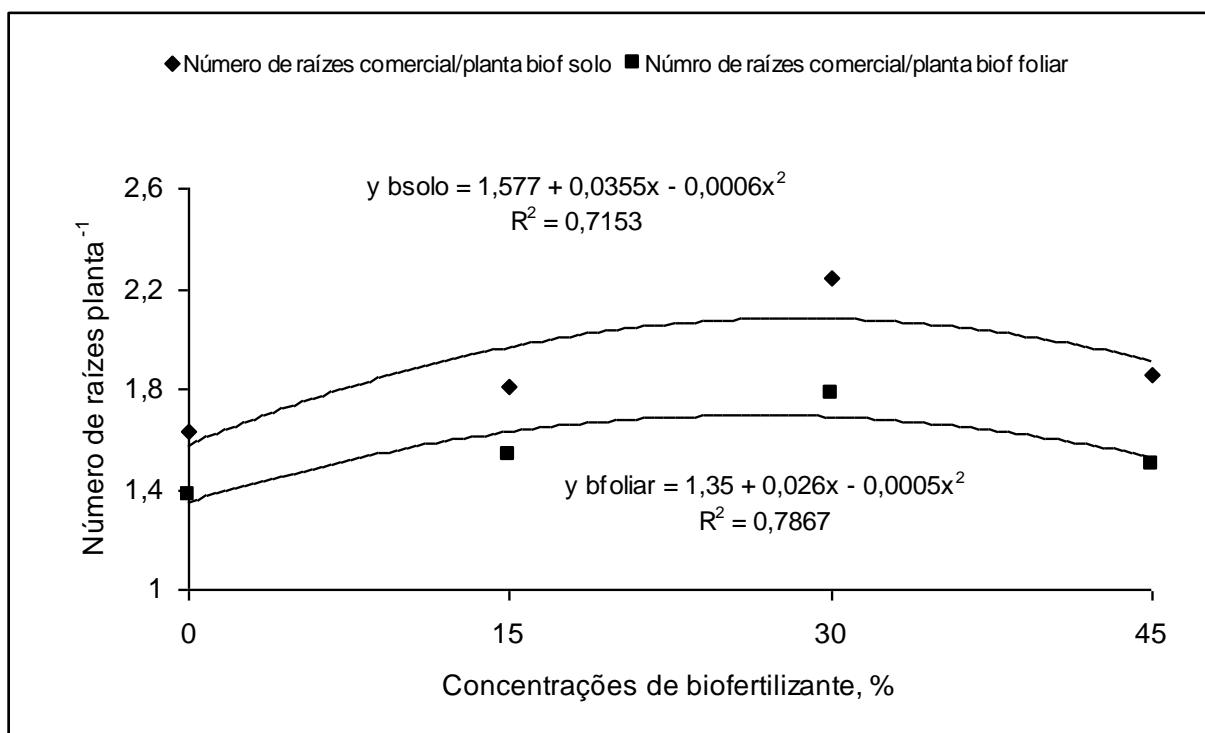


Figura 10. Número de raízes comerciais por planta (NRCP), em resposta a aplicação de concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

5.2.3 Número de raízes não-comerciais por planta.

Aplicando-se modelos quadráticos, o número máximo de raízes não-comerciais por planta foi de 4,37 raízes, atingido com 27,53 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 9), observando-se um crescimento de 36,84% em relação ao tratamento não fertilizado com esterco bovino (Figura 11). No entanto, Barbosa (2005) não verificou alterações significativas no número de máximo de raízes não-comerciais por planta em função das doses de esterco bovino. Santos et al. (2007) também não

encontram diferenças, quando utilizaram húmus de minhoca na cultura da batata-doce.

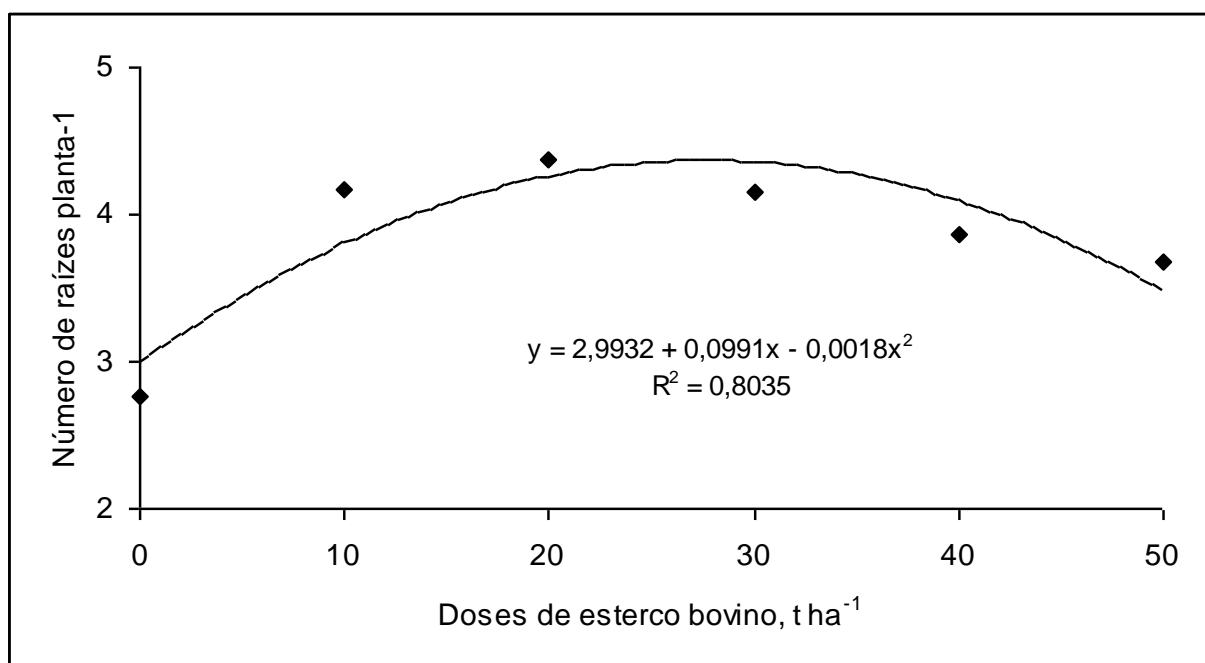


Figura 11. Número de raízes não-comerciais por planta (NRNCP), fertilizada com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com referência às concentrações de biofertilizante, as maiores quantidades de raízes não-comerciais por planta foram de 3,30 e 2,59 raízes, alcançados nas concentrações de 32 e 35 % aplicadas no solo e via foliar, respectivamente, obtendo-se aumentos de 16,36 e 16,99% em relação à ausência de biofertilizante. Observou-se um aumento de 21,51% na quantidade de raízes não-comerciais, quando o biofertilizante foi aplicado ao solo em relação ao pulverizado sobre as folhas (Figura 12). Contudo, Barbosa (2005) constatou que as maiores quantidades de raízes não-comerciais por planta foram atingidas nas concentrações de 30 e 10 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença de biofertilizante via foliar e no solo, respectivamente.

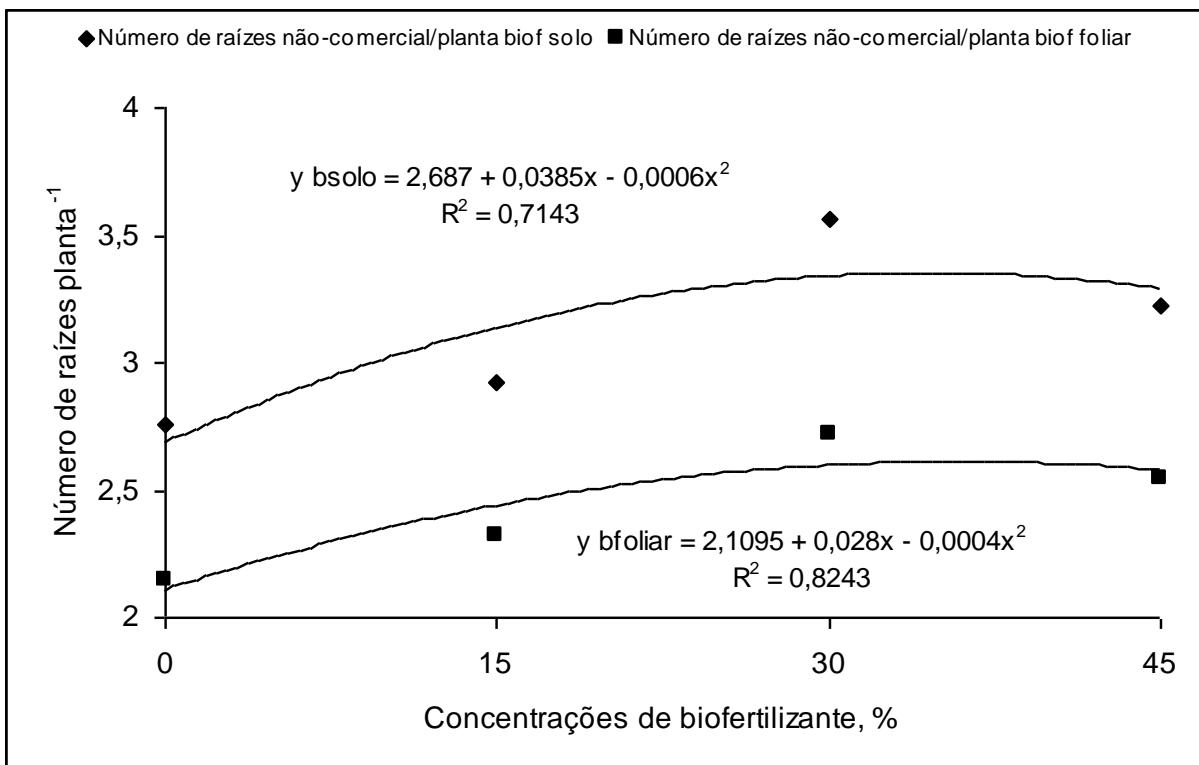


Figura 12. Número de raízes não-comerciais por planta (NRNCP), em resposta as concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com relação à fertilização orgânica versus química, não se constatou diferença significativa, cujos valores foram 4,25 e 3,89 raízes, respectivamente (Tabela 6). Barbosa (2005) também não verificou alterações na quantidade de raízes não-comerciais por planta, nos dois sistemas de fertilização.

Tabela 6. Produção de raízes comerciais por planta (PRCP), número de raízes comerciais por planta (NRCP) e não-comerciais por planta (NRNCP) e peso médio de raiz comercial (PMR), em função da fertilização orgânica versus química. Lagoa Seca - PB, 2006.

Tratamento	PRCP (g)	PMRC (g)	NRCP	NRNCP
Fertilização Orgânica	385,81 b	262,92 a	2,35 b	4,25 a
Fertilização química	402,56 a	273,80 a	3,20 a	3,89 a
CV (%)	23.46	21.38	22.09	19,74

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste F

5.3 Peso médio de raiz comercial

De acordo com o resumo da análise de variância, verifica-se que o peso médio de raiz foi influenciado, significativamente ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) pelo teste F, em função das doses de esterco bovino e das concentrações de biofertilizante e das formas de aplicação do biofertilizante, não havendo diferença estatística para biofertilizante na presença de esterco, formas de aplicação dentro do esterco e dentro do biofertilizante, bem como da interação entre eles (Tabela 5).

As médias se ajustaram ao modelo linear ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) para as doses de esterco bovino na presença de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Com relação às concentrações de biofertilizante aplicado no solo, observa-se que as médias se ajustaram aos modelos linear e quadrático ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$). Para o biofertilizante aplicado via foliar, as médias se ajustaram ao modelo quadrático, não havendo significância para o efeito linear (Tabela 5). Para os tratamentos orgânicos versus química não se verificou diferenças estatística para peso médio de raiz.

Utilizando-se o modelo linear em função das doses de esterco bovino, constatou-se que o máximo peso médio de raiz comercial de batata-doce foi de 302,27 g, obtido na dose máxima de esterco bovino, propiciando ganho de 32,01% em relação à produção obtida na ausência de esterco bovino (Figura 13). Esses resultados corroboram com os de Santos *et al.* (2006 a) e de Oliveira *et al.* (2007), os quais verificaram efeitos positivos do esterco bovino sobre o peso médio de raiz comercial. Em inhame, Freitas Neto (1999) e Oliveira *et al.* (2000) encontraram incremento do peso médio de tábua, quando comparados aos tratamentos com e sem adubo orgânico. Em cenoura, Souza (1990) obteve resultados significativos do emprego do esterco bovino sobre o peso médio de cenoura.

As respostas positivas da produção e número de raízes comerciais e não-comerciais por planta e de peso médio de raiz de batata-doce em decorrência da aplicação das doses de esterco bovino devem-se, possivelmente, ao fato de que as quantidades adequadas de esterco bovino de boa qualidade podem ser capazes de suprir as necessidades das plantas em macronutrientes, devido à elevação dos teores de N, P e K disponíveis, sendo o potássio, o elemento cujo teor atinge valores mais elevados no solo pelo uso contínuo (RAIJ *et al.*, 1985), e a melhoria das condições físicas do solo, torna esses elementos altamente disponíveis aos vegetais (SILVA *et al.*, 1989; VARANINE *et al.*, 1993).

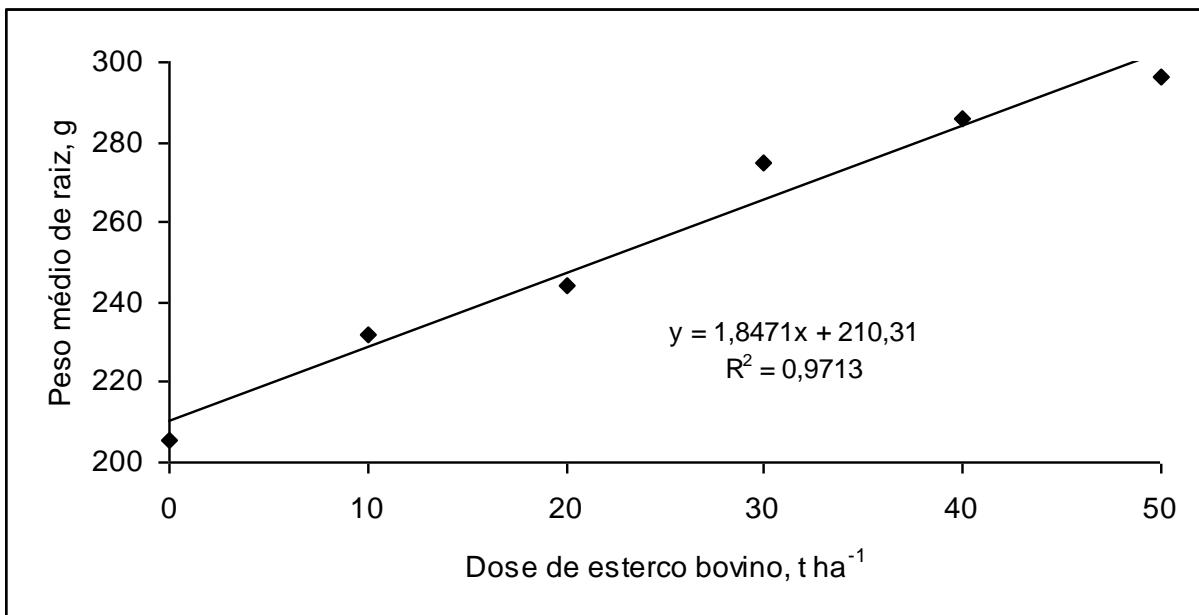


Figura 13. Peso médio de raiz comercial (PMRC) adubado com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Analisando-se as concentrações de biofertilizante, observa-se que os maiores pesos médio de raiz comerciais foram de 246,22 e 210,05 g, alcançados nas concentrações de 26 e 33 % fornecido no solo e via foliar, respectivamente, proporcionando incrementos de 16,53 e 10,57% em relação ao peso médio de raiz comercial, na ausência de biofertilizante (Figura 14). Entretanto, Barbosa (2005) constatou que o peso médio em função das doses de esterco bovino na presença do biofertilizante aplicado na folha, apresentou o maior valor na dose zero (592,5 g), sendo os mais baixos valores obtidos com 10 e 20 t ha⁻¹. Quando o biofertilizante foi aplicado no solo, o maior peso para as raízes (447,5 g) foi obtido com 50 t ha⁻¹ de esterco bovino e os mais baixos, com 10 e 30 t ha⁻¹.

Observou-se um aumento de 39,47 g no peso médio de raízes comerciais de batata-doce quando o biofertilizante foi aplicado ao solo em relação ao fornecido via foliar (Figura 14). Contudo, Barbosa (2005) encontrou dados diferentes desta

pesquisa, onde a aplicação do biofertilizante via foliar apresentou média superior (442 g) em relação a sua aplicação no solo (347,9 g).

A eficiência verificada do biofertilizante líquido aplicado no solo sobre a produção e número de raízes comerciais e não-comerciais por planta e peso médio de raiz de batata-doce, é atribuída provavelmente, ao fato de que ele se apresenta em uma forma de fácil assimilação, proporcionando aumento na velocidade de infiltração de água, devido à matéria orgânica contribuir para melhoria das condições edáficas, principalmente as propriedades físicas do (CAVALCANTE & LUCENA, 1987; GALBIATTI *et al.*, 1991), atendendo as exigências nutricionais da cultura, em função do fornecimento equilibrado de macro e micronutrientes, o que permitiu desenvolver o seu potencial genético e resultar em maiores produções (PEREIRA & MELLO, 2002; COLLARD, 2000).

Com relação às médias para peso médio de raízes comercial, em função da fertilização orgânica versus química, constatou-se que não houve diferença significativa entre si, cujos valores foram 262,92g e 273,80g, respectivamente (Tabela 6). Entretanto, Barbosa (2005) obteve peso médio de raízes de batata-doce de 331,53 g com a adubação orgânica que foi maior que a química (287,50 g), superando aos desta pesquisa.

A ausência de resposta da cultura de batata-doce em relação produção e número de raízes por planta e ao peso médio de raízes comerciais, no tratamento com adubação química, pode ser atribuída, provavelmente, as perdas de nutrientes do solo de textura areia - franca, através de lixiviação, no período de maior precipitação pluvial. Essa constatação está de acordo com Melo *et al.* (2000) que afirmam que a adubação mineral apresenta a inconveniência de ser facilmente lixiviado da solução do solo, principalmente o nitrogênio.

De acordo com Ambrosano et al. (1997), estudos revelam que apenas 50% dos adubos nitrogenados aplicados são aproveitados pelas plantas, pois o restante se perde por lixiviação e volatilização. Em solos arenosos o aproveitamento do nitrogênio pode ser apenas de 5 ou 10% devido às perdas por lixiviação ou desnitrificação (OSINAME et al., 1983; DUQUE et al., 1985).

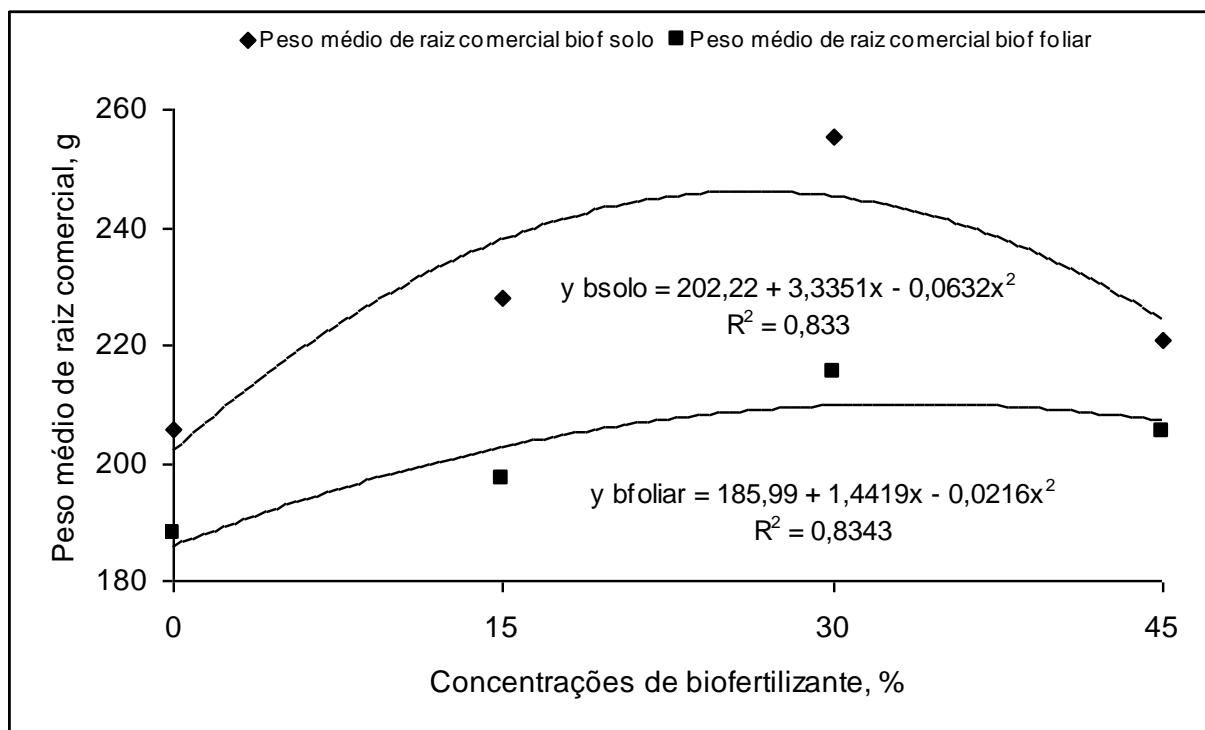


Figura 14. Peso médio de raiz comercial (PMRC), em função de concentrações de biofertilizante aplicado no solo via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

5.4 Produção de Matéria seca das folhas

De acordo com o resumo da análise de variância, verifica-se que a matéria seca das folhas de duas plantas de batata-doce coletada aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP (dias após plantio) foram influenciados significativamente ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) pelo teste F, em função das doses de esterco bovino e de biofertilizante e das formas de aplicação do biofertilizante, não havendo diferença

estatística para biofertilizante na presença de esterco, bem como da interação entre esterco x biofertilizante x formas de aplicação (Tabela 7).

Para formas de aplicação dentro de esterco bovino, houve significância para a matéria de seca acumulada aos 20 dias após plantio ao nível de 1% ($p<0,01$) e a 5% ($p<0,005$) para a matéria de seca coletada aos 60 e 100 DAP, não se constatando efeitos significativos para esta variável aos 40 e 80 DAP (Tabela 7). Para formas de aplicação dentro do biofertilizante, houve significância ao nível de 1% ($p<0,01$) apenas para a matéria de seca acumulada aos 20 dias após plantio (Tabela 7).

Com relação à análise de regressão para matéria seca das folhas de batata-doce em função das doses de esterco na presença de biofertilizante aplicado no solo, as médias da matéria seca as aos 40, 60, 80 e 100 DAP, tiveram comportamento linear a 1% de probabilidade ($p<0,01$) pelo Teste F e para aos 20 DAP esse comportamento foi quadrático ao nível de 5% ($p<0,05$). Em relação ao biofertilizante aplicado via foliar, as médias da matéria seca se ajustaram aos modelos linear a 1% de probabilidade ($p<0,01$) e quadrático a 1% ($p<0,01$). Para matéria seca aos 40 e 60 DAP e a 5% ($p<0,05$) s aos 20, 80 e 100 DAP, respectivamente (Tabela 7).

Com relação à análise de regressão para matéria seca, em função das concentrações de biofertilizante fornecida no solo, as médias se ajustaram ao modelo linear a 1% de probabilidade ($p<0,01$) em todos os períodos avaliados e quadrático apenas aos 20 DAP, não havendo efeito quadrático para a matéria seca aos 40, 60, 80 e 100 DAP (Tabela 7). Para o biofertilizante aplicado no solo e via foliar, as médias se ajustaram ao modelo linear e quadrático (Tabela 7).

Tabela 7. Resumos das análises de variância e de regressão e quadrados médios para produção de matéria seca das folhas de batata-doce aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP. Lagoa Seca - PB, 2006.

Fonte de Variação	GL	MSF20	MSF40	MSF60	MSF80	MSF100
		Quadrados médios				
Bloco	3	3974,77**	6848,11**	7956,87**	5197,35**	2982,60**
Esterco (E)	5	2333,47**	3489,85**	3185,84**	2532,83**	1869,19**
Biofertilizante (B)	3	1909,48**	2317,18**	1898,48**	1053,23**	692,06**
E x Bloco (res. a)	15	44,15	69,46	63,23	49,57	33,78
Esterco x Biofert.	15	20,74 ^{ns}	17,07 ^{ns}	31,83 ^{ns}	14,48 ^{ns}	12,21 ^{ns}
Res (b)	54	14,53	21,44	22,92	14,61	8,44
Forma de aplicação	1	927,32**	1679,41**	2501,28**	2371,91**	2593,06**
Forma x Esterco	5	25,04*	39,48 ^{ns}	92,41**	12,32 ^{ns}	47,31**
Forma x Biofertilizante	3	47,94**	14,06 ^{ns}	46,40 ^{ns}	8,04 ^{ns}	7,88 ^{ns}
Ex Bx Forma	15	6,36 ^{ns}	15,57 ^{ns}	32,99 ^{ns}	11,56 ^{ns}	10,65 ^{ns}
Esterco						
Efeito linear	1	5315,47**	6946,55**	8963,40**	6294,45**	5211,70**
Efeito quadrático	1	649,44*	551,12 ^{ns}	189,38 ^{ns}	264,82 ^{ns}	341,13 ^{ns}
Biofertilizante						
Efeito linear/solo	1	1306,72**	1720,44**	1797,74**	877,59*	523,45*
Efeito quadrático./solo	1	596,91*	1271,76**	1389,22**	827,96*	406,80*
Efeito linear/folha	1	2210,74**	2566,53**	660,03**	890,48**	486,91**
Efeito quadrático/folha	1	1228,68**	1283,54**	733,58*	487,73*	367,72**
EstercoLxBioL/solo	1	16,57 ^{ns}	15,14	97,88 ^{ns}	18,71	10,48 ^{ns}
EstercoLxBioL/folha	1	10,93 ^{ns}	26,68 ^{ns}	87,78 ^{ns}	10,64	20,03 ^{ns}
E e B x adub conv.		761,35*	1032,26*	956,96*	823,33*	6999,24*
Res (c)	72	1125,47	998,44	0,12	2,20	9,33
Total	191	19140,44	96307,99	142325,05	274944,09	298625,71
CV % Biof solo		9,522	8,84	8,93	8,85	9,02
CV % Biof foliar		6,98	6,80	7,05	7,19	7,22

NS, * e ** = Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

MSF20DAP = matéria seca das folhas aos 20 dias após; MSF40DAP = matéria seca das folhas aos 40 dias após
 MSF60DAP = matéria seca das folhas aos 60 dias após; MSF80DAP = matéria seca das folhas aos 80 dias após
 MSF100DAP = matéria seca das folhas aos 100 dias após

A matéria seca foliar na batata-doce aumentou de forma linear com elevação das doses de esterco bovino aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP com acúmulo de 66,58, 86,42, 110,14, 86,33 e 77,97 g, respectivamente, obtidas com 50 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 15). Nesse sentido, Medeiros (1990) e Conceição (2005) verificaram valores mais elevados, cujos dados de matéria seca acumulada das folhas em quatro plantas de batata-doce foram de 279,4 e 333,9 g m⁻², alcançados aos 116 DAT (Dias Após Transplantio).

De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, percebe-se uma fase inicial de rápido acúmulo de matéria seca e crescimento das folhas dos 20 DAP até os 60 DAP, seguida de redução com o desenvolvimento do ciclo da cultura da batata-doce até a colheita. Isto ocorre, possivelmente, porque, até próximo aos 60 dias, grande parte de fotoassimilados são produzidos e translocados para formar os órgãos da parte aérea e a partir deste período estes são translocados para a produção de raízes em detrimento da área foliar, em função da forte capacidade mobilizadora de assimilados exercida pelas raízes tuberosas que são fortes drenos metabólicos (Figura 15). Similar comportamento foi evidenciado por Reis Júnior & Fontes (1999); Aguiar Neto et al. (2000); Melo et al. (2003); Rodrigues Robles (2003); Castro et al. (2004); Alvarez. et al. (2005); Cogo et al. (2006); Barcelos et al. (2007); Cardoso et al. (2007), podendo ser explicado pelo aumento da competição intra-específica pelos principais fatores ambientais responsáveis pelo crescimento da cultura (Gava et al., 2001).

Esse comportamento da fitomassa acumulada das folhas em relação ao tempo é o esperado, visto que a variação da matéria seca está diretamente relacionada com a área foliar da cultura e a variação temporal desta, em geral, aumenta até um máximo, em que permanece por algum tempo, decrescendo em

seguida, devido à senescência das folhas velhas. Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento das culturas será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo à área foliar permanecer ativa (Pereira & Machado, 1987).

A variação na quantidade de biomassa e de área foliar em função do tempo é empregada na estimativa de índices fisiológicos, que podem caracterizar a capacidade produtiva do genótipo. Além disso, os estudos sobre análise de crescimento de espécies vegetais possibilitam acompanhar o desenvolvimento das plantas como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total, permitindo conhecer o seu funcionamento e suas estruturas (BENINCASA, 1988; LIEDGENS, 1993).

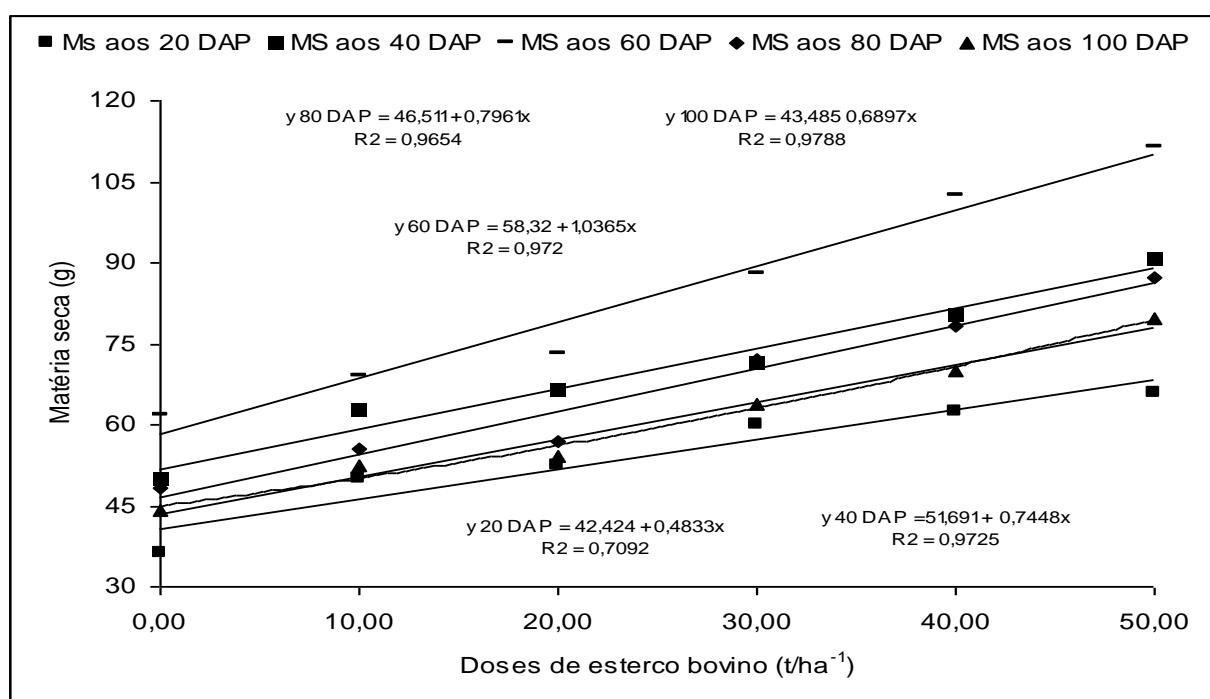


Figura 15. Produção de matéria seca acumulada de folhas de batata-doce aos 20, 40, 40, 60, 80 e 100 DAP, em função de doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com relação à aplicação de biofertilizante aplicado no solo, verifica-se que as maiores produções de matéria seca acumulada de folhas de duas plantas de batata-doce coletadas aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP foram de 51,68, 81,31, 73,34, 51,84 e 50,87 g obtidas nas concentrações de 32,42, 30,47, 30,16 e 31,49%, respectivamente (Figura 16).

Quando o biofertilizante foi aplicado via foliar, as maiores produções de matéria seca coletadas aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP foram de 48,38, 70,23, 63,77, 50,88 e 44,34 g obtidas nas concentrações de 31,45, 31,28, 32,55, 31,49 e 34,07%, respectivamente (Figura 17).

O biofertilizante aplicado no solo nessas concentrações promoveu incrementos de 6,38, 13,63, 13,05, 1,85 e 12,85% na produção de matéria seca, acumulada de folhas de batata-doce coletadas aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP, respectivamente, em relação ao biofertilizante aplicado via foliar (Figuras 16 e 17).

Levando-se em conta que em todos os tratamentos a maior produção de matéria seca das folhas foi maior aos 60 DAP pode ser um indicativo de que essa idade da planta é mais recomendada para a realização da Diagnose foliar. Além disso, deve-se enfatizar que os maiores acúmulos de matéria seca foram alcançados as concentrações de 30 a 34% de biofertilizante, os quais foram similares as responsáveis pelas maiores produtividades de raízes comerciais (27 a 30%), não se observando o mesmo comportamento em relação às doses de esterco. Esse resultado vai de encontro alguns autores que indicam 75 DAP a idade ideal. (TEDESCO et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2007).

Os efeitos positivos do esterco bovino e do biofertilizante no aumento da produção de matéria seca das folhas em relação á testemunha, possivelmente, estão relacionados não somente com a melhoria geral da fertilidade, mas, também,

com uma melhor absorção de nutrientes. O fornecimento adequado de nutrientes como N, K, P e S presentes no esterco e de uma forma mais disponibilizada no biofertilizante, aliado os outros fatores expandem à área foliar e em conseqüência à fotossintética, promove maior quantidade de fotoassimilados, assegura o crescimento das plantas pelo crescimento vegetativo e eleva o potencial produtivo das culturas (Filgueira, 2000). Além disso, segundo Silva Filho (1983), o biofertilizante influencia de forma significativa na produção de batata-doce, em virtude de que os nutrientes encontrados na forma líquida de composto orgânico, apresentam uma característica de maior facilidade de serem absorvidos.

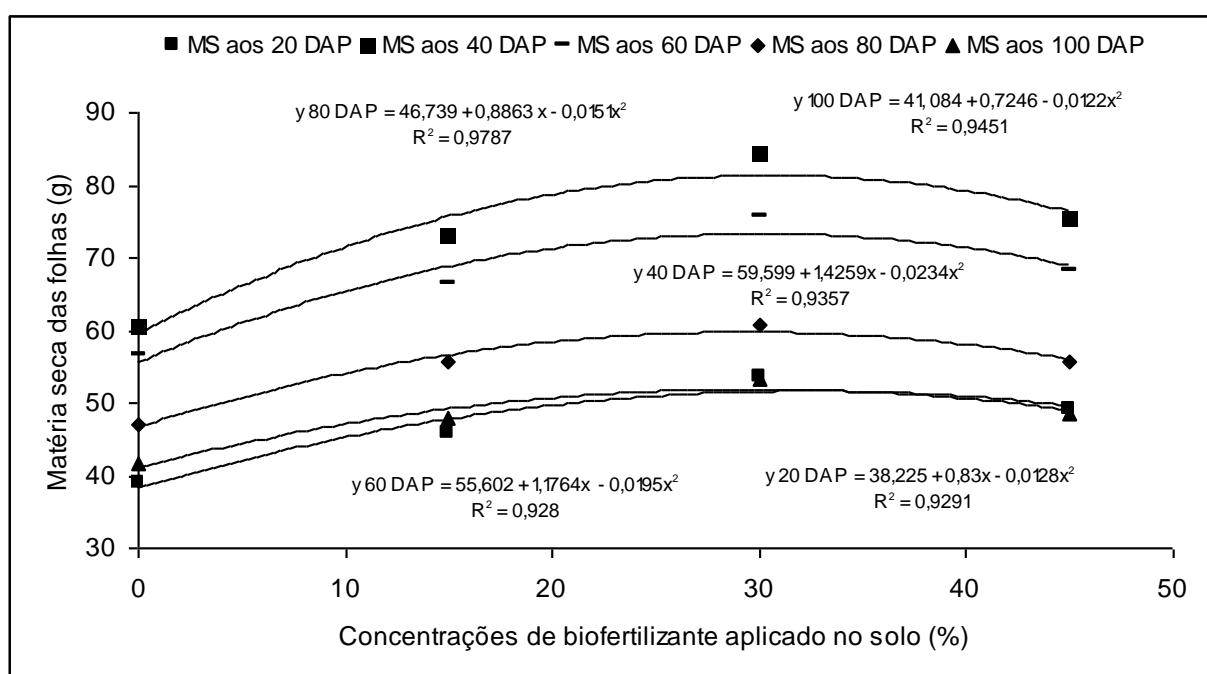


Figura 16. Produção de matéria seca acumulada de folhas de batata-doce (g) aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP, em função de concentrações de biofertilizante aplicado no solo. Lagoa Seca - PB, 2006.

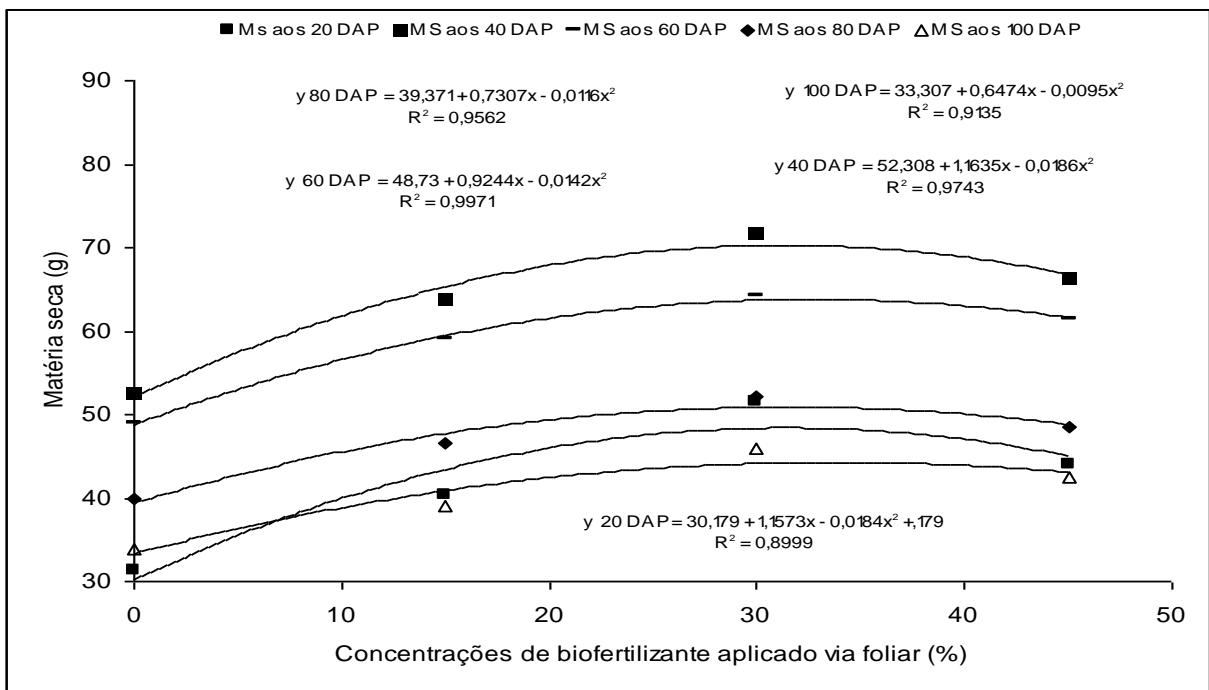


Figura 17. Produção de matéria seca acumulada de folhas de batata-doce (g) aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAP, em função de concentrações de biofertilizante aplicado via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

Analizando-se às médias para produção de matéria seca, em função dos tratamentos orgânicos x químicos, constatou-se que houve diferença significativa entre si, onde a adubação convencional proporcionou, estatisticamente, maior produção acumulada de matéria seca das folhas nas cinco etapas de coleta em relação à adubação orgânica. Isto ocorreu, possivelmente devido a uma maior e mais rápida disponibilização dos nutrientes pelos adubos, principalmente o nitrogênio, refletindo no maior crescimento da massa verde e, consequentemente maior produção e translocação de fotoassimilados para as folhas que foram responsáveis pela maior produção de matéria seca durante os períodos de coleta (Tabela 8).

Tabela 8. Produção de matéria seca coletada aos 20, 30, 40, 60, 80 e 100 DAP (Dias após plantio) em função da fertilização orgânica versus química. Lagoa Seca - PB, 2006.

Tratamento	20 DAP	40 DAP	60 DAP	80 DAP
	g			
Fertilização Orgânica	43,91 b	57,78 b	62,51 b	44,85 b
Fertilização química	51,97 a	67,32 a	74,10 a	56,44 a
CV (%)	19,56	18,36	17,54	20,12

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste F

5.5 Teores de Matéria Orgânica no solo e de N, P e K nas folhas

De acordo com os resumos da análise de variância para Matéria Orgânica no solo e de N, P e K nas folhas da cultura de batata-doce, verifica-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) pelo Teste F das doses de esterco bovino e de biofertilizante e das formas de aplicação do biofertilizante, não havendo diferenças significativas para a interação entre as três variáveis (Tabela 9).

Com relação das doses de esterco bovino na presença de biofertilizante, verificou-se que houve efeito significativo para N e K nas folhas apenas para o biofertilizante aplicado no solo, não havendo diferenças estatísticas para MO no solo e P nas folhas.

Para a forma de aplicação na presença de esterco bovino não houve significância ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) para as variáveis estudadas (Tabela 9).

Com relação à forma de aplicação na presença de biofertilizante não houve efeito ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) para MO, porém se constatou diferenças significativas para N, P e K nas folhas de batata-doce.

Verifica-se que as médias de MO do solo, ajustaram-se ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) pelo Teste F ao modelo linear e ao nível de 5% ao quadrático. Com relação a N, P e K nas folhas as médias se ajustaram ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) pelo Teste F. Entretanto, ao modelo quadrático (efeito solo) apenas a MO se ajustou ao nível de 5%, sendo que para o efeito do esterco/folha as médias se ajustaram ao nível de 5% para MO e K e de 1% para N e P (Tabela 9).

Com relação aos efeitos de biofertilizante, as médias de MO do solo, N, P e K nas folhas, ajustaram-se ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) aos modelos linear e quadrático, tanto quando aplicado no solo como por via foliar. (Tabela 9).

Utilizando-se o modelo quadrático para os teores de MO no solo, constatou-se que o maior teor de MO foi de $20,66 \text{ mg dcm}^{-3}$, obtido com $40,26 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino, obtendo-se incremento de $25,12 \text{ mg dcm}^{-3}$ de MO no solo em relação à produção obtida na ausência de fertilização com esterco bovino (Figura 18). Embora o esterco tenha aumentado o teor de MO no solo, continuou apresentando níveis baixos, de acordo com Kiehl (1985). Em batata Silva *et al.* (2007) obtiveram aumentos de nutrientes do solo com a adição de 15 t ha^{-1} de esterco. Enquanto que em pimentão, Araújo (2005) obteve aumento do teor de MO no solo em função da fertilização com esterco bovino.

Tabela 9. Resumo das análises de variância e de regressão e quadrados médios para teores de matéria orgânica do solo e de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de batata-doce. Lagoa Seca - PB, 2006.

Fonte de Variação	GL	MO solo	N folha	P folha	K folha
		Quadrados médios			
Bloco	3	4,29 ^{ns}	56,59 ^{**}	1,41 ^{ns}	178,8 ^{ns}
Esterco (E)	5	171,78 ^{**}	440,03 ^{**}	12,57 ^{**}	875,29 ^{**}
Biofertilizante (B)	3	741,01 ^{**}	131,29 ^{**}	6,28 ^{**}	687,22 ^{**}
E x Bloco (res. a)	15	3,74 ^{ns}	0,12 ^{**}	0,001 ^{ns}	1,12 ^{ns}
Esterco x Biofertilizante	15	31,12 ^{ns}	8,03 ^{**}	0,28 ^{ns}	26,22 ^{**}
Resíduo (b)	54	9,20	0,02	0,01 ^{ns}	6,74 ^{ns}
Forma de aplicação	1	77,44 ^{**}	309,09 ^{**}	14,64 ^{**}	1977,29 ^{**}
Forma x Esterco	5	0,97 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,09 ^{ns}	12,078 ^{ns}
Forma x Biofertilizante	3	1,19 ^{ns}	22,22 ^{**}	0,15 ^{**}	275,65 ^{**}
Ex Bx Forma	15	0,79 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	57,77 ^{ns}
Esterco					
Efeito linear	1	5315,47 ^{**}	6946,55 ^{**}	8963,40 ^{**}	6294,45 ^{**}
Efeito quadrático	1	649,44 [*]	551,12 ^{ns}	189,38 ^{ns}	264,82 ^{ns}
Biofertilizante					
Efeito linear/solo	1	1306,72 ^{**}	1720,44 ^{**}	1797,74 ^{**}	877,55 [*]
Efeito quadrático./solo	1	596,91 [*]	1271,76 ^{**}	1389,22 ^{**}	827,961 [*]
Efeito linear/folha	1	2210,74 ^{**}	2566,542 ^{**}	660,03 ^{**}	890,48 ^{**}
Efeito quadrático/folha	1	1228,68 ^{**}	1283,54 ^{**}	733,58 [*]	487,734 [*]
EstercoLxBioL/solo	1	16,57 ^{ns}	15,15 ^{ns}	97,88 ^{ns}	18,71 ^{ns}
EstercoLxBioL/folha	1	10,93 ^{ns}	26,68 ^{ns}	87,78 ^{ns}	10,64 ^{ns}
E e B x adub conv.		62,45 [*]	141,42 [*]	4,59 ^{ns}	285,02 ^{ns}
Res (c)	72	1125,473	998,44	0,12	2,204
Total	191	4682,12	3267,95	108,72	11363,40
CV% biof solo		13,56	9,35	5,05	10,56
Cv% Biof foliar		15,23	12,36	8,96	16,25

NS, * e ** = Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F
MSF20DAP, MSF40DAP, MSF60DAP, MSF80DAP, MSF100DAP = matéria seca das folhas aos 20, 40, 60, 80, 100 dias após plantio.

Para Melo et al. (2000) e Cardoso e Oliveira (2002), a adição de matéria orgânica ao solo através da adubação orgânica, proporciona relevante benefício às plantas, pois possibilita a liberação dos nutrientes de acordo com a sua exigência, não apresentando a inconveniência da adubação mineral, onde os elementos são facilmente lixiviados. Para MARCHESINI *et al.* (1988), a liberação gradativa dos nutrientes pela matéria orgânica contribui para a fertilidade natural do solo.

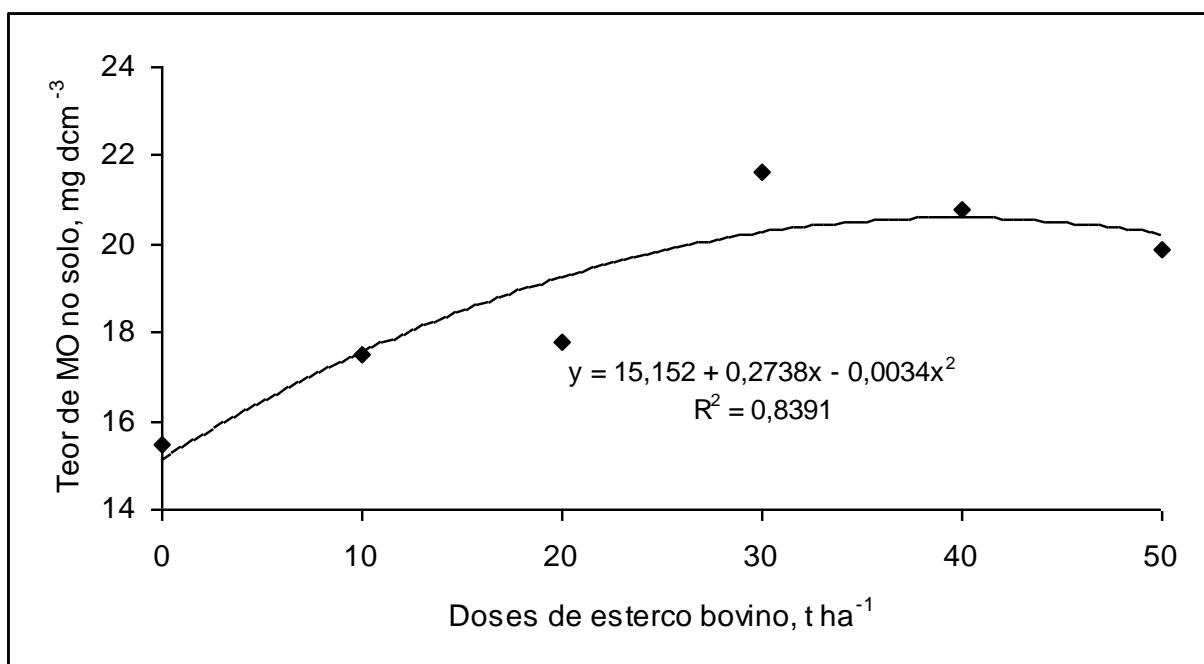


Figura 18. Teores de MO (g dcm⁻³) no solo adubado com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com relação ao N, observou-se que o teor desse nutriente nas folhas foi de 36,58 g kg⁻¹, alcançado com 23,38 t ha⁻¹ de esterco bovino. Essa dose foi responsável por um crescimento de 16,78% o teor de N nas folhas em relação ao tratamento não fertilizado com esterco bovino (Figura 19). Entretanto, Barbosa (2005) encontrou valores inferiores (32,3 g kg⁻¹ e 34 g kg⁻¹) nas doses de 40 e 50 t ha⁻¹ de esterco bovino na ausência de biofertilizante, respectivamente. Por outro lado, em pimentão, Araújo (2005) obteve o maior teor de N nas folhas no tratamento

na ausência de esterco bovino ($41,87 \text{ g kg}^{-1}$). Enquanto que Alves (2006) encontrou 30,88 a $33,50 \text{ g kg}^{-1}$, em função das doses de cálcio fornecido por dois tipos de biofertilizante.

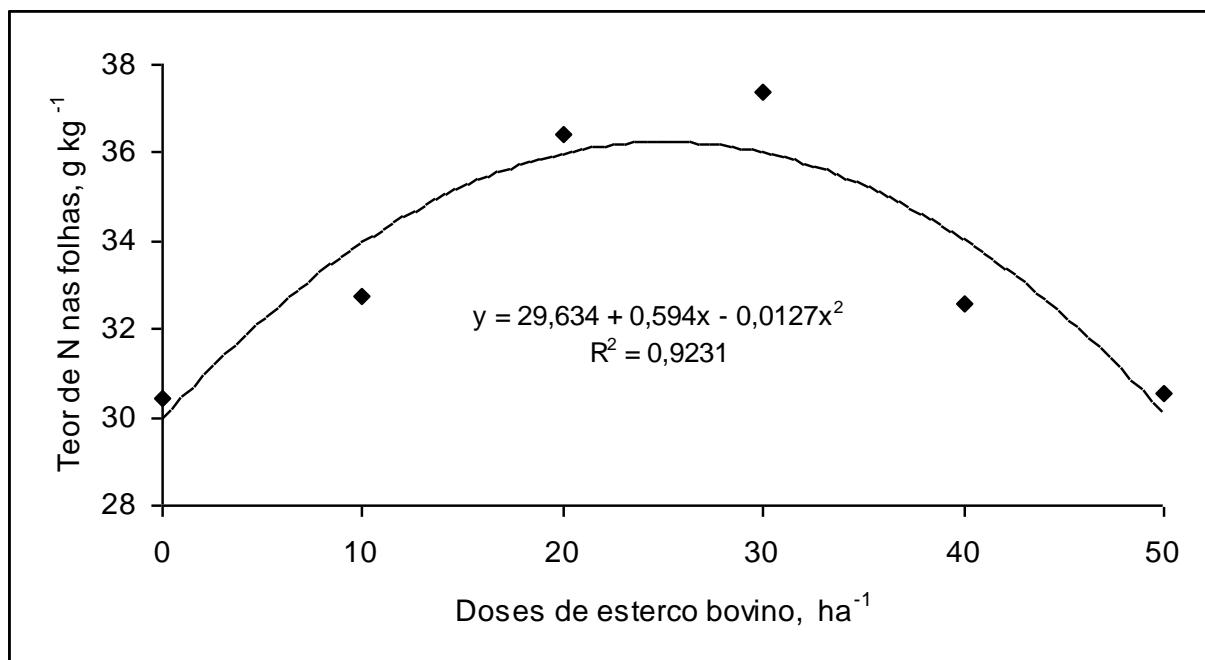


Figura 19. Teores de N (g kg^{-1}) nas folhas da cultura de batata-doce, em função de doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Em relação ao P, observou-se que o teor deste nutriente nas folhas foi de $4,55 \text{ g kg}^{-1}$ alcançado com 50 t ha^{-1} de esterco bovino. Essa dose foi responsável por um crescimento de 32,74% no teor de P nas folhas em relação ao tratamento não fertilizado com esterco bovino (Figura 20). Contudo, Barbosa (2005), com mesma dose de esterco bovino (50 t ha^{-1}), obteve valor inferior ($3,98 \text{ g kg}^{-1}$).

O alto teor de P ($4,55 \text{ g kg}^{-1}$) nas folhas de batata-doce nesta pesquisa pode estar relacionado ao fato de que a batata-doce é uma hortaliça com grande eficiência na sua absorção, onde houve um aproveitamento muito significativo do fósforo, tanto presente em alta quantidade no solo ($94,76 \text{ mg dcm}^{-3}$), como fornecido pelo esterco bovino, ocasionando melhores respostas dos componentes de produção da cultura.

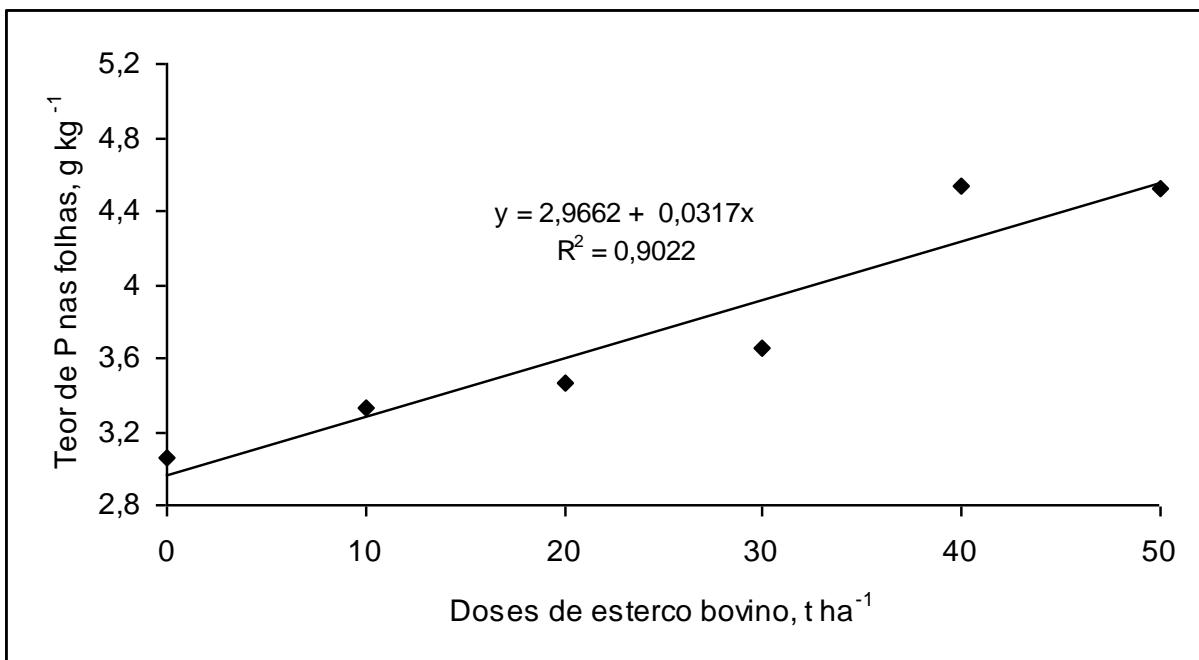


Figura 20. Teores de P (g kg^{-1}) nas folhas da cultura de batata-doce fertilizada com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com referência ao K, verificou-se que o teor deste nutriente nas folhas foi de 36,34 g kg^{-1} alcançado com 50 t ha^{-1} de esterco bovino. Essa dose foi responsável por um crescimento de 32,72% o teor de K nas folhas em relação ao tratamento não fertilizado com esterco bovino (Figura 21). Entretanto, Barbosa (2005) verificou valor superior (42,8 g t ha^{-1}), com uma dose menor de esterco bovino (26 t ha^{-1}). Em batata, Silva & Menezes (2007) concluíram que a incorporação anual de 15 t ha^{-1} de esterco caprino na época do plantio aumentou os teores de P e K do solo ao longo de todo o período de cultivo. Por outro lado, em pimentão, Araújo (2005) obteve o maior teor de K nas folhas no tratamento na ausência de esterco bovino (48,20 g kg^{-1}).

A elevação no teor de K nas folhas, possivelmente deve-se ao fato desse nutriente na forma iônica se mover no solo por difusão, não dependendo da mineralização para se tornarem solúveis, e o mais importante, estão facilmente disponíveis nos adubos orgânicos (RODRIGUES & CASALI, 1998). Ribeiro et al.

(2000), ao analisarem os efeitos da aplicação de esterco de curral e vermicomposto, como fonte de adubação orgânica no pimentão, obtiveram aumento para o teor de K nas folhas de pimentão. Também a redução do teor de K acima da dose responsável pelo valor máximo, possivelmente esteja relacionado com a quantidade inicial no solo ($121,83 \text{ mg dm}^{-3}$) e sua concentração no esterco bovino ($4,10 \text{ g kg}^{-1}$), que pode ter proporcionado desbalanceamento na sua absorção (Raij, 1991).

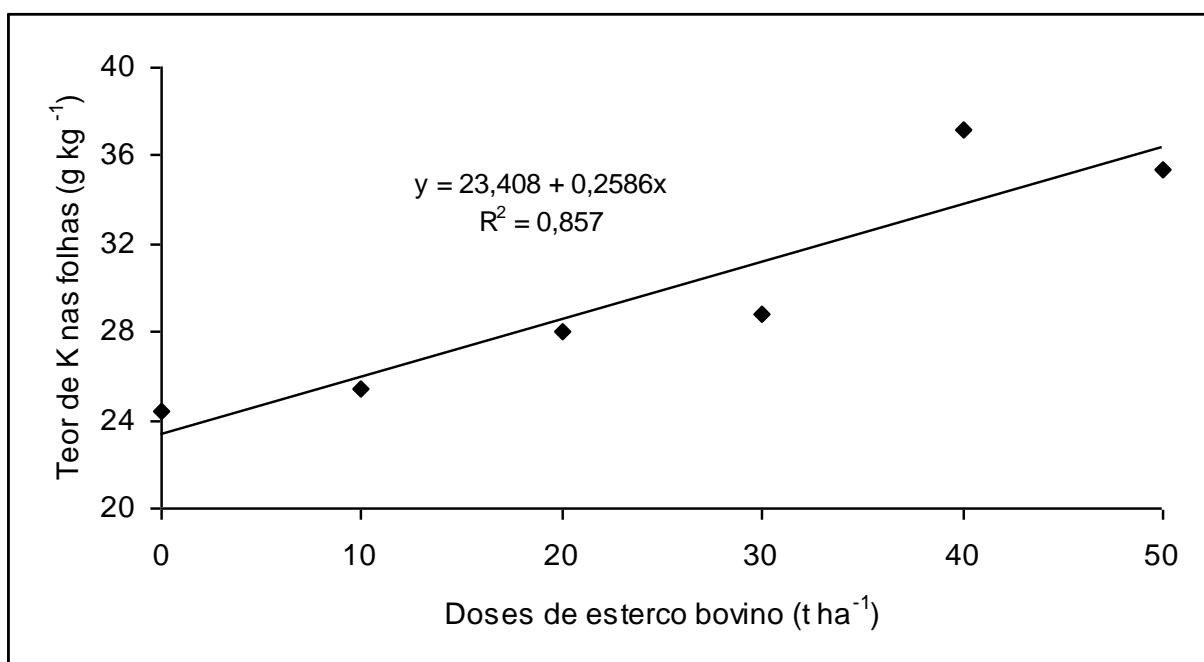


Figura 21. Teores de K (g kg^{-1}) nas folhas da cultura de batata-doce adubado com doses de esterco bovino. Lagoa Seca - PB, 2006.

5.5.1 Biofertilizante na presença de esterco bovino

As concentrações de biofertilizante na presença de esterco bovino influenciaram estatisticamente apenas os teores de N e K nas folhas e apenas para o biofertilizante aplicado no solo (Tabela 9).

A falta de resposta de P nas folhas da cultura de batata-doce, em função das doses de esterco bovino e da aplicação de biofertilizante, se devam ao nível adequado de nutrientes inicialmente presentes no solo ($94,76 \text{ mg dcm}^{-3}$). Fontes &

Monnerat (1984) afirmam que existe forte associação entre a absorção de nutrientes e o desenvolvimento da planta, sendo a associação extremamente dependente da produtividade da cultura e do movimento de nutrientes dentro da planta.

Quando se aplicou o biofertilizante no solo, na concentração de 15% dentro das doses de esterco bovino, os maiores teores obtidos com e N e K foram 37,62 e 30,50 g kg⁻¹, atingidas com as doses de 24,89 e 35,54 t ha⁻¹ de esterco bovino, alcançando-se de 21,50% de N e de 25,28% de K nas folhas de batata-doce em relação à ausência de biofertilizante (Figura 22).

Por outro lado, em pimentão, Araújo (2005) não encontrou diferenças significativas de doses de esterco bovino e biofertilizante sobre o teor de P nas folhas da cultura, no entanto, constatou que o biofertilizante aplicado via foliar promoveu maior teor de K nas folhas da cultura (42,00 g kg⁻¹) do que o aplicado no solo (54,80 g kg⁻¹).

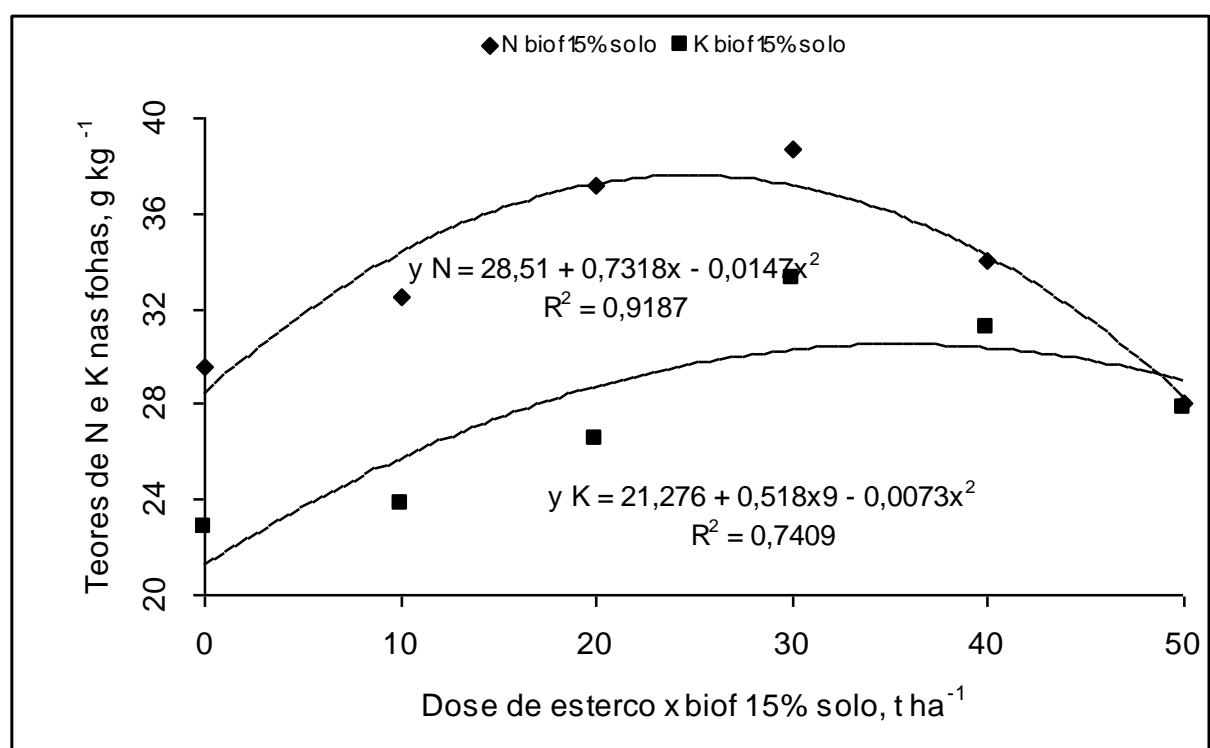


Figura 22. Teores de N e K (g kg⁻¹) nas folhas em função de doses de esterco x biofertilizante na concentração de 15% aplicado no solo. Lagoa Seca - PB, 2006.

Para o biofertilizante aplicado na concentração de 30% dentro das doses de esterco bovino, os maiores teores de N e K foram 38,49 e 41,89 g kg⁻¹, atingidas com as doses de 21,39 e 50 t ha⁻¹ de esterco bovino, obtendo-se incrementos de 13,22% de N e de 35,83% K nas folhas de batata-doce em relação à produção obtida na ausência de biofertilizante (Figura 23). Entretanto, Barbosa (2005) constatou que os maiores teores de N, 32,3 g kg⁻¹ e 34 g kg⁻¹, foram obtidos nas doses de 40 e 50 t ha⁻¹ de esterco bovino na ausência de biofertilizante, respectivamente.

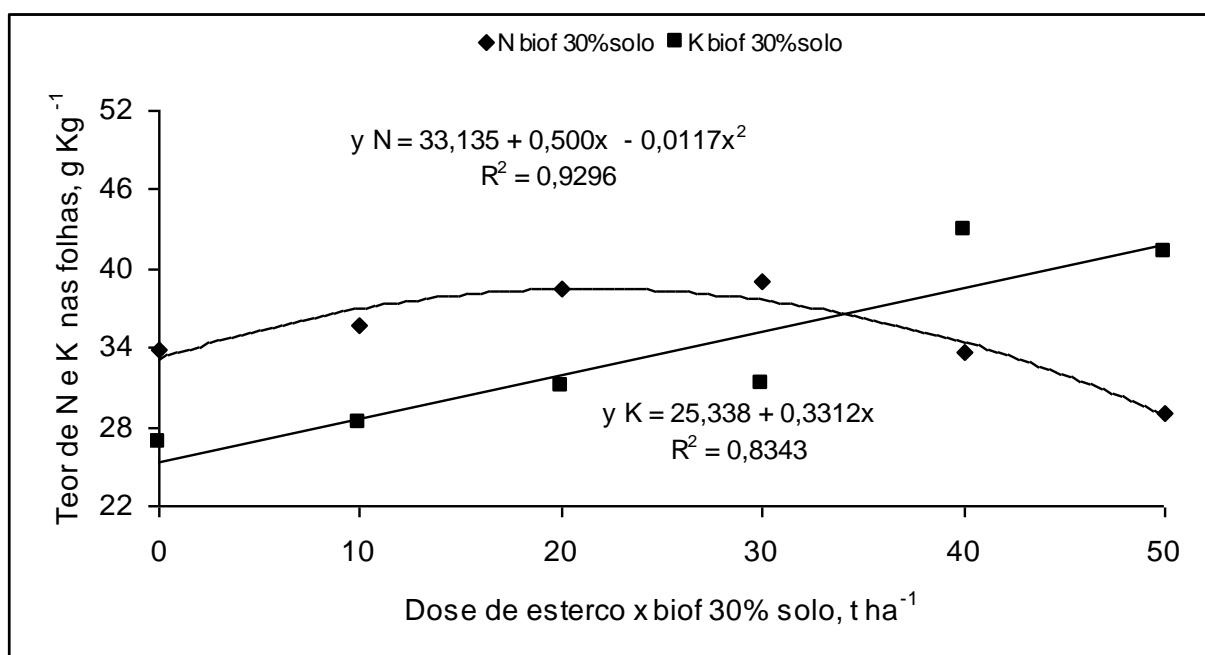


Figura 23. Teores de N e K (g kg⁻¹) nas folhas em função de doses de esterco x biofertilizante na concentração de 30% aplicado no solo. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com relação ao biofertilizante na concentração de 45% aplicado no solo, na presença de das doses de esterco bovino, os valores mais altos de N, P e K nas folhas da cultura da batata-doce foram 35,04, 4,56 e 29,15 g kg⁻¹, atingidas com as doses de 21,31 e 50 e 29,15 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 24).

Essas doses provocaram aumentos de 12,16% de N, 28,51% e de 10,67% de K nas folhas de batata-doce em relação à produção obtida na ausência de biofertilizante (Figura 24).

Acredita-se que os efeitos benéficos do esterco bovino associado ao biofertilizante sobre o aumento dos teores de N, P e K nas folhas da cultura da batata-doce devam-se aos nutrientes presentes no solo (teor alto de P e K) e no biofertilizante que disponibilizaram maior quantidade desses nutrientes à cultura, havendo maior absorção e acúmulo dos mesmos que refletiram nas melhores produções, bem como em função das melhorias ocorridas nas características químicas, físicas e biológicas do solo que receberam esses insumos agrícolas (MARCHESINI *et al.*, 1988; YAMADA & KAMATA, 1989).

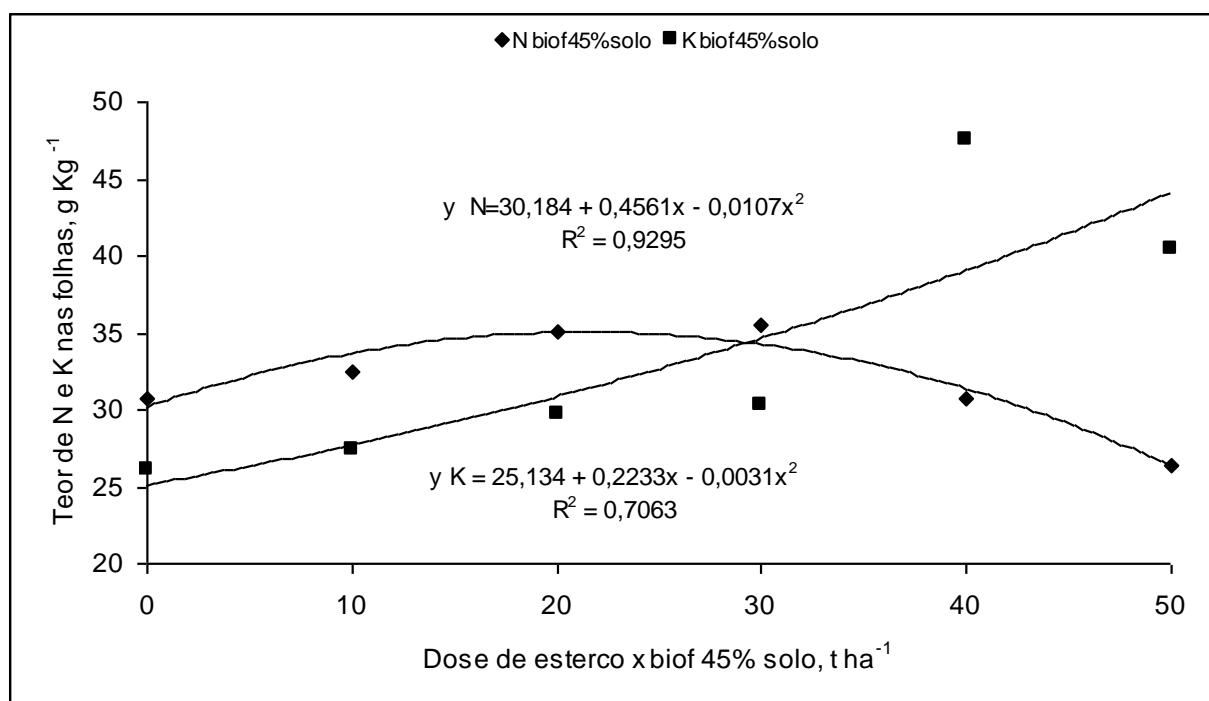


Figura 24. Teores de N e K (g kg^{-1}) nas folhas em função de doses de esterco x biofertilizante na concentração de 45% aplicado no solo. Lagoa Seca - PB, 2006.

5.5.2 Biofertilizante no solo e via foliar

Analisando apenas o efeito isolado do biofertilizante, observou-se que os maiores teores estimados de N nas folhas de batata-doce foram 33,34 e 29,46 g kg⁻¹, alcançados com o biofertilizante aplicado no solo e via foliar, respectivamente, nas concentrações de 28 e 29%. Nas duas formas de aplicação registraram-se aumentos de 12,17 e 11,44% em relação aos tratamentos que não receberam o biofertilizante (Figura 25). Entretanto, em pimentão, Araújo (2005) alcançou o maior teor de N nas folhas no tratamento com biofertilizante (41,87 g kg⁻¹). Enquanto, Alves (2006) encontrou 30,88 a 33,50 g kg⁻¹ nas folhas de pimentão, em função das doses de cálcio fornecido por dois tipos de biofertilizante.

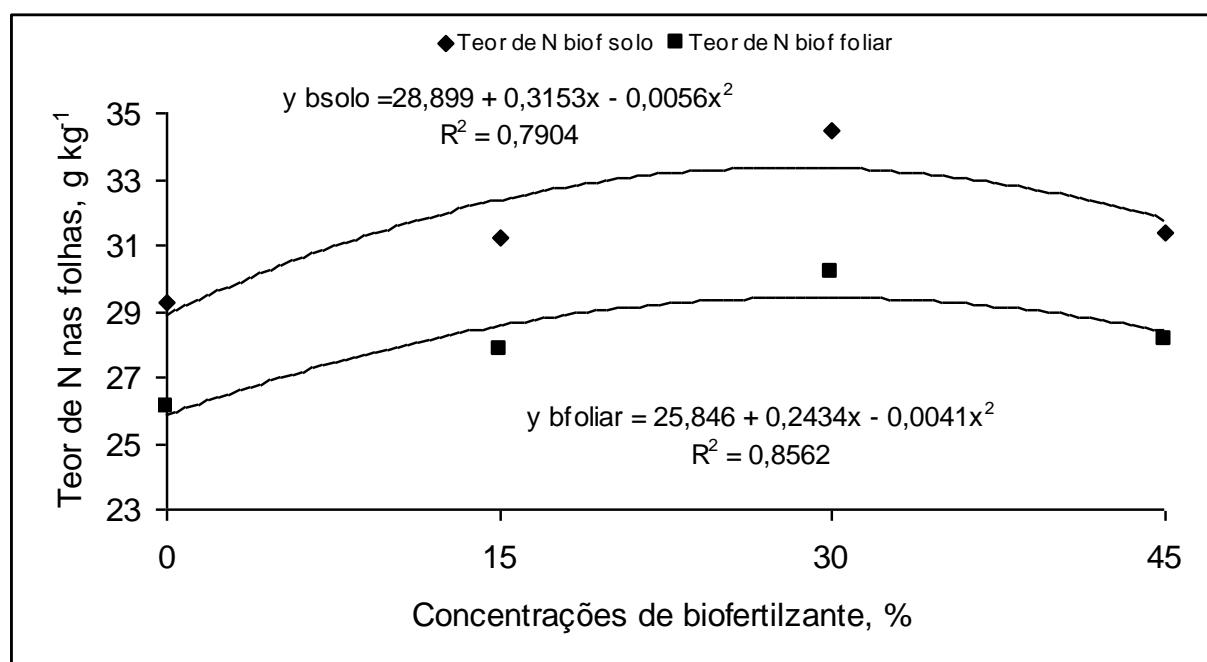


Figura 25. Teores de N (g kg⁻¹) nas folhas da cultura de batata-doce, em função de concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

Com relação aos teores de P nas folhas das plantas de batata-doce, constatou-se que os maiores teores foram 4,34 e 3,83 g kg⁻¹, atingidos com o

biofertilizante na concentração de 24,01 e 28,83% aplicado no solo e via foliar, respectivamente, onde houve aumento de 11,75% quando o biofertilizante foi aplicado no solo. Em relação aos tratamentos que não receberam o biofertilizante, os incrementos foram 13,36 e 18,54% quando esse foi aplicado no solo e via foliar (Figura 26). Contudo, Barbosa (2005) verificou que o maior teor de P nas folhas da cultura de batata-doce foi de 3,98 g kg⁻¹ encontrado na dose de 50 t ha⁻¹ de esterco bovino.

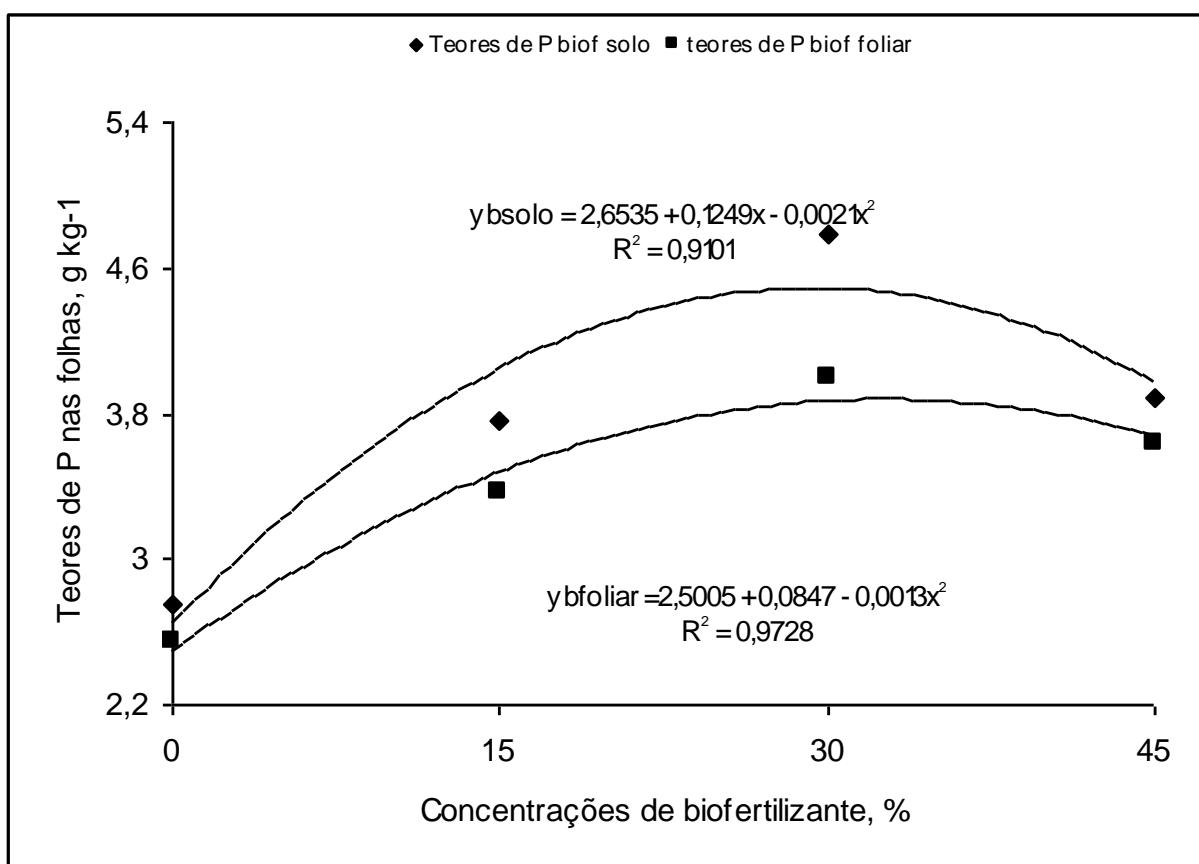


Figura 26. Teores de P (g kg⁻¹) nas folhas da cultura de batata-doce fertilizado com concentrações de biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

Quanto aos teores de K nas folhas das plantas de batata-doce, observou-se que os maiores teores foram 34,82 e 27,89 g kg⁻¹, atingidos com o biofertilizante na concentração de 26 e 34% aplicado no solo e via foliar, respectivamente, onde houve aumento de 19,90% quando o biofertilizante foi aplicado no solo. Em relação

aos tratamentos que não receberam o biofertilizante, os incrementos foram 22,80 e 11,47% quando esse foi aplicado no solo e via foliar (Figura 27).

Verifica-se, pelos resultados obtidos, as concentrações de biofertilizante (24 a 34%) responsáveis pelos maiores teores de N P e K nas da batata-doce, obtidos aos 76 DAP, foram similares as que proporcionam as mais altas produtividades de raízes comerciais, para o biofertilizante aplicado no solo (30%) ou via foliar (27%). Isso significa afirmar que os teores desses três nutrientes nas folhas estavam diretamente relacionados com a produtividade da batata-doce, refletindo o estado nutricional da cultura no período da coleta (Figuras 25, 26 e 27), não se constatando o mesmo comportamento em relação às doses de esterco bovino.

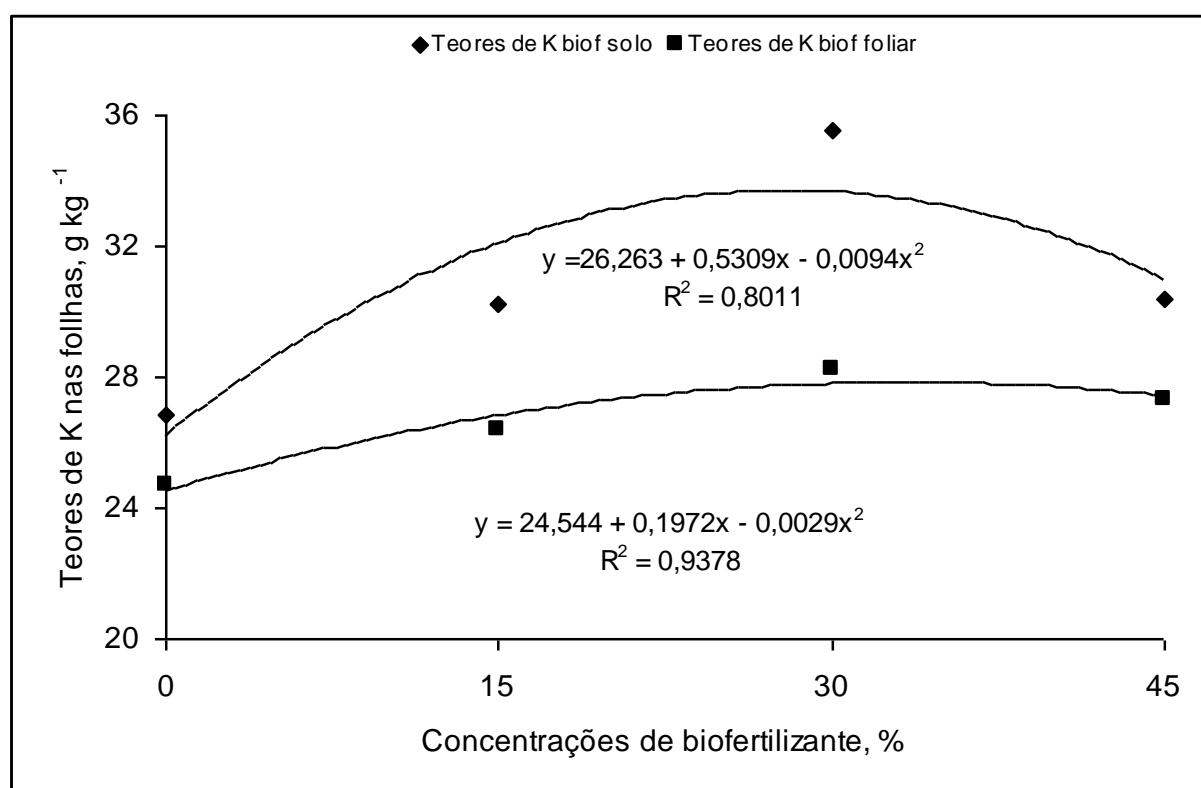


Figura 27. Teores de K (g kg^{-1}) nas folhas da cultura de batata-doce adubado com biofertilizante aplicado no solo e via foliar. Lagoa Seca - PB, 2006.

Verifica-se que os teores de P e K aumentaram até os máximos valores estimados, ocorrendo um decréscimo a partir das doses de esterco e de

biofertilizante associado ou isolado. Acredita-se que isto, possivelmente esteja relacionado com as altas quantidades inicial desses nutrientes no solo e sua concentração no esterco bovino e/ou no biofertilizante, que podem ter proporcionado desbalanceamento na sua absorção (Raij, 1991). Com relação ao N foi, provavelmente, devido ao seu fornecimento através do esterco e/ou do biofertilizante, que juntamente com os nutrientes presentes no solo se apresentou de uma quantidade excessiva à capacidade metabólica e fisiológica da cultura em absorvê-lo.

Ao se comparar às médias para teores de MO no solo, N, P e K nas folhas de batata-doce em função da fertilização orgânica versus convencional (Tabela 10), constatou-se que houve diferença significativa para o teor de MO no solo e N nas folhas, não se observando diferença estatística para o P e K nas folhas.

Barbosa (2005) constatou que o teor de N ($34,4 \text{ g kg}^{-1}$) foi superior em função da adubação convencional, e de forma contrária o teor de P, foi superior em função da adubação orgânica ($5,8 \text{ g kg}^{-1}$), não havendo diferença estatística para o teor de K nas folhas de batata-doce. Em pimentão, não encontrou respostas de N, P e K nas folhas em função de doses de esterco bovino e biofertilizante.

Os valores mais altos de matéria orgânica no solo no tratamento com adubo orgânico em relação ao convencional foram, provavelmente, devido à mineralização da MO por organismos decompositores presentes no esterco bovino e biofertilizante que proporcionaram acúmulo e elevação dos teores de matéria orgânica no solo durante a condução da cultura e que refletiram nas maiores produção.

Segundo Siqueira & Franco (1988), os adubos orgânicos promovem a mineralização da MO e de nutrientes do solo por organismos decompositores e de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, podendo ter efeito imediato no

solo, ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição. Portanto, a liberação gradativa dos nutrientes pela matéria orgânica, contribui para a fertilidade natural do solo (MARCHESINI et al., 1988).

Para Melo et al. (2000) e Cardoso & Oliveira (2002), a adição de matéria orgânica no solo através da adubação orgânica, proporciona relevante benefício às plantas, pois possibilita a liberação dos nutrientes de acordo com a sua exigência, não apresentando a inconveniência da adubação mineral, onde os elementos são facilmente lixiviados.

O maior teor de N nas folhas no tratamento convencional ocorreu, possivelmente devido a uma maior e mais rápida disponibilização desse nutriente pelos adubos químicos. Além disso, o fato desse nutriente ter a característica de ser facilmente absorvido pela batata-doce, pode também ter contribuído para esse resultado.

A falta de resposta de P e K nas folhas entre os adubos convencional e orgânicos deve-se, possivelmente a fato que os teores altos desses nutrientes no solo ($P = 121,83 \text{ mg/dm}^3$ e $K = 94,76 \text{ mg/dm}^3$) e os disponibilizados pelo esterco bovino e biofertilizante foram suficientes para atender a nutricional da cultura da batata-doce.

Tabela 10. Teor de MO no solo (mg dcm^{-3}), e de N, P e K (g kg^{-1}) nas folhas de batata-doce, em função da fertilização orgânica versus química. Lagoa Seca - PB, 2006.

Tratamento	MO	N	P	K
	mg dcm^{-3}		g kg^{-1}	
Fertilização orgânica	19,45a	34,08b	4,04a	33,08a
Fertilização química	16,26b	38,71a	4,71a	37,05a
CV (%)	10,56	12,43	13,25	14,21

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste F

6 CONCLUSÕES

1. A batata-doce responde ao emprego de esterco bovino, em dose variando de 27,53 a 50 t ha⁻¹;
2. Na ausência de esterco bovino há uma queda de 40,77% na produtividade de raízes comerciais de batata-doce;
3. O biofertilizante aplicado no solo deve ser indicado como forma de aumentar a produtividade comercial de batata-doce;
4. Na ausência de biofertilizante há reduções de 25,26 a 29,43% na produtividade de raízes comerciais de batata-doce;
5. A dose econômica de esterco bovino foi de 22,46 t ha⁻¹ que propiciou uma produção de 12,67 t ha⁻¹ de raízes comerciais de batata-doce;
6. O biofertilizante promove retorno econômico nas concentrações de 25 e 21%, quando aplicado no solo e via foliar, respectivamente;
6. Os teores de MO no solo e de N, P e K nas folhas da cultura da batata-doce foram alterados positivamente pelo esterco bovino e biofertilizante isolados;
7. A adubação orgânica foi mais eficiente em elevar o teor de MO no solo, enquanto que a adubação química teve melhor resposta para os componentes de produção e matéria seca foliar.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A.O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Análise de crescimento da cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.35, n.5, p.901-7, 2000.

ALMEIDA, D. L.; MAZUR, N. P.; PEREIRA, N. C. Efeitos de composto de resíduos urbanos em cultura do pimentão no município de Teresópolis - RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22, Vitória. **Resumos**. Vitória: SOB/SEAG-ES, p. 322 1982.

ALVAREZ, R. de C. F.; RODRIGUES, J. D.; MARUBAYASHI, O. M.; ALVAREZ, A. C. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Análise de crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachishy pogaea L.*). **Acta Science Agronomy**. Maringá, v. 27, n. 4, p. 611-616, Oct./Dec., 2005.

ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B. de; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e Microrganismos na Proteção de Plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n.21, junho/agosto, p.16-21, 2001.

ALVES, G. da S. **Nutrição mineral e produtividade de pimentão (*Capsicum annuum* Iem resposta a diferentes biofertilizantes líquidos no solo)**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – CCA, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 83 p, 2006.

AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T. Técnica para marcação dos adubos verdes, *Crotalaria juncea* e mucuna-preta com N para estudos de dinâmica de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, 219-224, 1997.

ANDRADE, M. B. de; VEIGA, A. F. de S. L. Manejo da batata-doce no controle da broca-da-raiz, a nível do produtor. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.76, fasc.3, 2001.

ARAÚJO FILHO, J. O. T. de. **Uso da matéria orgânica no cultivo da batata (*Solanum tuberosum L.*) na presença e ausência de adubação química.** Monografia (Graduação em Engenharia Agronômica) – CCA, Universidade Federal da Paraíba, Areia, p.39, 2002.

ARAÚJO, E. N. de. **Rendimento do pimentão (*Capsicum annuum L.*) adubado com esterco bovino e biofertilizante.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – CCA, Universidade Federal da Paraíba, Areia, p.82, 2005.

ARAÚJO, E. N. de.; OLIVEIRA, A. P. de.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M. de. NEVES, C. M. de L.; SILVA, É. da. Produção de pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.11, n.5, p.466–470, 2007.

ARIAS CHAVES, H. J. Digestión anaeróbica de desechos orgánicos. Texcoco: **Universidad Autónoma Chapingo**, 1981. 45p.

BARBOSA, A. H. D. **Rendimento de batata-doce com adubação orgânica.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – CCA, Universidade Federal da Paraíba, Areia, p.79, 2005.

BARCELOS, D. M.; GARCIA, A.; MACIEL JUNIOR, V. A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um Latossolo Vermelho-Amarelo. Ciência. **agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 21-27, jan./fev., 2007.

BARRERA, P. **Batata-doce.** Ícone, São Paulo, 1986, 91p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas.** Jaboticabal: FUNEP, 1988. 43 p.

BETTIOL, W., TRATCH, R., GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes.** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, (EMPBRA PACNPMA. Circular Técnica, 02), p.22, 1997.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes.** Jaguariúma: EMATER/CNPMA, p.22, 1998.

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**, p. 125-135, 2001.

BEZERRA, I. L. **Uso de doses crescentes de esterco bovino associadas a duas fontes de nitrogênio mineral parceladas em três épocas distintas na cultura da batata-doce (*Ipomea batatas L.*) no semi-árido paraibano.** 1997. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.

BURG, I. C.; MAYER, P. H. (Org.) **Manual de alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças:** (caldas, biofertilizantes, fitoterapia animal, formicidas e defensivos naturais). 7. ed. Francisco Beltrão: ASSESOAR/COOPERIGUAÇÚ, 1999. 153 P.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA. H. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral,** Corumbá - MS: Corumbá-MS. EMBRAPA PANTANAL. (Circular Técnica, 35), p.4, 2002.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamento de nitrogênio e potássio. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1729-1736, nov./dez., 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. **Revista Universitária Rural**, Sér. Ci. Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 24, n.2, Jul.-Dez., p. 81-87, 2004.

CAVALCANTE, L. F.; LUCENA, E. R. Fosfogesso e biofertilizante bovino num solo salino sódico sobre germinação, crescimento e produção de matéria seca de Vigna (*Vigna unguiculata* L. WALP). **Revista Tecnologia e Ciência**. João Pessoa, v.1, n.2-3, p.16-20, 1987.

CHABOUESSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 2 ed. Porto Alegre: L & PM, p.256, 1987.

CHAVES, L. H. G.; PEREIRA, H. H. G. **Nutrição e adubação de tubérculos**. Campinas: Cargill, 1985, 97p.

COGO, C. M.; ANDRIOLI, J. L.; BIOSGNIN, D. A.; GODOI, R. dos S.; BORTOLOTTO, O. C.; LUZ, G. L. da. Relação potássio-nitrogênio para o diagnóstico e manejo nutricional da cultura da batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.12, p.1781-1786, dez. 2006.

COLLARD, F. H. Efeito do uso do biofertilizante Agrobio em maracujazeiro amarelo, Seropédica, RJ, In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 2000.

CONCEIÇÃO, M. K.; LOPES, N. F.; FORTES, G. R. de L. Partição de matéria seca entre órgãos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) LAM), cultivares abóbora e da costa. **Revista Brasileira Agrociência**, v.10, n. 3, p. 313-316, jul-set, 2004.

COSTA, M. B. B.; CAMPANHOLA, C. **Agricultura Alternativa no Estado de São Paulo**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA. (EMBRAPA-CNPMA. Documentos, 7), p.63, 1997.

DUQUE, F. F.; NEVS, M. C. P.; FRANCO, A. A.; VICTORIA, R. L.; BODDLEY, R. M. The response of field grownen *Phaseolus vulgaris* L. to Rhizobium inoculation and qualification of N₂ fixation using N. **Plant and Soil**, v. 88, p. 333-343, 1985.

EDMOND, J.B.; AMMERMAN, G. R. Sweet-potato: Production, Processing, Marketing. Connecticut, **The AVI Publishing Company**, Inc. 1971, 334p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. 1995. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas (L.) Lam.*)**. 3. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária, (EMBRAPA-CNPH. Instruções Técnicas, 7).

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Brasília, DF. 2004. Disponível em <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce/index.htm>>. Cultura da batata-doce. Acessado em 01/02/2008.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção de tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, 2003.

FERNANDES FILHO, E. I. **Relações entre algumas práticas de manejo e aplicação de biofertilizante em propriedades físicas e químicas de um Latossolo – Escuro Álico**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p.74, 1989.

FERNANDES, M. do C. de A.; LEAL, M. A. de A.; RIBEIRO, R. de L. D.; ARAÚJO, M. L. de; ALMEIDA, D. L. de. Cultivo protegido do tomateiro sob manejo orgânico. **A Lavoura**. Rio de Janeiro, n. 634, p. 44-45, Set. 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, p. 402, 2000.

FIGUEIRÊDO, F. **Fertilização mineral e orgânica na presença e ausência de manganês em gravoleira**. Dissertação (Mestrado em Manejo e conservação do

Solo). Centro de ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, p.57, 2003.

FOLQUER, F. **La batata (Camote): Estudo de la planta y su produccion comercial.** Buenos Aires, 1978, 144p.

FONTES, P. C. R.; MONNERAT, P. H. Nutrição mineral e adubação das culturas de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte: EPAMIG. N. 113, p. 25-31,1984.

FREITAS, S. P., SEDIYAMA, T., SEDIYAMA, M. A. N., SILVA, A. A. Efeito de composto orgânico na produção da batata-doce (*Ipomea batatas* L.), na incidência de plantas daninhas e na eficiência do Diuron. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.265, p.251-265, 1999.

FREITAS NETO, P.A. **Produtividade e composição mineral do inhame (*D. cyennensis*) em função da fertilização orgonomineral e épocas de colheita.** Areia: CCA-UFPB, 1999. 72 p. (Tese mestrado).

GALBIATTI, J. A., BENECASA, M., LUCAS JÚNIOR, J., JOSÉ LUI, J. Efeitos da incorporação de efluentes de biodigestor sobre alguns parâmetros do sistema solo-planta, em milho. **Revista Científica**, São Paulo, v.19, n.2, p.105-118, 1991.

GALBIATTI, J.A. et al. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) Submetido a duas lâminas de água por meio de irrigação por sulco. **Científica**, v.24, n.1, p. 63-74,1996.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C. Adubação orgânica. **Revista Cultivar**, n.9, p. 38-41.1999.

GAVA, G. J. de C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W. de; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto

com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1347-1354, nov. 2001.

GONDIM, A. W. de A.; FERNANDEZ, B. probabilidade de chuvas para o município de Areia - PB. **Agropecuária Técnica**, v. 1, n. 1, p. 55-63, 1980.

HOLLANDA, J.S. Preparo do solo, adubação e plantio de batata-doce. In: ENCONTRO DE PROFESSORES, PESQUISADORES E EXTENCIOSISTAS DE OLERICULTURA DO RIO GRANDE DO NORTE, Mossoró, 1990. *Anais* ... Moser, 70 Fundação Guimarães Duque. (Coleção Mossoroense, Serei "C", v.568), p.14-26, 1990.

HUETT, D.O. Effect of nitrogen on the yield and quality of vegetables. **Acta Horticulturae**. v. 247, p. 205 -209, 1989.

HUNTER, D. J.; TUIVALAGI, N. S. Effect of organic matter and frequent fertilizers applications on tomato production in a coralline soil. **Journal of South Pacific Agriculture**, v. 5, n. 2, p. 63-65, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/dowload>>. Acesso em: 1/02/ 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/dowload>>. Acesso em: 1/02/ 2008.

JORGE, J. A. Solo: **Manejo e adubação**. 2 ed. São Paulo: Nobel, p.312, 1988.

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

KIMOTO, T. Nutrição e adubação do repolho, couve-flor e brócolis. In: Nutrição e Adubação de Hortaliças. Jaboticabal, 1983. *Anais*... Jaboticabal: UNESP. P. 149-178, 1993.

KISS, JANICE. Terra em transe. **Globo Rural**, São Paulo - SP, v. 19, n. 223, p. 34/42, 2004.

LIEDGENS, M. M. **Modelos numéricos para a descrição do crescimento da planta de soja (*Glycine Max L. Merrill*, cultivar IAC-15) em condições sazonais diferenciadas**. 1993. 101 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1981. 201 p.

MALAVOLTA Eurípides. **ABC da Adubação**. S.ED. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989.

MARCHEZINI, A.; ALLIEVI, L.; COMOTTI, E.; FERRARI, A. Long-term effects of quality compost treatment on soil. **Plant and Soil**, v. 106, p. 253-261, 1988.

MARGARIDO, L. A. C.; LAVORENTI, N. A. Sistema de produção alternativo para a cultura da cenoura. **Agricultura Biodinâmica**, V. 17, n. 83, p. 31-34, 2000.

MARTINS, S. P. **Caracterização externa e interna dos frutos de maracujá produzidos por plantas em um solo tratado com biofertilizante bovino**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agronômica). UFPB, CCA, Areia, p.38, 2000.

MATHUR, S.P.; OWEN, G.; DINEL, H.; SCHNITZER, M. Determination of compost biomaturity. 1. Literature Review. **Biological Agriculture and Horticulture**, v. 10, p. 65-85, 1993.

MEDEIROS, J. G.; PEREIRA, W. ; MIRANDA, J. E. C. Análise de crescimento em duas cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.2, n.2, p. 23-29, 1990.

MEDEIROS, M. B. **Ação de biofertilizantes líquidos sobre a biocologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis*.** Tese (Doutor em Ciências - Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, p.110, 2000.

MELO, W. J. de.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P. de; CINTRA, A. A. D. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. **Horticultura Brasileira**, Suplemento 1, v.18, p. 67-81, 2000.

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, p.261-270, 2002.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. **Agricultura Natural.** 2 ed. Cuiabá: Coleção Agroindústria. Ed. SEBRAE-MT; Associação Mokiti Okada do Brasil, v.6, p.77, 1997.

MONTEIRO, F. A.; DECHEN, A. R.; CARMELO, Q. C. A. Nutrição mineral e qualidade de produtos agrícolas. In: ABEAS. **Curso de nutrição mineral de plantas.** Piracicaba: ABEAS-ESALQ, 1997. 27 p.

MUNIS, J. O. L.; SILVA, L. A.; ALMEIDA, J. J. L. Efeito das adubações orgânicas e orgânico-química em pepino no litoral do Ceará. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, n.1, p. 38-39, 1992.

NATALE W; COUTINHO ELM; BOARETTO A; PEREIRA FM. Dose mais econômica de adubo nitrogenado para a goiabeira em formação. **Horticultura Brasileira**, 14: 196-199, 1996.

NDAYEGAMIYE, A.; CÔTÉ, D. Effect of longterm pig slurry and solid cattle manure application on soil chemical and biological properties. **Canadian Journal of Soil Science**, v.69, p.39-47, 1989.

NORONHA, M. A. S. **Níveis de água disponível e doses de esterco bovino sobre o rendimento e qualidade do feijão-vagem.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal da Paraíba. Areia – PB: UFPB/CCA, p.76.il, 2000.

NUNES, M.U.C. Produtividade e principais problemas fitossanitários de cultivares de batata em Sergipe. **Horticultura Brasileira**, 20:424-427, 2002.

OESTERROHT, M. V. Sistema de produção de café orgânico na Fazenda Cachoeira. **Agroecológica**, v.1, n.2, p.17-20, 2000.

OLIVEIRA, I. P.; ESTRELA, M.F.C. Biofertilizante animal: potencial de uso. In: ENCONTRO DE TÉCNICAS EM BIODIGESTORES DO SISTEMA EMBRAPA, 2., 1983, Goiânia, **Resumos...** Brasília: EMBRAPA, p.16, 1984.

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, (Circular Técnica) 21, p.24, 1986.

OLIVEIRA, A. P.; NETO, P. A. de F.; SANTOS, E. S. Produtividade do inhame em função de fertilização orgânica e épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, 2000. Suplemento julho.

OLIVEIRA, A.P.; FREITAS NETO, P.A.; SANTOS, E.S. Produtividade do inhame em função de fertilização orgânica e mineral e de épocas de colheita e da adubação orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p.115 -118, 2001 a.

OLIVEIRA, A.P.; FREITAS NETO, P.A.; SANTOS E.S. Produtividade do inhame, em função de fertilização orgânica e mineral e de épocas de colheita **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 144 -147, julho 2.001 b.

OLIVEIRA, A, P. de; BARBOSA, A. H. D.;C. L.; F.PEREIRA, W. E, OLIVEIRA, A. N. P. de. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n.6, p. 1722-1728, nov./dez., 2007.

OSINAME, O.; VANGINJ, H.; ULEX, P. L. G. Effects nitrifications inibitions of the fate and efficiency of nitrogenenons fertilizers under simulated homid tropical conditions. **Tropical agriculture**, v. 60, p. 211-217, 1983.

PEIXOTO, N; MIRANDA, J.E.C. **O cultivo da batata-doce em Goiás**. EMGOPA, Goiânia, 1984, Circular Técnica n.7, 24p.

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

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidade vegetal**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 33p. (Boletim Técnico, 114)

PEREIRA, H. S.; MELLO, S. C. Aplicação de fertilizantes foliares na nutrição e produção do pimentão e do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 597-600, dezembro, 2002.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. MB-4: Agricultura sustentável, rofobiose e biofertilizantes. Florianópolis: Fundação juquira candiru, Mibasa, p.273,1996.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S.B. **“MB-4” – Agricultura Sustentável, rofobiose e Biofertilizantes**. Fjc. MIBASA Alagoas, p.273, 2000.

PIRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R. Impacto da adubação orgânica na produtividade e qualidade das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n. 2, p.195, 2001.

PRÁ, M. A. D., KONZEN, E. A.; OLIVEIRA, P. A.; MORES, E. Compostagem de dejetos líquidos de suínos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 25 p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, 45).

PRATES, H. S.; MEDEIROS, M. B. de. **Entomopatógenos e biofertilizantes na citricultura orgânica.** Campinas-SP: SAA/Coordenadoria de Defesa Agropecuária, 2001. Folder.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel. 9a edição, p.549, 1990.

RAIJ, B. V.; SILVA, M. N.; BATAGLIA, O. C.; QUAGIO, J. A.; et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas-SP: Instituto Agronômico, (Boletim, 100), p. 170 il, 1985.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do Solo e Adubação.** Piracicaba: Ceres-Potafós, p.343, 1991.

RAHMAN, M. A.; SAHA, J. H. U. K.; CHOWDHURY, A. R.; CHOWDHURY, M. M. U. Growth and yield of tomato as influenced by fertilizers and manure. **Annals of Bangladesh Agriculture**, v. 6, n. 1, p. 71-74, 1997.

RAMAN. K.V.; ALLEYNE, E.H. Biology and management of the west indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus*. In: Jansson, R.K & Raman, K.V. (Eds): Sweet potato pest management: A global perspective. Bouder, **Westview Press**, 1991. p. 263-282.

RAMOS, A. P. de S.; SANTOS, K. S. R.; SAMPAIO, V. S. B. Produtividade de feijão faveta, batata e caupi em função da incorporação adubos orgânicos no agreste paraibano. Universidade federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. Disponível em. <http://www.adtevento.com.br>. Acessado em 01/01/2008.

REIS JÚNIOR, R. dos; FONTES, P. C. R. Morfologia e partição de assimilados na batateira em função de época de amostragem e de doses de potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.795-799, maio 1999.

RODRIGUES, E. T. **Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca sativa L.*)**. Dissertação de Mestrado. Viçosa, MG: UFV, p.60, 1990.

RODRIGUES, E. T. Resposta de cultivares de alface ao composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.260-262. 1994.

RODRIGUES, E. T.; CASALI, V. W. D. Resposta da alface à adubação orgânica. II. Teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 45, n. 261, p. 437-449, 1998.

RODRIGUEZ ROBLES, W.G. **Dióxido de carbono via fertirrigação em batateira (*Solanum tuberosum L.*) sob condições de campo**. 2003. 160 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SANTOS, A C. V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 4, p. 275-279, 1991 a.

SANTOS, A C. V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante na aplicação em lavouras comerciais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 16, n.2, p.xxi, 1991 b.

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER – Rio. (Agropecuária Fluminense, 8), p.16 il, 1992.

SANTOS, A. C. V. & AKIBA, F. **Biofertilizantes líquidos: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: UFRRJ, Impresso. Universidade., p.35, 1996.

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 Brasília jan./mar., p.7, 2006 a.

SANTOS, J. F. dos; BRITO, L. M. P; GRANGEIRO, J. I. T. ALMEIDA, F. A. C.; OLIVEIRA, M. E. C. de. Componentes de produção e rendimentos de batata-doce, em função de doses de esterco de bovino. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.1, p.75-81, 2006 b.

SANTOS, J. F.; J.N.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, L. P.; OLIVEIRA, M.M.; OLIVEIRA, M.E.C.; SANTOS, M.C.C.A.; CAMPOS, A.R.N. Rendimento e componentes de produção de batata-doce, em função de húmus de minhoca. **XI Encontro Latino Americano de Iniciação científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** - Universidade do Vale do Paraíba. p. 4. 2007.

SCHERER, E. E. **Utilização de estercos suínos como fonte de nitrogênio: bases para a adubação dos sistemas milho/feijão e feijão/milho, em cultivos de sucessão**. Florianópolis: EPAGRI, 1998. 49p. (Boletim Técnico, 99).

SENESI, N. Composted materials as organic fertilizers. **The science of the total environment**, 81/82, p.521-542, 1989.

SILVA FILHO, L. M.; PRAKASAN, K.; PRAKASSAN, G. Estudo comparativo entre biofertilizantes e adubos orgânicos convencionais. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 4. p.16-24. 1983.

SILVA JÚNIOR, A. A. Adubação mineral e orgânica em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.4, n.2, p.19-21, 1986.

SILVA, R. M.; BRUNO, G. B.; LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A. Efeito de diferentes fontes de matéria orgânica na cultura do tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.). **Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 10, n. ½, p. 37-47, 1989.

SILVA, M. S. L.; SILVA, A. S.; DALTRO, M. J. S. Efeito do biofertilizante nas características do solo e na produção de milho e caupi. In: **25º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, Viçosa, p.2017-2019, Viçosa, 1995. **Resumos**.

SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: CEREDA, M. P.; Agricultura: Tuberossas amiláceas Latino Americanas, São Paulo: Cargill, v.2, p. 449-503, 2002.

SILVA, P. S. V. **Desenvolvimento do maracujazeiro – azedo em substrato envasado e aplicação de biofertilizantes bovino.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, p.24, 2003.

SILVA, J. A.; PIRES, R. C. M.; SAKAI, E.; SILVA, T. J. A.; ANDRADE, J. E.; ARRUDA, F. B.; CALHEIROS, R. O. Desenvolvimento e produtividade da cultura da batata irrigada por gotejamento em dois sistemas de cultivo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.354-362, maio/ago. 2007.

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

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: Fundamentos e perspectivas.** MEC, ABEAS, 1988. 235p.

SMITH, S.R.; HADLEY, P.A. Comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). **Plant and Soil**, v. 115, n. 1, p. 135-144, 1989.

SOARES, K.T.; MELO, A.S. de; MATIAS, E.C. **A cultura da batata-doce (*Ipomea batatas* (L.) Lam).** João Pessoa: EMEPA-PB, 2002. 26 p. il. (EMEPA-PB. Documentos, 41).

SOUZA, J. L. de.; PREZOTTI, L. C. Estudos dos solos em função de diversos sistemas de adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 248, 1997.

SOUZA, A. P. **Efeitos de diferentes fontes de adubação argânicos sobre a produtividade de cenoura (*Daucus carota L.*)**. 1990. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1990.

SOUZA, J. L. de. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura do pimentão em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília: SOB. v. 18, p. 828-829, 2000.

SOUZA, J. L. de.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil, p.564 il, 2003.

SWIFT, M. J.; WOOMER, P. Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definitions and measurement. In: MULUNGOY, k.; MERCKX, R. (Eds.). Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture. Leuven: **Wilei-Sayce co**, p.3-18, 1993.

TAGLIARI, P. S. Produção de bife orgânico promete reduzir custos. **Agropecuária Técnica Catarinense**, v.13, n.2. p.35-37, 2000.

TAVARES SOBRINHO J. 2001. **Rendimento e qualidade do feijão-vagem em função de doses e aplicação de nitrogênio**, 56 f. (Tese mestrado), CCA, UFPB, Areia.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H., VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, plantas e outras matérias. **Boletim Técnico**. Porto Alegre: Departamento de Solos – UFRGS, n.5, 2 ed. rev. ampl., p.173, 1995.

TRANI, P. E.; TAVARES, M.; SIQUEIRA, W. J.; SANTOS, R. R. DOS.; BISÃO. L. L.; LISBÃO, R. S. **Cultura do alho**. Recomendação para seu cultivo no Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1997, p. 26.

VAIRO DOS SANTOS, A.C. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante orgânico líquido no campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n.16, p.21-26, 1991.

VAIRO DOS SANTOS, A. C. Efeito de Biofertilizante líquido obtido a partir da fermentação anaeróbica do esterco bovino, no controle de insetos prejudiciais à lavoura de citros e seus inimigos naturais. IN: Seminário Bienal de Pesquisa, 6 Seropédica UFRRJ. 1993. (**resumos**).

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

VARANINE, Z.; PINTON, R.; BIASE, M. G.; ASTOLFI, S.; MAGGIONI, A. Low molecular weight humic substances stimulate H+-ATPase activity of plasma membrane vesicles isolated from oat (*Avena sativa* L.) roots. **Plant and Soil**, v. 153, p.61-69, 1993.

VIANA, J. V.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, V. F.; SANTOS, G. P.; ARAÚJO FILHO, J. O. T. Produção de cenoura (*Daucus carota* L.) sob diferentes fontes de adubação. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43, Recife. **Resumo...** Recife: SOB, 2003, p.23.

VIGLIO, E.C.B.L. Ambientalmente prósperos. **Agroanalysis**, v.19, n.1, p.58-62, jan. 1999.

WILLER, H, YUSSEFI, M. **Organic agriculture worldwide: statistics and future prospects**. SÖL r 74, Feb. 2001.

YAMADA, H., KAMATA, H. Agricultural technological evaluation of organic farming and gardening I. Effects of organic farming on yields of vegetables and soil physical and chemical properties. *Bulletim of the Agricultural Research Institute of Kanagawa Prefecture*, v. 130, p. 1-13. [Links] In: **Horticultural. Abstract**, v. 59, n. 10, p. 938-939, 1989

YAMADA, T. **A nutrição mineral e a resistência de plantas às doenças**. Piracicaba: (POTAFOS. Informações Agronômicas, 72). Potafos, 1995.