



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

NUTRIÇÃO MINERAL E PRODUTIVIDADE DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)
EM RESPOSTA A DIFERENTES BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS NO SOLO

GIBRAN DA SILVA ALVES

AREIA-PB

2006

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

**NUTRIÇÃO MINERAL E PRODUTIVIDADE DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)
EM RESPOSTA A DIFERENTES BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS NO SOLO**

GIBRAN DA SILVA ALVES

**NUTRIÇÃO MINERAL E PRODUTIVIDADE DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)
EM RESPOSTA A DIFERENTES BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS NO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: PROF. DJAIL SANTOS, Ph.D.

AREIA - PB

2006

GIBRAN DA SILVA ALVES

**NUTRIÇÃO MINERAL E PRODUTIVIDADE DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)
EM RESPOSTA A DIFERENTES BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS NO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 24/02/2006

BANCA EXAMINADORA

Prof. Djail Santos, Ph.D.

CCA/UFPB

- Orientador -

Prof. Marcos Barros de Medeiros, D.Sc.

CFT/UFPB

- Examinador -

Prof. Lourival Ferreira Cavalcante, D.Sc.

CCA/UFPB

- Examinador -

A Deus,

A minha mãe, Maria Jorge da Silva e ao meu
Pai, Manoel Bezerra Alves Filho.

Aos meus irmãos, Leandro da Silva Alves,
Manoel Bezerra Alves Neto e Larissa Rúbia

A minha sogra, Maria das Neves e ao meu
Sogro, Quintino Dias Machado.

OFEREÇO

A minha querida e amada esposa,

Andréia Maria Alves Machado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela ajuda financeira concedida durante o curso.

Ao Prof. Dr. Djail Santos, pelo apóio e orientações concedidas.

Ao Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, pelas orientações, ensinamentos, amizade e por acreditar em mim durante todos esses anos de convivência.

Ao Pesquisador da EMBRAPA, Melchior Naelson, por ter sido um grande amigo nas horas que mais precisei.

Ao Prof. Saulo Cabral Gondim, pela amizade e colaborações na vida profissional.

Ao Prof. Dr. Francisco Assis de Oliveira, pelos ensinamentos e colaborações.

Ao Prof. Dr. Ivandro de França da Silva, por me aconselhar nos momentos difíceis.

Ao Prof. Dr. Marcos Barros de Medeiros, pela contribuição nesse trabalho.

Aos Coordenadores do Curso de Pós Graduação em Agronomia Prof. Dr. Genildo Bandeira Bruno e Prof^a. Dr^a. Riselane Lucena Alcântara Bruno, pelo incentivo durante o curso.

A Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira, pelos ensinamentos e ajuda nas análises estatísticas.

Ao Centro de Ciências Agrárias, por me acolher todos esses anos.

A Adeilson, pela amizade e por ter grande participação nesse trabalho.

A equipe de trabalho do Sítio Macaquinhos: Erasmo, Rosinha, Marcus Damiano, Gaudêncio, Mesquita, Joana D'arc, Tony, Adeilson, Ítalo, Geilson, Saulo, João Paulo, Genival e Fernanda.

Aos Agricultores, Zé Amaro, Zezinho, Zé Daniel, Antônio, Dorinha e Marcus.

Aos funcionários, Assis, Lourdes, Jarbas, Bela, Gilberto, Cristiane, Monte, Fabiano, Arinaldo, Goreti, Zezinho, Cosme, Nino e outros que foram importantes nessa etapa de vida.

A meus amigos de turma: Adriana, Aldenir, Harlan, Franciello, Érellens, Mônica, Karina, Noelma, Cynthia, Clóvis, Valdemir e Pires.

A meus amigos, Uberlando, Aurélio, João Batista, Clodoaldo, Alexandre Eduardo, Flávio Pereira, Ernildo, Emanuel Dias, Eristófanos, Benedito, Cícero, Thiago Jardelino, Maely, Jailson, Caciana, Batista e tantos outros.

SUMÁRIO

	Pág.
SUMÁRIO.....	vii
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Sistema orgânico de produção.....	6
2.1 Biofertilizantes na agricultura	11
2.3 Importância do cálcio para as plantas	16
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO 1 - Crescimento vegetativo e produtividade do pimentão (<i>Capsicum annuum</i> 1.), sob aplicação de diferentes tipos de biofertilizantes.....	28
RESUMO	29
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.1 Localização e clima.....	33
2.2 Delineamento experimental	33
2.3 Preparo das mudas.....	34
2.4 Preparo dos biofertilizantes.....	34
2.4.1 Biofertilizante puro	34
2.4.2 Biofertilizante agrobio	35
2.5 Condução do experimento e variáveis estudadas.....	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1 Altura de plantas	39
3.2 Diâmetro de caule	41
3.3 Botões florais	42
3.4 Número médio de frutos por cova.....	43
3.5 Peso médio de frutos por cova	44
4. CONCLUSÕES	46
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

CAPÍTULO 2 - Composição mineral do pimentão e fertilidade do solo sob aplicação de biofertilizantes	51
RESUMO	52
1. INTRODUÇÃO.....	53
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	55
2.1 Localização, clima e solo	55
2.2 Variáveis estudadas	57
2.2.1 Nas plantas	57
2.2.2 No solo	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
3.1 Teores foliares de macronutrientes	59
3.2 Teores foliares de micronutrientes	65
3.3 Avaliação da fertilidade do solo.....	71
3. CONCLUSÕES	77
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Caracterização química dos biofertilizantes puro e agrobio quanto aos teores de nutrientes. Areia, PB. 2006.	36
Tabela 2. Composição química de cinza vegetal, de madeira oriunda da microrregião do Curimataú Paraibano. Areia, PB. 2006.	37
Tabela 3. Valores do quadrado médio (QM) e níveis de significância relativos ao crescimento das planta de pimentão pela altura (Ap) e pelo diâmetro do cale (Dc). Areia, PB. 2006.	41

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Atributos físicos do solo das áreas a serem estudadas. Areia, PB. 2006.	56
Tabela 2. Caracterização química do solo quanto à fertilidade antes da aplicação dos tratamentos. Areia, PB. 2006.	57
Tabela 3. Teores de micronutrientes do solo antes da aplicação dos tratamentos. Areia, PB. 2006.	57
Tabela 4. Resumos das análises de variância, referentes aos teores foliares de macronutrientes em pimentão cultivado em solo tratado com biofertilizantes líquidos. Areia, PB. 2006.	59
Tabela 5. Resumo das análises de variância, referentes aos teores foliares de micronutrientes e sódio no pimentão em solo tratado com biofertilizantes líquidos. Areia, PB. 2006.	66
Tabela 6. Resumo das análises de variância, referentes a alguns componentes da fertilidade do solo tratado com biofertilizantes líquidos. Areia, PB. 2006.	72

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Preparo dos biofertilizantes anaerobicamente	35
Figura 2. Altura média de plantas de pimentão aos 30, 45, 60 e 85 dias após o plantio, em função das doses de biofertilizantes aplicados ao solo.....	41
Figura 3. Diâmetro de caule de plantas de pimentão aos 30, 45, 60, e 85 dias após o plantio, em função das doses de biofertilizantes aplicados ao solo.	42
Figura 4. Número de botões florais de plantas de pimentão aos 30 e 45 dias após o plantio, em função das doses de biofertilizantes aplicados ao solo. Significativos pelo Teste "F" a 5 %, de probabilidade.....	42
Figura 5. Número médio de frutos cova ⁻¹ de pimentão, em função de doses de cálcio e diferentes épocas de aplicação de biofertilizantes puro e agrobio.	44
Figura 6. Peso médio dos frutos planta ⁻¹ de pimentão, em função de doses de cálcio e diferentes épocas de aplicação de biofertilizantes puro e agrobio.	45

CAPÍTULO 2

Figura 1. Teores foliares de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) do pimentão cultivado em solo tratado com doses de cálcio oriundos de biofertilizantes líquidos. Areia, PB, 2006.	61
Figura 2. Teores foliares de cálcio do pimentão aos 30 dias após o transplantio, cultivado em solo tratado com biofertilizantes puro (BP) e agrobio (AG) aplicados na forma líquida.....	62
Figura 3. Teores foliares de magnésio de plantas de pimentão cultivadas em solo tratado com doses de cálcio oriundas de biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.	64
Figura 4. Teores foliares de enxofre de plantas de pimentão cultivadas em solo tratado com doses de cálcio oriundas de biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.	65
Figura 5. Teores foliares de boro (A), cobre (B) e ferro (C) do pimentão cultivado em solo com doses de cálcio oriundas de biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006. .	68
Figura 6. Teores foliares de manganês (A), zinco (B) e sódio (C) do pimentão cultivado em solo com doses de cálcio oriundas de biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.	70

Figura 7. Valores médios de pH (A), matéria orgânica (B), fósforo (C) e de potássio (D) do solo tratado com biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.	74
Figura 8. Valores médios de cálcio (A), magnésio (B), hidrogênio (C) e de sódio (D) do solo tratado com biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.	76

ALVES, G. S. **Nutrição mineral e produtividade de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em resposta a diferentes biofertilizantes líquidos no solo.** Areia: UFPB, 2006. 85 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia) Orientador: Prof. Dr. Djail Santos.

RESUMO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma planta pertencente a família das solanáceas, de clima tropical e de origem latino americana. Nos últimos anos, sistemas de cultivo orgânico com a utilização de biofertilizantes líquidos tiveram um grande impulso no Brasil. Os objetivos deste estudo foram avaliar a produtividade do pimentão, as mudanças na fertilidade do solo e o estado nutricional das plantas em resposta a diferentes biofertilizantes líquidos aplicados no solo. O experimento foi realizado no Sítio Macaquinhos, localizado no município de Remígio-PB, em delineamento em blocos ao acaso, em triplicata. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2×5 , referente a dois tipos de biofertilizantes de esterco bovino (puro e agrobio) e cinco doses definidas a partir de níveis de cálcio (0; 0,65; 1,30; 1,95; 2,60). Cada parcela constou de 21 covas em espaçamento de $1 \times 0,50$ m, com 2 plantas cada. Nas doses em que foram testados, os biofertilizantes puro e agrobio não afetaram significativamente o crescimento em altura e diâmetro caulinar do pimentão. Quanto ao peso médio e número médio de frutos por cova, houve resposta significativa das plantas de pimentão as doses de cálcio, independentes do tipo de biofertilizante. A superioridade estatística do biofertilizante agrobio sobre o biofertilizante puro foi verificada para os teores foliares de enxofre, boro, ferro e zinco. Os biofertilizantes não diferiram entre si em relação aos componentes da fertilidade do solo, mas elevaram os valores do pH, fósforo e potássio.

Palavras-chaves: fertilizante orgânico, cálcio, fertilidade do solo, cultivo orgânico

ALVES, G. S. **Mineral nutrition and yield response of green bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to different types of liquid biofertilizers applied to the soil.** Areia, Paraíba, Brazil: Universidade Federal da Paraíba, 2006. 85 p. (Thesis – Masters in Agronomy) Advisor: Prof. Dr. Djail Santos.

ABSTRACT

Green bell pepper (*Capsicum annuum* L.) is a tropical plant of the Solanaceae family with origin in Latin America. In recent years, organic cropping systems using liquid biofertilizers have had an important impulse in Brazil. The objectives of this study were to evaluate green bell pepper yield, soil fertility changes and plant nutritional status in response to different types of liquid biofertilizers applied to the soil. The experiment was carried out at Macaquinhos Farm, in the municipality of Remígio-PB, in a randomized block design with three replicates. Treatments were distributed on a 2×5 factorial arrangement, regarding two types of cattle manure biofertilizer (raw and agrobio) and five doses of biofertilizers based on calcium rates (0; 0,65; 1,30; 1,95 and 2,60 g pit⁻¹). Each plot was composed by 21 pits spaced by $1 \times 0,50$ m, with two plants. The use of biofertilizers in the doses tested in this study had no significant effect on green bell pepper growth as measured by height and stem diameter. For average fruit mass and average number of fruits per pit, there was a significant response green bell pepper plants to the calcium doses, regardless the type of biofertilizer. A statistical superiority of agrobio biofertilizer over raw biofertilizer was detected for the levels of sulfur, boron, iron and zinc in plant leaf tissues. Regarding soil fertility components, there was no difference between the two biofertilizer types, but pH values and phosphorus and potassium levels increased significantly.

Key-words: organic fertilizer, calcium, soil fertility, organic cropping

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma planta pertencente à família das solanáceas, de clima tropical e de origem latino americana. É uma cultura de característica arbustiva, podendo atingir de 50-80 cm de altura em condições de campo (Filgueira, 2000). No Brasil, 13.000 hectares são cultivados com plantas do gênero capsicum, produzindo cerca de 280.000 toneladas de frutos de pimentão (Carvalho et al., 2003). O pimentão é cultivado em todo território nacional, sendo uma das dez hortaliças de maior importância econômica. Pode ser consumido na forma de frutos verdes, maduros e mesmo industrializado, em forma de pó.

No Nordeste, destacam-se como principais produtores os Estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Bahia em ordem decrescente (Ceasa-PE, 2005). De acordo com as preferências do mercado consumidor é que se determinam os tipos de pimentão a serem cultivados. Há mercados que preferem pimentões pequenos, nesse caso a opção é plantio de pimentões tipos curtos, muito comuns nas regiões Norte e Nordeste do país, entretanto os cônicos são responsáveis pela mais importante área de cultivo. Seu cultivo pode se dar tanto em campo aberto quanto em estufas, sendo o cultivo em campo aberto a que ocupa a maior no Brasil, enquanto ao cultivo em estufas cabe a produção de frutos a serem comercializados maduros de coloração vermelha, amarela ou lilás.

O pimentão destaca-se entre as solanáceas pelo seu consumo e importância econômica no Brasil e no exterior, principalmente nos Estados Unidos, México, Itália, Japão e Índia. Os frutos de coloração verde e vermelha são mais aceitos, embora aqueles de cor laranja, amarelo e até lilás, mais exóticos, têm alcançado bons preços, pela excentricidade. A pigmentação influencia o sabor e o aroma, sendo que os frutos vermelhos são mais saborosos, porque apresentam 50 % mais substância picante, a capsáina (Fonseca, 1986).

O valor nutritivo do pimentão deve-se à presença de vitaminas, em especial a vitamina C, essencial à nutrição humana, cujo teor pode chegar até 15 g kg^{-1} de peso seco, além de 10% de proteínas (El Saied, 1995). Contém ainda vitaminas A, B1, B2 e minerais como Ca, Fe e P (Poblete, 1971).

O cultivo de hortaliças produzidas com a utilização de insumos orgânicos tem crescido nos últimos anos, em função dos elevados custos dos adubos minerais e da necessidade de redução de agentes nocivos dos produtos químicos nos lençóis subterrâneos, rios, lagos, flora e fauna (Kiehl, 1985; Santos et al., 2001). Além disso, diversos estudos indicam que os adubos orgânicos, como o composto orgânico, influenciam a melhoria das propriedades físicas, químicas, e biológicas do solo. Estes efeitos podem ser visualizados quando as plantas apresentam uma maior necessidade de nitrogênio na fase inicial do desenvolvimento, aumento da fração assimilável do fósforo na solução do solo por meio da redução da sorção do P, pela produção de ácidos orgânicos, os quais podem complexar o fósforo na solução do solo, prevenindo a sua adsorção ou precipitação; à maior retenção de água; à menor perda de solo por erosão; aos maiores teores de matéria orgânica e ao melhor nível dos demais nutrientes (Berton e Pratt, 1997).

Biofertilizante é um composto resultante da fermentação da matéria orgânica na ausência ou presença do oxigênio ou produto biologicamente ativo resultante de biodigestor ou compostagem líquida sólida de resíduos orgânicos sob condições aeróbicas ou aneróbicas. Os biofertilizantes se destacam por apresentarem alta atividade microbiana e bioativa capaz de produzir maior proteção e resistência à planta contra o ataque de agentes externos (pragas e doenças). Além disso, esses compostos quando aplicados, também atuam nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes no solo (Chaboussou, 1987; Pinheiro e Barreto, 1996; Medeiros, 2002).

Quanto aos benefícios gerados pela adição de materiais orgânicos nas propriedades químicas do solo, são relevantes o aumento do pH, da capacidade de troca de cátions (CTC) e dos teores de nutrientes no solo. No pH do solo, Mazur et al. (1983) obtiveram elevação de 5,2 para 5,7 com a aplicação de 30 t ha⁻¹ de composto de resíduo urbano.

Foi observado por Asiegbu e Oikeh (1995) aumento no pH do solo, após 52 dias das adições de 10; 20 e 30 t ha⁻¹ de esterco de coelho e de galinha. Incrementos na CTC do solo foram obtidos com 40 e 60 t ha⁻¹ de adubo orgânico, proveniente de restos de feno com esterco de curral (Ndayegamiye e Côté, 1989). Verificou-se elevação na CTC por Melo et al. (1994) quando 32 t ha⁻¹ de lodo de esgoto foram aplicados ao solo. Elevações nos teores de P e K do solo foram constatadas após a aplicação de 12 t ha⁻¹ de esterco de galinha (Holanda et al., 1982).

Os consumidores aderiram ao consumo de produtos orgânicos não apenas por ser benéfico à saúde alimentar ou pelo benefício ao meio ambiente, mas também por serem muito mais saborosos do que os produzidos no sistema convencional. Entretanto, os produtos orgânicos são mais caros, exige uma série de cuidados especiais (Villela, 2001).

A utilização abusiva de agrotóxicos tem causado naturalmente o aumento do número de casos de intoxicações, tornando estas um dos principais problemas de saúde pública no meio rural, seja devido ao aumento respectivo da exposição, seja pela ingestão de alimentos e água contendo resíduos de agrotóxicos em níveis além dos tolerados (Oliveira et al., 2001; Araújo et al., 2000).

Alimento orgânico é o termo utilizado, atualmente, para designar alimentos de alta qualidade biológica, isentos de resíduos de substâncias nocivas à saúde humana e proveniente de sistemas agrícolas nos quais os recursos produtivos locais são manejados de forma integrada e harmônica, visando a sustentabilidade econômica, ambiental, social e cultural. A qualidade orgânica dos alimentos colocados em mercados regionais e internacionais é

garantida mediante a certificação. Assim, uma série de normas foi criada para orientar o produtor e, ao mesmo tempo, proteger o consumidor contra enganos e fraudes. No Brasil, a regulamentação de produção de alimentos orgânicos é emitida pela Associação de Agricultura Orgânica (AAO) localizada na cidade de São Paulo e pelo Instituto Biodinâmico (IBD), de Botucatu (Peña, 1996). Nos locais de comercialização, onde a proximidade entre produtor e consumidor permite o estabelecimento de relações de confiança, esse mecanismo de credibilidade geralmente é dispensado.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a influência da aplicação via solo de biofertilizantes líquidos, preparados anaerobicamente, na nutrição mineral de pimentão cultivado a campo aberto, bem como algumas características vegetativas e produtivas das plantas e na fertilidade do solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema orgânico de produção

A agricultura orgânica oferece numerosas vantagens ambientais, comparativamente à agricultura convencional; destacando o não uso de agroquímicos que contaminam as águas, perturbam processos ecológicos, prejudicam microrganismos benéficos e causam problemas de saúde a produtores e consumidores. Em contraste, a agricultura orgânica está orientada a melhorar a biodiversidade, restabelecer o equilíbrio ecológico natural, conservar o solo e os recursos hídricos (FAO, 2002). Essa forma de agricultura vem se tornando cada vez maior, resultando em aumento da demanda por produtos mais saudáveis em nível nacional e internacional. As exigências por alimentos mais saudáveis criam nichos de mercado que não podem ser ignorados, tanto pelos produtores da agricultura familiar como pelas grandes empresas de produção agrícola e do agronegócio (Lima, 2000; Cançado e Borém, 2001; Khatounian, 2001).

O manejo do solo para sistemas de cultivos orgânicos constitui uma atividade prioritária e vital. O solo não deve ser considerado apenas como suporte às plantas ou reservatório de nutrientes, mas também como um organismo vivo e um sistema complexo que abriga uma diversidade de fauna e flora e que garante a sustentabilidade dos agroecossistemas. Para isto, no preparo da área, o solo deve ser submetido ao menor impacto possível para não prejudicar a sua estrutura. Na aplicação dos adubos orgânicos deve se obedecer às normas técnicas de produção, usando plantas leguminosas para fixação biológica de nitrogênio e gramíneas para estruturação física do solo. Deve se utilizar, quando necessário, a cobertura morta do solo e manejar as ervas espontâneas para proteção do solo, ciclagem de nutrientes e preservação do equilíbrio biológico. O manejo orgânico também

inclui adubações complementares com fosfatos naturais, cinza e outros produtos de rochas para correção temporária de eventuais deficiências (Souza, 2000a).

O sistema orgânico busca tornar solos e lavouras saudáveis através de reciclagem dos nutrientes e manejo da matéria orgânica, na forma de composto ou restituição dos resíduos de cultura ao solo; rotação de culturas; e práticas apropriadas de preparo do solo. O solo é um meio complexo e dinâmico, responsável pela diversidade da fauna e da flora para sustentabilidade dos agroecossistemas (Costa, 2001; Darolt, 2002). Portanto, fertilizações complementares a partir de rocha como fosfatos naturais e outros produtos devem ser adotadas para correção de algumas deficiências edáficas e nutricionais das plantas (Souza, 2000b; Santos e Mendonça, 2001).

Pode se considerar como um sistema de produção orgânica, aquele no qual evita ou praticamente se exclui o uso de agroquímicos, procurando substituir insumos externos por aqueles encontrados na propriedade ou próximo a ela (Altieri, 2002). Para Caporal e Constabeber (2004), a agricultura orgânica é o resultado das aplicações de técnicas e métodos diferenciados dos pacotes convencionais, normalmente estabelecidos em função de regras e regulamentos que orientam a produção e impõem limites ao uso de alguns tipos de insumos e a liberdade para uso de outros.

Segundo Brasil (2003), considera-se um sistema orgânico agropecuário e industrial todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, respeitando a integridade cultural. Os objetivos são a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis, a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados, radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, privilegiando a preservação da saúde

ambiental e humana e assegurando transparência em todos os estágios da produção e da transformação.

Nos modelos de produção convencional, a utilização de agrotóxicos é quase sempre sem controle, deixando o produto final comprometido e com riscos para o consumo (Fischer, 2005). Devido a esses fatores o mercado de produtos orgânicos vem aumentando consideravelmente nos últimos anos em diversos países (principalmente na União Européia e Japão). Isso se dá pela grande aceitação dos produtos orgânicos pela população e o valor atribuído a esses produtos no mercado que chega a ser mais de 20% em relação ao produto convencional remunerando, melhor o produtor que é estimulado a produzir (Penteado, 2000).

A filosofia original que guiou a agricultura orgânica enfatizava o uso de recursos disponíveis ou próximos da propriedade agrícola. Esses recursos internos incluem energia solar e eólica, controle biológico de pragas, fixação biológica de nitrogênio e outros nutrientes liberados pela decomposição da matéria orgânica ou oriundos da reserva mineral do solo. A idéia era que os agricultores baseassem a produção, principalmente, no uso de rotação de culturas, resíduos culturais e orgânicos, adubação verde, dejetos orgânicos de fora da propriedade e aspectos de controle biológico de pragas, plantas espontâneas e doenças (Altieri, 2002).

Para espécies olerícolas, como o tomateiro e pimentão, que apresentam alto requerimento por nutrientes em tempo relativamente curto, os materiais orgânicos são normalmente empregados visando suprir parte da necessidade de N pela planta, uma vez que a liberação desse nutriente depende da taxa de mineralização do material orgânico. Gerber et al. (1981) obtiveram aumento de 25,5% na produção de tomate com a aplicação de lodo de esgoto em quantidade equivalente a 112 kg ha⁻¹ de N, em relação à adição de 112, 67 e 67 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O na forma mineral. Aumento no peso de matéria fresca de plantas de tomate, após sete semanas do transplante das mudas, foi constatado com as aplicações de 2 a

10%, em peso seco, de lodo de esgoto, atribuído à presença de N no material (Elliott e Singer, 1988).

Em um Regossolo de textura arenosa, a produtividade média de oito anos de cultivo de tomate foi aproximadamente 85% superior com a aplicação de 56 kg ha⁻¹ de N, 84 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 56 kg ha⁻¹ de K₂O, juntamente com 10 t ha⁻¹ de esterco de curral, em relação à adubação mineral, cuja produção foi de 14,31 t ha⁻¹ (Freitas e Faria, 1981).

De caráter voluntário e de âmbito internacional encontram-se as diretrizes elaboradas pela Comissão Codex Alimentarius, da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), órgão intergovernamental que define parâmetros alimentares em nível internacional. Estas diretrizes para produção, elaboração, rotulação e comercialização de alimentos orgânicos, proporcionam uma base comum, que serve como orientação para os governos elaborarem suas definições e normas, tomando em consideração características e requerimentos mais específicos (Schmid, 2003).

O comércio mundial de produtos orgânicos movimentou no ano de 2004 valores entre US\$ 23 e 25 bilhões, envolvendo 16 países europeus, América do Norte e Japão, acredita-se que esses valores em 2005 possam ter chegado a US\$ 30 bilhões e no mundo a área de cultivo orgânico em 2004 atingiu cerca de 23 milhões de hectares e 400 mil propriedades. No cenário mundial destacam-se como pólos centrais de importação os Estados Unidos, a Alemanha, o Japão e o Reino Unido, com importância crescente para Alemanha que está se tornando o entrospecto de produtos orgânicos na Europa. O continente europeu destaca-se como maior consumidor mundial, tendo movimentado em 2004 mais de US\$ 10 bilhões, sendo US\$ 4 bilhões apenas para Alemanha, seguidos pelos Estados Unidos (US\$ 5,5 bilhões) e pelo Japão (US\$ 2,3 bilhões). Com crescimentos a taxas anuais de 22,5 % ao ano,

no ano de 2005 o consumo de produtos orgânicos na Europa, Estados Unidos e Japão possam ter alcançados 20 % do consumo de alimentos orgânicos (ITC 2005).

No Brasil, não existem dados estatísticos oficiais disponíveis sobre agricultura orgânica. No entanto, acredita-se que existam cerca de 270 mil hectares em manejo orgânico e 7.063 produtores, sendo 6.936 na produção agropecuária e 127 no processamento. O valor de mercado da produção brasileira de produtos orgânicos esteja entre US\$ 220 milhões e US\$ 300 milhões, sendo a variação devido à margem de lucro aplicada pelos distribuidores e ao desempenho da produtividade de certos produtos, como frutas e palmito. No Brasil a agricultura está concentrada na região Sudeste, que representa 60 % da produção nacional, seguida pelo Sul (25 %), Nordeste (8,6 %), Centro-Oeste (3,3 %) e o Norte (2,6 %) desse mercado. O Brasil exportou, em 2004 US\$ 115 milhões, principalmente com soja, café e hortaliças, sendo responsável ainda por 60 % do fornecimento mundial de açúcar orgânico (Kiss, 2004).

Nas regiões Norte e Nordeste a situação da agricultura orgânica é ainda modesta em relação ao resto do país, mas em alguns pólos produtivos sob irrigação do Pará, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte, já há alguns projetos de porte médio em atividade, para agronegócio de produtos orgânicos. Além disso, no perímetro de alguns centros consumidores, como Campina Grande, João Pessoa, Natal, Caruaru, Recife, Arapiraca, Palmeira dos Índios e Maceió, algumas empresas de restaurantes, hotéis e supermercados estimulam a produção e o mercado de produtos agropecuários livres de agrotóxicos (Cavalcante, 2003).

2.1 Biofertilizantes na agricultura

Nos últimos anos, o sistema de cultivo orgânico com a utilização de biofertilizantes líquidos teve um crescimento acelerado no Brasil. A razão do marcante crescimento foi condicionada à exigência da população por alimentos saudáveis, isto é, cada vez mais produzidos sem a utilização de fertilizantes minerais e tratados sem agrotóxicos (Viglio, 1996; Willer, 1999; Kiss, 2004).

A elaboração de caldas biofertilizantes tem se difundido como um método de reciclagem de esterco e resíduos orgânicos, para uso no manejo de plantas. Dessa forma, minimiza-se também a poluição ambiental e a degradação do solo, reduz-se o descarte de resíduos e limita-se a emissão de gases de efeito estufa (Pare et al., 1998).

Os biofertilizantes líquidos vêm sendo usados por diversos produtores rurais com bons resultados no controle fitossanitário preventivo e como adubo foliar. No combate às doenças fúngicas, Tratch e Bettiol (1997) observaram que o biofertilizante bovino na forma líquida, em níveis de 2,5 a 40 %, reduziu em até 100 % a germinação de esporos dos fungos: *Bothrytis cinerea* (mofo cinzento), *Alternaria solani* (pinta preta) e *Hemileia vastatrix* (Ferrugem), sendo que o crescimento micelial destes fungos foi totalmente inibido quando submetidos à concentração de 10 % do biofertilizante. Foi observado também a formação de um composto coloidal a partir do biofertilizante que causou a imobilização e obstrução do sistema nervoso de ácaros. O efeito do biofertilizante líquido no controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* usando feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) como planta teste, revelou redução significativa tanto na sobrevivência como na ovoposição (Medeiros, 2002).

A produção de biofertilizantes se dá pela digestão anaeróbia ou aeróbia de material orgânico de origem animal ou vegetal em meio líquido, em um recipiente chamado biodigestor. Ao ser aplicado ao solo, pode contribuir para a melhoria de alguns atributos

físicos como velocidade de infiltração, aeração, armazenagem de água e aceleração da atividade microbiana edáfica. A presença de microorganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos (dentre os quais antibióticos e hormônios) é uma das principais características do biofertilizante (Bettiol et al., 1998).

Os produtos agrícolas destinados para o consumo ao natural, depois de industrializados estão cada vez mais sendo comercializados com base na aparência e qualidade externa e interna. Dessa forma, constata-se que a qualidade tecnológica e fisiológica dos alimentos está definindo as perspectivas de mercado (Aular et al., 2000). Atualmente, o advento da agricultura orgânica tem contribuído para a melhoria físico-químico-biológica do solo e para produção de alimentos mais saudáveis (Osterroht, 2000).

Na agricultura orgânica, a utilização de biofertilizantes líquidos, na forma de fermentados microbianos enriquecidos, tem sido um dos processos mais utilizados no manejo trofobiótico de pragas e doenças. Essa estratégia é baseada no equilíbrio nutricional da planta (trofobiose), onde a resistência é gerada pelo melhor equilíbrio energético e metabólico do vegetal (Chaboussou, 1987; Pinheiro e Barreto, 1996). Os biofertilizantes funcionam como promotores de crescimento e como elicitores na indução de resistência sistêmica da planta e ajudam na proteção 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).

Atualmente existem diferentes biofertilizantes utilizados por produtores orgânicos e recomendados por técnicos da área, como o Vairo (Santos, 1992; Santos, 1995), o Agrobom, Supermagro (Bettiol et al., 1998) e outros. Conhecimentos que viabilizem a

elaboração de compostos orgânicos, com composições químicas distintas quanto aos teores de macros e micronutrientes, são também necessários, bem como estudos que avaliem seus efeitos, interações e mineralização de nitrogênio em campo, de forma a se ajustar às técnicas pertinentes à sua utilização nos agroecossistemas locais. Para aplicações foliares, recomenda-se a utilização de biofertilizantes diluídos em concentrações que variam de 0,1 a 5 %, pois o efeito hormonal das substâncias sintetizadas pelos microorganismos é elevado, tendo o cuidado para evitar o uso de altas concentrações, uma vez que a planta necessitará de uma dotação de água muito maior para manter o equilíbrio, podendo ocorrer casos de perdas e destruição de cultivos por excesso de concentração.

A região semi-árida nordestina possui característica diferenciada e alto potencial para produção de orgânicos, pois possui o único clima semi-árido tropical do mundo, diferentemente de outras regiões semi-áridas localizadas no Chile, México, Estados Unidos e Austrália. Isso representa uma vantagem diferencial, pois a constância do calor, a alta luminosidade e a baixa umidade relativa do ar, associadas à irrigação, resultam em condições favoráveis a uma agricultura eficiente. Essa é, pois, a grande vantagem comparativa da região que, explorada racionalmente, permitirá maior desenvolvimento de cultivos livre de agrotóxicos, conseqüentemente melhor qualidade dos alimentos, maior produtividade e menor infestação de pragas e doenças (Vilela, 2001).

O microgeo® é um insumo agrícola no qual vem sendo utilizado para produção de biofertilizantes através da compostagem líquida contínua em tanques. É um avanço biotecnológico tanto para agricultura orgânica e biodinâmica como para agricultura convencional. No processo são utilizados água não clorada e o inoculante à base de esterco fresco bovino, e posteriormente enriquecido como um composto orgânico nutritivo. O microgeo é um composto orgânico, com registro no Ministério da Agricultura e certificado pelo IBD, preparado à base de diversas fontes orgânicas e inorgânicas, sendo enriquecido com

rochas moídas que contêm cerca de 50% de silicatos de magnésio, cálcio, ferro e outros oligoelementos, fundamentais para estimulação do metabolismo primário e secundário das plantas. Segundo Alves et al. (2001) biofertilizantes obtidos como o microgeo® vêm sendo utilizados, em pulverização sobre as plantas, em mais de 8 milhões de plantas de laranja no estado de São Paulo.

Não existe uma fórmula padrão para produção de biofertilizantes. Receitas variadas vêm sendo testadas e utilizadas por pesquisadores para fins diversos. Segundo Seixas et al. (1980), China e Índia são os maiores produtores e consumidores dessa tecnologia, com mais de 150 mil unidades instaladas, abrangendo a produção do biogás ou gás metano CH₄. Vairo (1992) e Magro (1994) desenvolveram fórmulas de produção de biofertilizante enriquecido. O biofertilizante Supermagro, desenvolvido e patenteado por Magro (1994) no Centro de Agricultura Ecológica Ipê, Rio Grande do Sul, é um biofertilizante foliar enriquecido com micronutrientes e vem sendo utilizado com sucesso em culturas como maçã, pêssego, uva, tomate, batata e hortaliças em geral.

A fermentação pode ser concluída em 30 dias no verão ou 45 dias no inverno. Segundo Meirelles (1997) um dos fatores importantes para a fermentação é a temperatura. Para o biofertilizante feito com esterco, a melhor temperatura é 38°C, que é a temperatura do rúmex dos animais que pastam. No Nordeste, há regiões que permitem ter o produto em 14 dias. Em lugares onde a temperatura média do dia é de 18°C, pode levar até 90 dias, quando produzido no inverno. Meirelles (1997) alertam, também, que a falta de fermentação pode estar associada à contaminação ou alteração brusca do composto ou quando o esterco é oriundo de animais tratados com antibióticos. A adição dos micronutrientes deve ser feita da forma mais lenta possível, para não afetar a fermentação, porém, devido ao tempo e ao custo, essa prática torna-se inviável.

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 promover um desenvolvimento vegetativo adequado à obtenção de produtividade técnica e economicamente viável (Souza, 1998). A aplicação de composto aos solos aumenta a sustentabilidade ambiental da agricultura através do incremento dos níveis de matéria orgânica, com todos os benefícios associados a essa (Mathur et al., 1993).

A decomposição bacteriana da matéria orgânica sob condições anaeróbicas é feita em três fases: 1) fase de hidrólise; 2) fase ácida; 3) fase metanogênica. Na fase de hidrólise as bactérias liberam no meio as chamadas enzimas extracelulares, as quais irão promover a hidrólise das partículas e transformar as moléculas maiores em moléculas menores e solúveis no meio. Na fase ácida as bactérias produtoras de ácidos transformam moléculas de proteínas gordurosas e carboidratos em ácidos orgânicos (ácido láctico, ácido butílico), etanol, amônia, hidrogênio, dióxido de carbono e outros. E finalmente, na fase metanogênica, as bactérias metanogênicas atuam sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono transformando-os em gás metano (CH₄). Esta fase limita a velocidade da cadeia de reações devido principalmente à formação de microbolhas de metano e dióxido de carbono em torno das bactérias metanogênicas, isolando-as do contato direto com a mistura em digestão. Por esta razão a agitação no digestor é prática sempre recomendável, através de movimentos giratórios do recipiente ou do gasômetro (Seixas et al., 1980).

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 micronutrientes. Em plantas olerícolas as aplicações devem ser semanais, conforme Santos (1992). O biofertilizante provoca ainda aumento da área foliar e resistência das plantas aos agentes fitopatogênicos. No entanto, de acordo com

Santos (1992), o biofertilizante bovino no estado líquido pode ser aplicado diretamente no solo. Nessas condições, o insumo pode ser fornecido puro ou na proporção de 50%, isto é, 50 litros de biofertilizante mais 50 litros de água, irrigando cada planta com volume de 10 a 15 litros da mistura por metro quadrado. 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. Resultados semelhantes foram obtidos por Figueiredo (2003) ao verificar que o biofertilizante aplicado ao solo, na dosagem de 15 L m⁻² na proporção de 1:1, em uma área de 1,13 m², elevou o teor de fósforo de 22 para 33,65 mg dm⁻³, potássio de 0,2 para 0,25 cmol_c dm⁻³, magnésio de 0,3 para 0,45 cmol_c dm⁻³.

2.3 Importância do cálcio para as plantas

O cálcio exerce efeitos limitantes ao crescimento, desenvolvimento e qualidade da produção das plantas. A carência do elemento atrasa o amadurecimento, antecipa a senescência e a abscisão foliar e de frutos. Além disso promove melhoria na qualidade dos frutos e das hortaliças, altera a resposta geotrópica, movimentos citoplasmáticos e o aumento do volume celular; várias desordens fisiológicas como o buraco amargo da maçã, a podridão estilar ou fundo preto no tomate e pimentão, o coração negro do tomate e o coração negro ôco da batata. Por outro lado, olerícolas e frutíferas adequadamente equilibradas em cálcio produzem frutos de melhor qualidade (Malavolta, 1997)

O conteúdo de cálcio nos tecidos das plantas afeta a incidência de doenças parasíticas de duas formas: na primeira, quando os níveis de cálcio são baixos, o efluxo de compostos de baixo peso molecular (açúcares) do citoplasma para o apoplasto é aumentado;

na segunda, poligalacturonatos de cálcio são requeridos na lamela média, para que haja estabilidade da parede celular. É também ativador de algumas enzimas relacionadas com o metabolismo do fósforo, interferindo na permeabilidade das membranas protoplasmáticas, no desenvolvimento do sistema radicular e na fosforilação fotossintética. A germinação de grãos de pólen e o crescimento do tubo polínico são afetados quando há deficiência de cálcio. Por ser um elemento imóvel no floema, não ocorre sua redistribuição na planta. Frutos com sintomas apresentam uma mancha preta, deprimida, coriácea, seca e firme no ápice do fruto. Quando o sintoma é agudo, pode ocorrer necrose das pontas e margens dos folíolos (folhas jovens). As faces inferiores das folhas tornam-se arroxeadas e os folíolos permanecem pequenos e deformados. Essas folhas eventualmente entram em senescência. As raízes apresentam-se pouco desenvolvidas e com coloração amarronzada (Carvalho et al., 2004).

A absorção do Ca^{2+} depende tanto de seu suprimento na solução do solo quanto das taxas de transpiração, posto que esse íon é transportado passivamente na corrente transpiratória. O Ca é importante para a estrutura das paredes celulares, e também para a estrutura e função das membranas biológicas, afetando-lhes a permeabilidade, a seletividade e processos relacionados, embora os mecanismos fisiológicos aí envolvidos sejam ainda desconhecidos. Em todas as células, a concentração de Ca livre no citosol é extremamente baixa. A maior parte do Ca celular acha-se nos vacúolos ou ligada à parede celular. Aparentemente, sua baixa concentração citossólica deve ser assim mantida para evitar a formação de sais insolúveis de Ca-ATP e sais de outros fosfatos orgânicos. Ademais, a corrente citoplasmática é inibida por concentrações relativamente elevadas desse nutriente; altos níveis de Ca também induzem o fechamento dos plasmodesmos e, portanto, reduzem a condutividade hidráulica e o transporte radial de íons nas raízes. Apesar de algumas enzimas serem ativadas por Ca, a maioria delas é inibida, constituindo uma necessidade adicional para que o Ca seja mantido em níveis baixos no citosol. Há fortes evidências de que o Ca atua

como um "mensageiro secundário", na medida em que ele ativa a calmodulina, uma proteína de baixo peso molecular envolvida na regulação de vários processos bioquímicos nas plantas. Ao ligar-se à proteína, o Ca ativa-a. A calmodulina uma vez ativada pode, então, ligar-se a uma enzima, alterando-lhe a conformação estrutural de tal modo que a enzima passa a catalisar uma determinada etapa metabólica. (Huber et al., 1988).

Sintomas de deficiência de cálcio na planta não significam, necessariamente, que o solo esteja deficiente desse nutriente. O excesso de sais solúveis na solução do solo, uso de cultivares sensíveis e principalmente a falta de água no solo, contribui para evidenciar o sintoma de podridão apical. Sabe-se que excesso de sais, tais como: K, N, Mg, S, Cl, e Na, além da utilização de altas doses de adubos potássicos e nitrogenados, principalmente fórmulas amoniacais, dificultam a absorção de cálcio. Diante disso, a medida de controle preventiva deve estar relacionada com irrigações uniformes durante o desenvolvimento e produção da cultura, bem como o parcelamento das adubações de cobertura. Além disso, é imprescindível uma calagem bem feita, com antecedência ao plantio, procurando elevar o nível de cálcio no solo a pelo menos $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de solo, e entre 70 e 80% a saturação por bases. No fruto o teor de cálcio deve ser superior a 0,12% para evitar o risco de aparecimento de podridão apical (Carvalho et al., 2004).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.

ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B.; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: Biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 21, p.16-21, 2001.

ARAÚJO, A. C. P.; NOGUEIRA, D. P.; AUGUSTO, L. G. S. Impactos dos praguicidas na saúde: estudo da cultura do tomate. **Revista de Saúde Pública**, v.34, n.3, p.309-313, jun. 2000.

ASIEGBU, J. E.; OIKEH, S. Evaluation of chemical composition of manures from different organic wastes and their potential for supply of nutrients to tomato in a tropical Ultisol. **Biological Agriculture and Horticulture**, v. 12, p. 47-60, 1995.

AULAR, J.; RUGGIERO, C.; DURIGAN, J. F. Influência de idade na colheita sobre as características dos frutos e do suco, de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, Edição Especial, p.6-10, 2000.

BERTON, R. S.; PRATT, P. F. Evolutions of phosphorus requirement by the isotherm technique in soils amended with organic materials. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.199-206, 1997.

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

BRASIL, Lei n. 10.831, de dezembro de 2003. **Diário oficial da União**, 24 dez. 2003. Seção I. Dispõe sobre a agricultura orgânica e outras providências.

CANÇADO, G. M. A.; BORÉM, A. Biodiversidade, agropecuária e sustentabilidade, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.213, p.39-45, 2001.

CAPORAL, F. R.; CONSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios. Brasília, MDA/SAF/DATER – IICA, 2004. 24p.

CARVALHO, J. G.; BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R. Nutrição mineral e adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. (Editor) **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA. cap. 5, 2004, p.61-190.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; HENZ, G. B. Germoplasm collection of *Capsicum* spp. maintained by Embrapa Hortaliças (CNPH). **Capsicum and Eggplant Newsletter**. v.22, p.17-20, 2003.

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

CAVALCANTE, L. F. Resposta do maracujazeiro-azedo, (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) à substituições dos fertilizantes minerais no solo por biofertilizantes líquidos. **Projeto de produtividade em pesquisa.**

CEASA-PE. **Participação e procedência dos produtos comercializados na CEASA-PE.** Central de Abastecimento de Pernambuco, Recife-PE, 2005.

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

COSTA, M. C. M. **Aporte da agroecologia ao processo de sustentabilidade agrícola.** Curitiba: UFPR. 2001. 54p.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica, inventando o futuro.** Londrina: IAPAR. 2002. 250p.

EL SAIED, H. M. Chemical composition of sweet and hot pepper fruits grown under plastic house conditions. **Egyptian Journal of Horticulture**, v.22, n.1, p.11-18, 1995.

ELLIOTT, H. A.; SINGER, L. M. Effect of water treatment sludge on growth and elemental composition of tomato (*Lycopersicon esculentum*) shoots. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 345-354, 1988.

FAO. **Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030 – Informe resumido,** 2002. 97p.

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

FIGUEIRÊDO, F. L. **Fertilização mineral e orgânica na presença e ausência de manganês em gravioleira**. Areia. 2003, 57f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

FILGUEIRA, F, A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. In: _____. Solanáceas III. 2. ed. São Paulo: Ceres, 2001. v.2. cap. 9, p.301-311.

FISCHER, G. R. **Sinergia: produtos orgânicos**. Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/sinergia/S09organicos.htm>>. Acesso em: 25 de nov.2005.

FONSECA, A. F. A. da. **Avaliação do comportamento de cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Hortaliças, 1986. 6p.

FREITAS, M. B.; FARIA, C. M. B. Influência de práticas agrícolas na fertilidade do solo e no rendimento do tomateiro no Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 5, p. 54-57, 1981.

GERBER, J. M.; SWIADER, J. M.; PECK, T. R. Sewage sludge on vegetables - A mixed blessing. **Illinois Research**, v. 23, p. 12-13, 1981.

HOLANDA, J. J.; MIELNICUZU, J.; STAMMEL, J. G. Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo de encosta basáltica do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, p. 47-51, 1982.

HUBER, D. M.; WILHELM, N. S. **The role of manganese in resistance to plant diseases.** In: MANGANESE IN SOIL AND PLANTS; AN INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Glen Osmond, Austrália, Waite Agriculture Research Institute, 1988. p. 155-173.

INTERNATIONAL TRADE CENTER UNCTAD/WTO. Organic food and beverages: **world supply and major European markets.** Geneva, Switzerland: ITC, 2005.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura.** Botucatu: Agroecológica, 2001. 348p.

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

KISS, J. Terra em transe. **Globo Rural**, n.223, p.34-42, 2004.

LIMA, P. C. Café orgânico. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa, v.25, n.4, p.17-19, 2000.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 281p.

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

MAZUR, N.; VELLOSO, A. C. X.; SANTOS, G. A. Efeito do composto de resíduo urbano no pH e alumínio trocável em solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, p. 157-159, 1983.

MEDEIROS, M. B. **Ação de biofertilizantes líquidos sobre a bioecologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis***. Piracicaba: ESALQ 2002. 110p. Tese (Doutoramento). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MEIRELLES, L. Produção e comercialização de hortaliças orgânicas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 205-210, 1997. (Suplemento).

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELLI, R. A. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p. 449-455, 1994.

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.

OLIVEIRA-SILVA, J. J.; ALVES, S. R.; MEYER, A. Influência de fatores sócio-econômicos na contaminação por agrotóxicos, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.35, n.2, p.130-135, dez. 2001.

OSTERROHT, M. V. Sistema de produção de café orgânico na fazenda Cachoeira. **Agroecologia Hoje**. Botucatu, n. 23 p. 17-20, 2000.

PARE, T.; DINEL, H.; SCHINITZER, M.; DUMONTET, S. Transformations of carbon and nitrogen during composting of animal manure and shredded paper. **Biology and Fertility of soils**. v. 26, p. 173-178, 1998.

PEÑA, R. P. **Rendimento, qualidade e conservação pós-colheita de cenoura (*Daucus Carota* L.) sob adubações mineral, orgânica e biodinâmica**. Botucatu, 1996. 93p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

PENTEADO, S. R. **Introdução a agricultura orgânica: normas técnicas de cultivo**. Campinas-SP: Grafilmagem, 2000. 110p.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **“MB-4”**: Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. Canoas: Gráfica La Solle, 1996. 273p.

POBLETE, E. R. El cultivo de las chiles dulces. **Novedades Horticolas**, v.16, n.1-4, p.21-27, 1971.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido**: o defensivo agrícola da natureza. 2ª ed. rev. Niterói: EMATER-Rio, 1995. 16p.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido**: o defensivo agrícola da natureza. Rio de Janeiro: EMATER-RJ, 1992. 16p.

SANTOS, R. H. S., MENDONÇA, E. S. Agricultura natural, orgânica, biodinâmica e agroecologia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.9-18, 2001.

SANTOS, R. H. S., SILVA, F., CASALI, V. W. D., CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, 2001, p.1395-1398.

SCHMID, O. Codex Alimentarius. In: MINOU; WILLER, HELGA (Editors). **The World of Organic Agriculture** - statistics and future prospects - 2003. Tholey-Theley: International Federation of Organic Agriculture Movements, 2003. p. 41-44.

SEIXAS, J; FOLLE, S. & MACHETTI, D. **Construção e funcionamento de biodigestores**. Brasília: Embrapa-DID. 1980. 60p. (Embrapa – CPAC. Circular Técnica, 4).

SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica**: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: EMCAPA, 1998.

SOUZA, J. L. Manejo orgânico de solos: a experiência da Encapa. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.4, p.13-16, 2000a.

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

TRATCH, R.; BETTIOL, W. Efeito de biofertilizante sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.11, p.1131-1139, 1997.

VAIRO, A. C. dos S.; ASTRO, C. M. de; AKIBA, F. *Bacillus subtilis* isolated form biofertilizer "VAIRO" with fungistatic and bacteristatic action against some plant patogens. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, 9., 1992. São Paulo, **Proceedings...** São Paulo: IOFAN, 1992.

VIGLIO, E. C. B. L. Produtos orgânicos: uma tendência para o futuro? **Revista Agroanalysis**, São Paulo, v.16, n.12, p.8-11. 1996.

VILLELA, G. O tempo de hortas e pomares. **Panorama Rural**, n.30, p.48-53, 2001.

WILLER, H. Organic agriculture in Austria, Germany, Luxembourg and Switzerland. In: INTERNATIONAL FOAM SCIENTIFIC CONFERENCE, 12th Mar del Plata, 1998. **Proceedings...** Tholey-Theley: I FOAM, Mar del Plata, 1999.p.51-56.

CAPÍTULO 1

CRESCIMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVIDADE DO PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.), SOB APLICAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE BIOFERTILIZANTES

RESUMO

A cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) destaca-se no Brasil como umas das principais hortaliças cultivadas. O interesse pela agricultura orgânica é cada dia mais crescente, pois agricultores têm buscando por uma agricultura capaz de atender melhor aos anseios de toda a sociedade mundial, que seja capaz de preservar os recursos naturais, oferecer alimento saudável ao consumidor e distribuir justamente os lucros gerados com sua produção. O objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito da aplicação, via solo, de dois tipos de biofertilizantes bovinos sobre parâmetros do desenvolvimento vegetativo e produtivo do pimentão. A pesquisa foi realizada no período de dezembro/2004 a abril/2005 no município de Remígio, Paraíba. Os parâmetros avaliados foram crescimento em altura e diâmetro caulinar, número de botões florais emitidos, produção por planta e peso médio de frutos. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com três repetições e 21 plantas por parcela, usando o esquema fatorial 2×5 , referente aos insumos orgânicos e as doses de cálcio. Os biofertilizantes puro e agrobio foram aplicados de modo a fornecer as mesmas doses de cálcio: 0,00; 0,65; 1,30; 1,95 e 2,60 g cova⁻¹, oriundas dos respectivos insumos. Constatou-se que, tanto para crescimento em altura, diâmetro do caule, produção de frutos por planta e peso médio de frutos, a cultura apresentou maior resposta às doses de cálcio do que aos tipos de biofertilizantes. A dose de cálcio que promoveu a maior produção por planta e maior peso médio de frutos foi de 1,51 g cova⁻¹.

Palavras-chaves: agricultura orgânica, alimento saudável, doses de cálcio

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, anualmente, cerca de 12.000 hectares são cultivados com pimentão, com produção aproximada de 280.000 toneladas de frutos. Todos os estados brasileiros produzem essa solanácea, porém a maior produção está concentrada nos estados de São Paulo e Minas Gerais, responsáveis pelo plantio de 5.000 ha e produção de 120.000 toneladas. Somente o mercado de sementes de pimentão movimenta US\$ 1,5 milhão (Ribeiro e Cruz, 2003). A produtividade média dessa cultura é de 15 a 40 t/ha (Filgueira, 2001).

A adubação mineral tem sido uma das práticas que mais influencia de forma negativa a produção de hortaliças, tanto no aspecto tecnológico, quanto econômico (Filgueira, 2001). Nos últimos anos a busca por alternativas que favoreçam um maior desenvolvimento vegetativo e produtivo tem aumentada. A utilização dos biofertilizantes “supermagro” (APTA, 1997) e produzidos a partir de esterco bovino (Santos, 1992), tem sido uma alternativa viável para pequenos e médios produtores, sendo recomendado não só como adubação, como também no controle de pragas e doenças, contribuindo para a redução de custos com insumos e defensivos.

O emprego de biofertilizantes em culturas como o maracujazeiro-amarelo promoveu resultados promissores quanto ao desenvolvimento vegetativo, produtivo e controle sanitário das plantas (Collard et al., 2001; Silva, 2003). A utilização desse insumo em hortaliças vem crescendo principalmente por via foliar. Trabalho realizado por Souza (2000) utilizando concentrações de 2 a 10 % do insumo enriquecido e de 10 a 50 % do biofertilizante puro constatou resultados promissores para a cultura do pimentão para ambos.

Desde o início da década de 90, os biofertilizantes têm sido mais empregados por via foliar como defensivo natural no controle de doenças e pragas, como suplemento mineral e até como ativador de crescimento de plantas (Santos, 1992). Também podem ser aplicados

ao solo na forma líquida, concentrados ou diluídos, nas mais variadas proporções, para melhoria dos atributos físicos e aumento dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio do solo (Santos et al., 2004).

Nos últimos dez anos a demanda por olerícolas, frutícolas, cereais e produtos de origem animal e vegetal como carne, leite, ovos, mel e seus derivados produzidos sem a utilização de agrotóxicos e fertilizantes minerais sintéticos, está crescendo no Brasil e no mundo. Nesse sentido, a fertilidade do solo também se insere, uma vez que as terras tratadas com fertilizantes orgânicos tornam-se tão férteis e biologicamente mais ativas em relação aos cultivos tradicionais (Altieri, 2002).

Os biofertilizantes têm proporcionado efeitos no desenvolvimento vegetativo e produtivo e na sanidade de hortaliças, conforme constatação por olericultores de alguns estados da região Sudeste (Medeiros et al., 2001).

Pulverizações de um biofertilizante líquido de fermentação aeróbica, produzido à base de composto orgânico, em concentrações de 0,5 a 1 %, 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 quanto em condições de campo. Aplicações desse biofertilizante em associação com o fungo entomopatogênico *B. bassiana* resultaram em uma redução de 42 % na sobrevivência do ácaro rajado (*T. urticae*), importante praga de hábito polífago de ocorrência em hortaliças e olerícolas (Medeiros et al., 2000). Aplicações de biofertilizantes em concentrações entre 5 % e 50 % reduziram significativamente a fecundidade do ácaro *T. urticae* em até 95 % (Medeiros et al., 2001).

A aplicação do biofertilizante Agrobio quando utilizado via foliar na produção de mudas de pimentão, proporcionou um melhor desenvolvimento, expresso pela maior altura,

matéria seca da raiz e parte aérea, tanto por reduzir o desenvolvimento da mancha-bacteriana devido sua ação bacteriostática quanto na redução da taxa de desfolha (Deleito et al., 2004).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação, via solo, de dois tipos de biofertilizantes bovinos sobre parâmetros de desenvolvimento vegetativo e produtivo do pimentão, cv. All Big.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e clima

O experimento foi realizado em condições de campo aberto na propriedade Sítio Macaquinhos, localizada a 8 km ao sul do município de Remígio-PB, à margem esquerda da estrada de terra que interliga as comunidades de Gravatá-Açú e Caiana. Fisiograficamente, o município de Remígio está inserido na microrregião de Esperança situada pelas coordenadas geográficas: 6° 53' 00" S e 36° 02' 00" W e a 470 m de altitude. O clima do município de Remígio é do tipo As' de Köppen (quente e úmido) com período chuvoso concentrado no período de março a agosto, com precipitação média anual inferior a 1.000 mm. No local do experimento foram registrados nos anos de 2001 a 2005 precipitações de 870, 920, 820, 1326 e 703 mm, respectivamente. A temperatura média anual do ar foi de 25 °C e a umidade relativa média anual de 73 % (dados coletados na área experimental).

2.2 Delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, em 3 repetições e 21 plantas por parcela, nas distâncias de 50 cm entre plantas e de 1 m entre linhas. Cada parcela tinha as dimensões de 3,0 m de comprimento × 2,0 m de largura, com intervalos de 1,0 m entre parcelas e de 2,0 m entre os blocos. Foi adotado o esquema fatorial 2×5, referente a 2 tipos de biofertilizantes líquidos (puro ou comum e agrobio) aplicados ao solo em 5 doses, definidas com base nos teores de cálcio, de modo a se fornecer a mesma quantidade do elemento com os dois biofertilizantes.

A irrigação foi feita pelo método de aplicação localizada de água por gotejamento, usando um gotejador tipo catife com vazão de 3,75 L h⁻¹. O fornecimento foi feito diariamente com base no coeficiente da cultura (Kc) nos distintos estágios de crescimento da cultura (Doorenbos e Kassan, 1994), considerado-se uma taxa de evaporação diária de 5 mm dia⁻¹.

2.3 Preparo das mudas

As mudas de pimentão, cultivar All Big, foram formadas em canteiros no início de janeiro de 2005. A partir de 15 dias após a germinação, as mudas foram mantidas sob constante tratamento preventivo com pulverizações alternadas de urina de vaca a 1 % e manipueira (resíduo de farinha de mandioca) a 5 %, até a fase de transplante. Ao apresentarem 3 ou 4 pares de folhas definitivas e altura de 10 a 15 cm, as mudas foram transferidas para as parcelas experimentais em número de três por cova, em seguida foi feito o desbaste nas covas deixando duas plantas. O mesmo tratamento preventivo foi mantido no campo logo após o estabelecimento das mudas.

2.4 Preparo dos biofertilizantes

2.4.1 Biofertilizante puro

Para obtenção de 200 litros de biofertilizante puro, foram acrescentados 22 litros de esterco bovino fresco em 65 litros de água. Após uma semana foram colocados mais 22 litros de esterco e o volume completado com água para 200 litros em recipiente de polietileno, mantido hermeticamente fechado durante 30 dias (Figura 1).

O biofertilizante usado na fase inicial da cultura foi produzido no período de outubro de 2004 a janeiro de 2005, em volumes de 200 litros de cada tipo de biofertilizante.

Posteriormente foram produzidos mais dois volumes do biofertilizante puro para a continuação do trabalho. Para liberação do gás metano, produzido pela fermentação, conectou-se a extremidade de uma mangueira fina na parte superior do biodigestor mantendo a outra extremidade submersa em um recipiente com água para evitar a entrada de ar (Santos, 1992).

2.4.2 Biofertilizante agrobio

De acordo com Fernandes (2000) o agrobio é obtido pela mistura de água, esterco bovino fresco, melão, leite e sais minerais. Os ingredientes para a produção de 200 litros de agrobio foram: 80 litros de água, 40 litros de esterco bovino fresco, 8 litros de leite; e 1,2 kg de melão (Figura 1).



Figura 1. Preparo dos biofertilizantes puro e agrobio anaerobicamente

Os ingredientes foram misturados e deixados em fermentação por uma semana. A este caldo nutritivo, nas sete semanas subseqüentes, foram acrescentados, semanalmente, os

seguintes componentes previamente dissolvidos em água: 172 g de ácido bórico (17 % de B); 228 g de cinza vegetal; 340 g de cloreto de cálcio (24 % de Ca); 17,2 g de sulfato ferroso (16 % de Fe e 10 % de S); 24 g de farinha de osso; 24 g de farinha de carne; 57,2 g de termofosfato magnésiano (14 % de Mg e 17 % de P₂O₅); 0,600 kg de melão; 12 g de molibdato de sódio (39 % de Mo); 12 g de sulfato de cobalto (20 % de Co e 25 % de S); 17,2 g de sulfato de cobre (13 % de Cu e 17 % de S); 34,4 g de sulfato de manganês (26 % de Mn e 25 % de S); 57,2 g de sulfato de magnésio (9 % de Mg e 13 % de S); 22,8 g de sulfato de zinco (20 % de Zn e 17% de S); 11,6 g de torta de mamona; e 12 gotas de solução de iodo a 1%.

Nas quatro últimas semanas, foram adicionados 200 ml de urina de vaca. A calda era homogeneizada duas vezes ao dia. Após oito semanas, o volume foi completado para 200 litros.

Os biofertilizantes puro e agrobio foram submetidos a testes laboratoriais para a determinação de sua composição (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química dos biofertilizantes puro e agrobio quanto aos teores de elementos nutrientes. Areia, PB. 2006.

Biofert.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Z	Mn	Na
	g L ⁻¹						mg L ⁻¹					
Puro	0,25	0,08	0,11	4,3	0,10	5,47	1,38	0,03	6,04	2,05	3,67	16,61
Agrobio	0,48	0,18	1,33	19,2	1,31	9,39	9.675,20	0,87	37,88	176,98	563,96	284,59

2.5 Condução do experimento e variáveis estudadas

Em janeiro de 2005 foi realizado o preparo da área experimental, que constituiu de marcação de parcelas, abertura das covas nas dimensões de 20 × 20 cm e enchimento com solo da camada superficial do solo, juntamente com 2 litros de esterco bovino e 1 litro de cinza vegetal, que possuía composição química descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química de cinza vegetal, de madeira oriunda da microrregião do Curimataú Paraibano. Areia, PB. 2006.

Componente	Unidade	Valor	Classificação
pH (1:2,5)	-	13,70	Alcalino
Fósforo	mg dm ⁻³	1,00	Baixo
Potássio	mg dm ⁻³	13261,00	Alto
Cálcio	cmol _c dm ⁻³	14,35	Alto
Magnésio	cmol _c dm ⁻³	1,10	Alto
Sódio	cmol _c dm ⁻³	4,11	Médio

⁽¹⁾ CFSEMG (1998)

Aos 50 dias antes das mudas serem transplantadas, foi realizada a primeira aplicação dos biofertilizantes nas covas. O transplântio foi feito na segunda semana de abril. Aos 30 dias após o transplântio foi realizada uma nova aplicação dos biofertilizantes, repetida mensalmente até o final do ciclo, nas quantidades de 0; 300; 600; 900 e 1200 mL por cova na diluição 1:1 para o biofertilizante puro e 0; 75; 150; 225 e 300 mL por cova na diluição 1:1 para o agrobio. Esses distintos volumes entre os insumos têm a finalidade de se fornecer as mesmas doses de cálcio: 0; 0,65; 1,30; 1,95 e 2,60 g cova⁻¹ entre ambos os biofertilizantes, uma vez que o agrobio é quatro vezes mais concentrado em cálcio que o biofertilizante puro (Tabela 1). Para aplicação dos biofertilizantes adotou-se a sugestão de Santos (1992) que propôs a dose de 15 L m⁻². Dessa forma os volumes de 600 mL (biofertilizante puro) e de 150 mL (agrobio) equivalem, para uma área de 0,04 m² (0,20 × 0,20 m), a 100 % da dose sugerida.

O desbaste das plantas ocorreu no dia 12 de maio de 2005 deixando-se duas plantas por cova.

As avaliações de altura e diâmetro de caule das plantas foram feitas aos 30; 45; 60 e 85 dias após o transplântio. A contagem de botões florais foi realizada aos 30 e 45 dias após o plantio. As medições de altura foram feitas com o auxílio de uma trena graduada, tomando

como referência superior o ápice do ramo mais alto. Para o diâmetro de caule, foi utilizado um paquímetro com escala de leitura em milímetro, a 5 cm da superfície do solo.

A floração teve início quando as plantas estavam com 30 dias, quando foi feita a contagem dos botões florais.

Na primeira semana de junho teve início a colheita de frutos que se repetiu a cada dez dias, sendo os frutos caracterizados quanto ao peso e número, até as plantas completarem seu ciclo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Altura de plantas

Os biofertilizantes puro e agrobio não exerceram efeitos significativos sobre o crescimento vegetativo avaliado pela altura e nem pelo diâmetro caulinar das plantas (Tabela 3). Esse comportamento está de acordo com Souza (2000) e Aldrighi et al. (2002) ao concluírem que os biofertilizantes puro e supermagro não influenciaram no crescimento de plantas de pimentão e tomate, respectivamente. Esses resultados diferem dos encontrados por Deleito et al. (2005), quando verificaram resultados positivos e observaram maior crescimento de mudas de pimentão quando submetidas a aplicação de biofertilizante agrobio. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2003) na cultura do maracujazeiro-amarelo ao constatar que a adição do biofertilizante puro aos níveis de 4 e 8 L cova⁻¹, em única aplicação, no início da emissão dos botões florais, estimulou o desenvolvimento do maracujazeiro-amarelo.

Tabela 3. Valores do quadrado médio (QM) e níveis de significância relativos ao crescimento das planta de pimentão pela altura (Ap) e pelo diâmetro do cale (Dc). Areia, PB. 2006

Fontes de variação	GL	QMAp	QMDc
Blocos (BL)	2	44,6415 ^{NS}	3,468 ^{**}
Tipo de biofertilizantes (B)	1	2,6403 ^{NS}	0,165 ^{NS}
Doses de biofertilizantes (D)	4	84,348 ^{NS}	4,78 ^{NS}
B × D	4	70,216 ^{NS}	2,040 ^{NS}
B × D × BL	18	34,684 ^{NS}	2710 ^{**}
Idade das plantas (I)	3	768,202 ^{**}	48,939 ^{**}
B × I	3	7,793 ^{NS}	0,021 ^{NS}
I × D	12	1,90 ^{NS}	0,048 ^{NS}
B × I × D	12	8,221 ^{NS}	0,149 ^{NS}
Resíduo	60	30,669	0,089
CV (%)	-	18,56	4,58

NS= Não significativo; * e ** = significativos para $p < 0,05$ e $p < 0,01$; CV = Coeficiente de variação

O crescimento em altura (Figura 2), independentemente do tipo de biofertilizante aumentou com a idade das plantas e ajustou-se ao modelo quadrático, atingindo o valor máximo de 37,8 cm aos 75,4 dias após o plantio, a partir dessa idade as plantas paralisaram o crescimento. Esses valores superaram os 31,45 cm verificados por Araújo (2005) em plantas de pimentão de mesma idade submetidas à aplicação de biofertilizante bovino aplicado ao solo na forma líquida. Apesar da ausência de efeitos significativos entre as fontes de biofertilizantes, a tendência dos resultados da Figura 3 diverge da obtida por Silva (2003) ao constatar que o supermagro inibiu o crescimento do maracujazeiro-amarelo comparado ao biofertilizante puro.

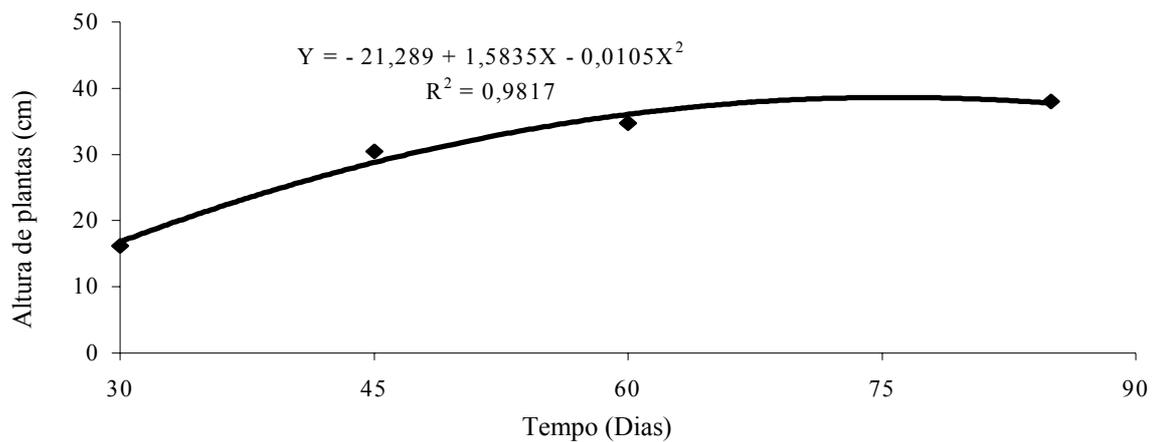


Figura 2. Altura média de plantas de pimentão aos 30, 45, 60 e 85 dias após o plantio, em função das doses de biofertilizantes aplicados ao solo.

3.2 Diâmetro de caule

Quanto ao diâmetro do caule, as plantas apresentaram crescimento de 0,103 mm por incremento unitário de tempo, como indicado na Figura 3. Observa-se que o diâmetro caulinar do pimentão evoluiu após a estabilização do crescimento em altura, que se estabilizou aos 75,4 dias após o transplantio (Figura 3), em concordância com Tamiso (2005), que observou aumento do diâmetro de caule em tomateiro produzido organicamente após estabilização do crescimento em altura. Medeiros (1998) constatou em estudo com diferentes lâminas de água salina aplicadas ao solo adubado com cálcio, constatou um aumento do diâmetro caulinar do pimentão em função da idade das plantas após 30 dias do transplantio, prolongando-se até o final do ciclo da cultura, mesmo com estabilização do crescimento em altura.

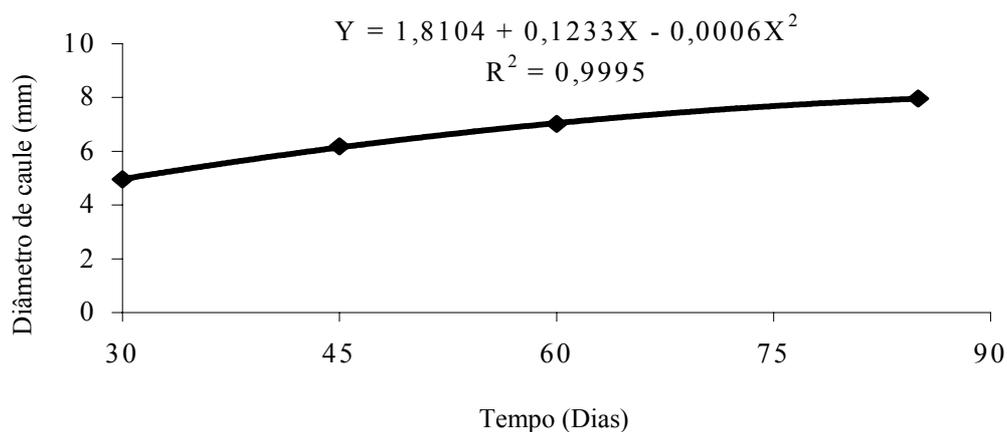


Figura 3. Diâmetro de caule de plantas de pimentão aos 30, 45, 60, e 85 dias após o plantio, em função das doses de biofertilizantes aplicados ao solo.

3.3 Botões florais

O número de botões florais emitidos, embora sem resposta significativa para biofertilizantes, aumentou estatisticamente dos 30 aos 45 dias, independentemente dos insumos aplicados ao solo na forma líquida (Figura 4).

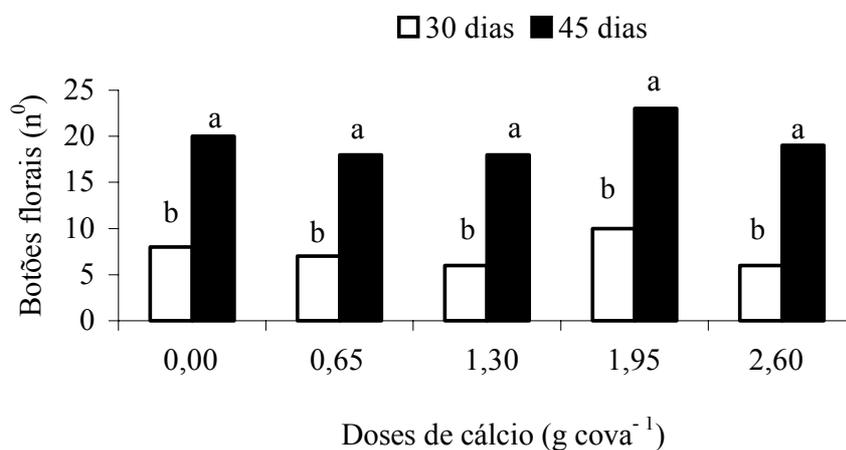


Figura 4. Número de botões florais de plantas de pimentão aos 30 e 45 dias após o plantio, em função das doses de biofertilizantes aplicados ao solo. Significativos pelo Teste "F" a 5 %, de probabilidade.

Possivelmente, a ausência de resposta significativa entre os tipos de biofertilizantes e a interação tipos × doses nos parâmetros vegetativos estudados resultam do curto período de tempo desde a aplicação, da adição de 2 L de esterco bovino e 1 L de cinza

vegetal fornecidos por ocasião do preparo das covas. Esses insumos, no período de aproximadamente 80 dias, podem ter suprido as necessidades nutricionais da cultura. O esterco bovino qualitativamente constitui um dos mais completos fertilizantes, uma vez que contém quase todos os macro e micronutrientes (Kiehl, 1985) e a cinza vegetal é rica em cálcio, magnésio e potássio, como indicado na tabela 2.

3.4 Número médio de frutos por cova

O número de frutos por cova, aumentou de forma quadrática com o aumento das doses de biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida e com a época (Figura 5), evidenciando que, em termos produtivos, o pimentão respondeu significativamente às doses de biofertilizantes. A dose que melhor expressou o número de frutos foi a de 1,51 g cova⁻¹ de cálcio aos 66 dias após plantio, promovendo número médio por cova de 26 frutos por cova (520.000 frutos por hectare) conforme indicado na Figura 5.

Souza (1999), experimentando adubação com esterco bovino e caprino na cultura do quiabo, não verificou diferença significativa entre os insumos aplicados, mas observou aumento da produção de frutos por planta. Este fato também foi observado por Barbosa (2001), com o uso de esterco bovino e suíno em plantas de pimentão ao obter valores máximos de 10 frutos por planta. Paes (2003), quando submeteu plantas de pimentão a adubação orgânica e mineral, o número de frutos aumentou de forma linear tanto com a presença como na ausência de adubação mineral, salientado que seus resultados de produção foram inferiores, quando na presença de adubação mineral encontrou valores de 9 frutos por planta (185.000 frutos/ha) e na ausência, 5 frutos (95.000 frutos/ha).

$$\hat{Y} = -43,74 + 2,064 * P + 6,18 * D - 2,009 * D * D - 0,016 * P * P$$

$$R^2 = 0,836$$

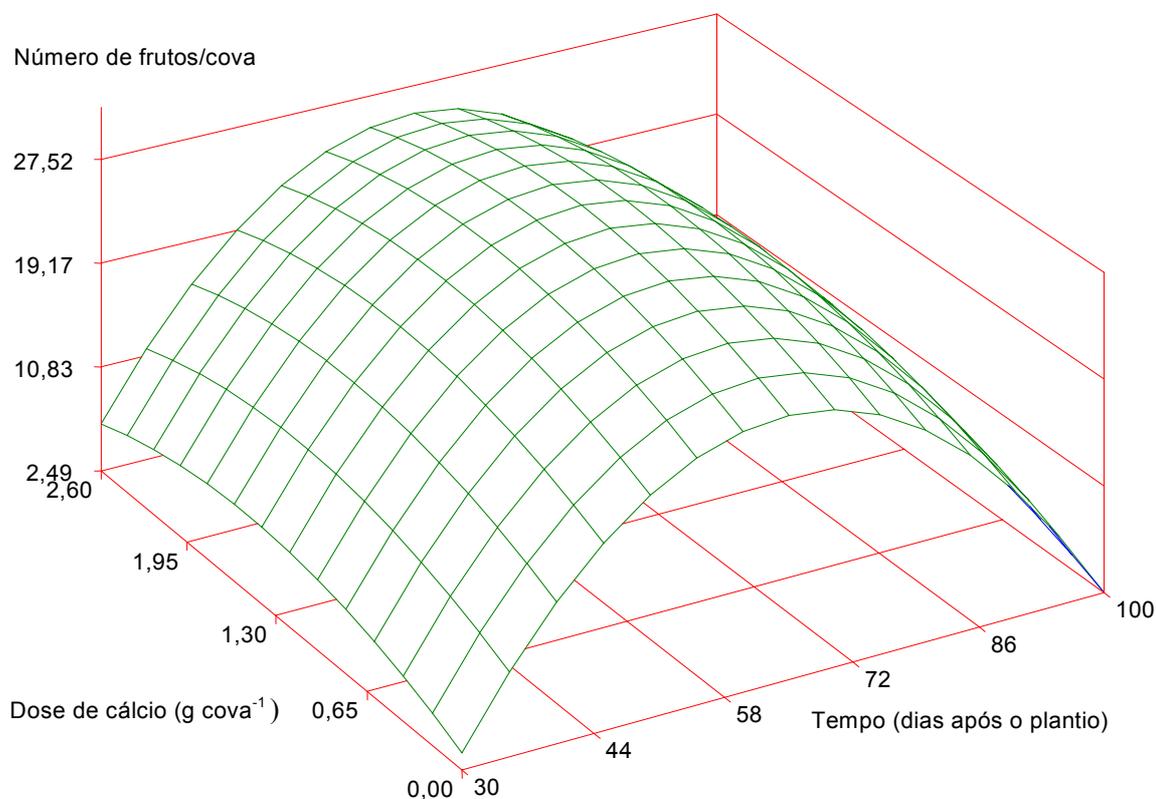


Figura 5. Número médio de frutos de pimentão por cova, em função de doses de cálcio e diferentes épocas de aplicação de biofertilizantes puro e agrobio.

3.5 Peso médio de frutos por cova

A resposta do pimentão aos biofertilizantes quanto ao peso médio dos frutos (Figura 6) foi semelhante ao número de frutos colhidos por planta (Figura 5). Essa semelhança revela que as plantas responderam às doses de cálcio independente dos tipos de biofertilizantes aplicados. Observa-se na figura 6 que o peso médio dos frutos aumentou quadraticamente com as doses dos biofertilizantes e com a idade das plantas, atingindo o maior valor aos 80 dias após o plantio. A partir desta época registra-se declínio produtivo da cultura, com influência negativa no peso médio dos frutos. Esse monitoramento do potencial produtivo da cultura serve de orientação ao produtor para a implantação de nova área com a

cultura de modo a manter o fluxo de oferta do produto no mercado. O maior peso médio de frutos foi de 60 g, encontrado aos 72 dias após o plantio, sendo inferior aos 84 g fruto⁻¹ verificado aos 40 dias após o transplante em sistema convencional (Santos et al., 1990). Assim como para número de frutos a dose de cálcio que promoveu maior peso médio de frutos foi igual a 1,51 g cova⁻¹, aos 66 dias após transplante, resultando numa produção de 1,8 kg de pimentão por cova durante o ciclo da cultura. Comparativamente, esse valor foi inferior ao 1,4 kg por planta encontrado por Araújo (2005) quando submeteu plantas de pimentão a aplicação de biofertilizantes puro e supermagro.

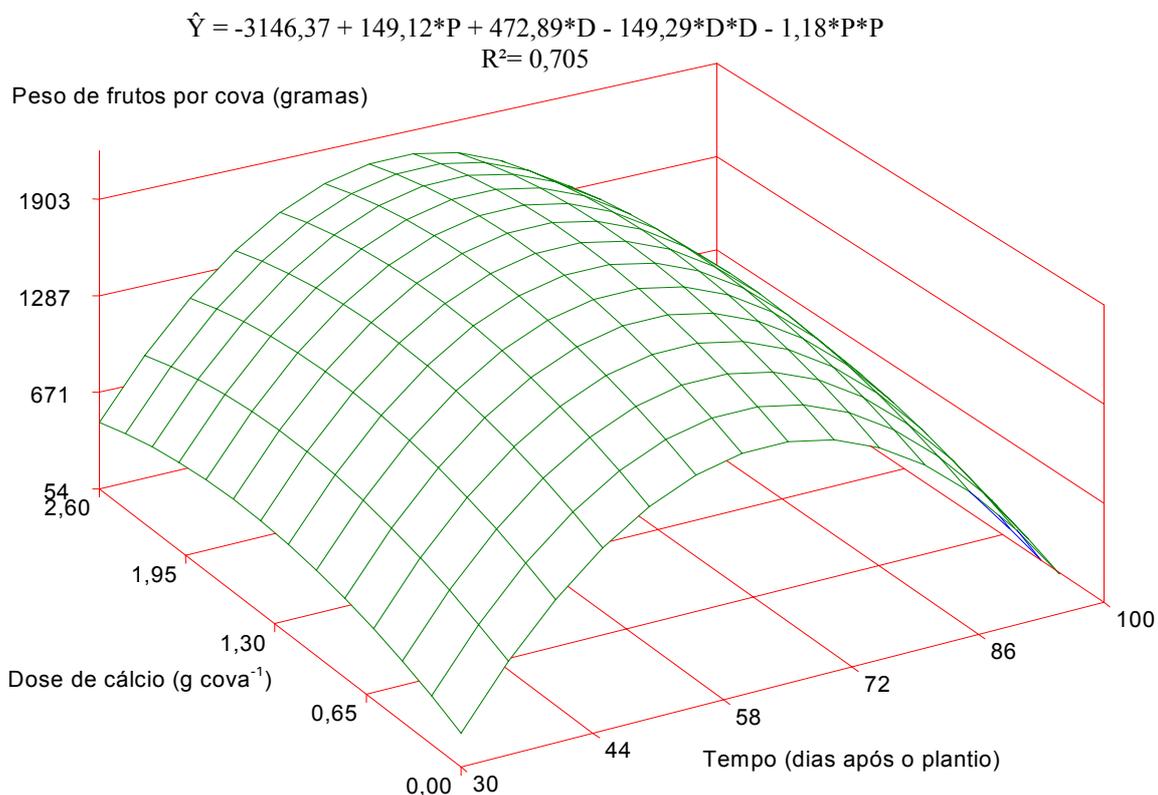


Figura 6. Peso médio dos frutos de pimentão por cova, em função de doses de cálcio e diferentes épocas de aplicação de biofertilizantes puro e agrobio.

4. CONCLUSÕES

1. Nas doses estudadas, os biofertilizantes puro e agrobio não influenciaram significativamente no crescimento em altura e diâmetro caulinar do pimentão;
2. O número de botões florais, independentemente da ausência ou presença dos biofertilizantes, aumentou significativamente dos 30 aos 45 dias após o plantio;
3. Quanto a produção e ao número médio de frutos por cova as plantas de pimentão responderam significativamente as doses de cálcio, aplicadas ao solo independentemente dos tipos dos biofertilizantes;
4. A produção média de pimentão foi de 26 frutos por cova e o peso médio foi de 60 g fruto⁻¹ referentes à dose de cálcio de 1,51 g cova⁻¹.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRIGHI, C. B.; ABREU, C. M.; PAGLIA, A. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; FERNANDES, H. S. Efeito da aplicação de biofertilizante e urina de vaca em mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, julho, 2002. Suplemento 2.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.

APTA. **O biofertilizante supermagro**. Vitória: Associação de Projetos e Tecnologias Alternativas, 1997. 15p.

ARAÚJO, E. N. de. **Rendimento do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante**. 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

BARBOSA, J. K. A. **Efeito da adubação orgânica com esterco bovino e suíno na cultura do pimentão** (*Capsicum annuum* L.). 2001. 30 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

COLLARD, F. H.; ALMEIDA, A.; COSTA, M. C. R.; ROCHA, M. C. Efeito do uso de biofertilizante Agrobio na cultura do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). **Revista Biociências**, Taubaté, v.7, n.1, p. 15-21, 2001.

DELEITO, C. S. R., CARMO, M. G. F. FERNÁNDEZ, M. C. A., ABBOUD, A. C. S. Biofertilizante Agrobio: uma alternativa no controle da mancha bacteriana em mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.24, n.4, p.1035-1038, 2004.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUZA, A. A.; DAMACENO, F. A. V.; MEDEIROS, J. F., 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem).

FERNANDES, M. C. A. O biofertilizante Agrobio. Informativo do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia, n.13. EMBRAPA – Agrobiologia, Seropédica, Ano 4, setembro de 2000. In: **A Lavoura**, v.103, n.643, p.42-43, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. In: _____. Solanáceas III. 2. ed. São Paulo: Ceres, 2001. v.2. cap. 9, p.301-311.

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

MEDEIROS, J. F. de. **Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão**. 1998. 152f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

MEDEIROS, M. B.; ALVES, S. B.; BERZAGHI, L. M. Efeito do biofertilizante na fecundidade do ácaro *T. urticae*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 8., ESALQ/USP: Piracicaba 2001.

PAES, R. A. **Rendimento do pimentão (*Capsicum annuum* L.) cultivado com urina de vaca e adubação mineral**. 2003. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

RIBEIRO, C. S. da C. CRUZ, D. M. R. Comércio de sementes de pimentão está em expansão. Apenas o mercado nacional movimentou US\$ 1,5 milhão. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, n.21, Set. 2003.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido, o defensivo agrícola da natureza**. Rio de Janeiro: EMATER-RJ, 1992. 16p.

SANTOS, G. D.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, D.; PEREIRA, W. E.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo tratado com biofertilizantes líquidos. **Anais do curso de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água**, Areia, v.26, p.13-24, 2004.

SANTOS, J. S.; BARBEDO, C. G.; PIZIGATI, R.; FERREIRA, J. M.; NAKAGAWA, J. Estudo da relação Ca × B na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 19-23, 1990.

SILVA, P. S. V. L. **Desenvolvimento do maracujazeiro-amarelo em substrato envasado e aplicação de biofertilizantes**. Areia, 2003. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

SOUZA, J. L. Estudo de métodos de nutrição orgânica do quiabeiro (*Albemoschus esculentus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão: SOB (1999).

SOUZA, J. J. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura do pimentão em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.14-19. 2000.

TAMISO, L. G. **Desempenho de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob sistema orgânico em cultivo protegido**. Dissertação (Mestrado). 2005. 87p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP.

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO MINERAL DO PIMENTÃO E FERTILIDADE DO SOLO SOB APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTES

RESUMO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é pertencente à família das Solanáceas, de origem latina americana e, portanto, adaptada ao clima tropical. Dentre as principais práticas da agricultura orgânica está o uso de biofertilizantes líquidos, que tem como objetivo a nutrição mineral das plantas, visando atingir níveis ideais de desenvolvimento e produção vegetal. Além de serem uma alternativa como fonte de nutrição, os biofertilizantes também protegem a planta agindo como defensivos, reforçando o seu sistema imunológico. O objetivo do trabalho foi verificar a composição mineral do pimentão, quanto aos teores de macro e micronutrientes e as propriedades químicas de um solo submetido à aplicação de dois tipos de biofertilizantes. O experimento foi realizado no Sítio Macaquinhos em Remígio-PB, Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2 x 5, referente a duas fontes de biofertilizante e cinco doses de cálcio. As covas foram abertas com espaçamento de 1 × 0,50 m e cheias com 2L de esterco bovino e 1L de cinza vegetal. O ensaio foi constituído por 3 blocos com 10 tratamentos e 21 plantas por parcela. A análise química do solo do local apresenta os seguintes resultados: pH (5,0), fósforo (2 mg dm⁻³), potássio (30 mg dm⁻³), cálcio (1,1 cmol_c dm⁻³) e magnésio (0,72 cmol_c dm⁻³) refletindo em baixa saturação por bases (42%). Os biofertilizantes puro e agrobio foram preparados 60 e 30 dias antes do plantio e aplicados as mesmas doses de cálcio entre ambos: 0; 0,65; 1,30; 1,95; 2,60 g cova⁻¹ de cálcio. O início da floração as plantas de pimentão encontravam-se nutricionalmente deficientes em nitrogênio, cálcio, magnésio e cobre, mas equilibradas em fósforo, potássio, enxofre, boro, ferro, manganês e zinco, a superioridade do agrobio sobre o biofertilizante puro foi constatada para os teores de enxofre, boro, ferro e zinco nas plantas. Apesar de não diferirem entre si quanto aos componentes da fertilidade, a adição dos biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida, elevaram os valores do pH, fósforo e potássio.

Palavras-chaves: pimentão orgânico, análise química do solo, *Capsicum annuum* L.

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma cultura basicamente de clima tropical, exigente em temperaturas elevadas. Essa cultura é bastante exigente no que diz respeito às características químicas e físicas do meio de cultivo, respondendo muito bem à adubação orgânica, sendo que excelentes produtividades podem ser obtidas através da associação de adubos orgânicos e minerais. A aplicação de adubos e corretivos minerais é uma prática onerosa que representa em média 23,4% do custo de produção (Ribeiro et al., 2000).

O uso de adubos minerais cumpre com êxito o papel de fornecer nutrientes às plantas de forma rápida e eficiente, mas sua utilização desordenada pode limitar a produção agrícola principalmente quando desconsidera fatores pertinentes a exploração racional como é o caso da matéria orgânica (Longo, 1987). O uso excessivo de insumos minerais provoca uma lenta desestruturação do solo, alterando seus atributos químicos, físicos e biológicos (Primavesi, 1987).

O uso intensivo do solo com sistemas de cultivos convencionais ocasiona a diminuição do teor de matéria orgânica (Cunha et al., 2001). A matéria orgânica do solo pode ser utilizada como indicador de qualidade do solo (Doran e Parkin, 1994; Sikora e Stott, 1996; Mielniczuk, 1999), pois além de satisfazer o requisito básico de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando na infiltração, CTC, atividade biológica, retenção de água, susceptibilidade a erosão, entre outras (Gregorich et al., 1994).

A agricultura orgânica vem, ao longo das últimas décadas, se ampliando e com ela o uso de biofertilizantes líquidos (Meirelles et al., 1997). São encontradas evidências do uso destes produtos desde o início da agricultura pelos povos mais antigos (Peña e Escudero, 2000). Esse fertilizante de origem natural é obtido a partir da fermentação anaeróbica do

esterco bovino em biodigestores. Nesse tipo de fermentação há uma maior retenção de nitrogênio do que na decomposição em presença de oxigênio, pelo fato de as bactérias anaeróbias utilizarem pequena quantidade de nitrogênio dos resíduos vegetais e animais para sintetizarem proteínas (Rici et al., 2004).

Nos modelos de produção convencional, a utilização de agrotóxicos é quase sempre sem controle, deixando o produto final comprometido e com riscos para o consumo (Fischer, 2005). Devido a esses fatores, o mercado de produtos orgânicos vem aumentando consideravelmente nos últimos anos muitos países (principalmente na União Européia). Isso se dá pela grande aceitação dos produtos orgânicos por consumidores mais esclarecidos e de maior poder aquisitivo, e o valor desses produtos no mercado que chega a ser mais de 20% em relação ao produto convencional (Penteado, 2000). Esse aumento é evidenciado pela busca por alimentos mais saudáveis e de boa qualidade, tendo como opção os produtos orgânicos, ainda que mais caros (Darolt, 2002).

Dentre as principais práticas da agricultura orgânica estão o uso de biofertilizantes líquidos através de sua aplicação direta ao solo que tem como objetivo a revitalização do solo, visando atingir níveis adequados de desenvolvimento e produção vegetal. Além de serem uma fonte de nutrição, os biofertilizantes também protegem a planta agindo como defensivos, reforçando o seu sistema imunológico (Penteado, 2000). O biofertilizante, na sua forma enriquecida, por ter uma grande variedade de minerais acrescidos, possibilita um melhor equilíbrio nutricional da planta, permite manejo trofobiótico de pragas e doenças, por conferir resistência às condições adversas do meio (Pinheiro e Barreto, 1996).

Este trabalho tem como objetivo verificar o desempenho nutricional de pimentão, quanto aos teores de macro e micronutrientes e as propriedades químicas de um solo submetido à aplicação de dois tipos de biofertilizantes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, clima e solo

O estudo foi desenvolvido no período de outubro/2004 a abril/2005 na propriedade sítio Macaquinhos, localizada a 8 km ao sul do município de Remígio-PB, à margem esquerda da estrada de terra batida que interliga as comunidades de Gravatá Açú e Caiana. Fisiograficamente o município de Remígio-PB está inserido na microrregião de Esperança e situado nas coordenadas geográficas: 6° 53' 00" S e 36° 02' 00" W e com altitude média de 470 m.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, em 3 repetições e 21 plantas por parcela, nas de 0,50 m entre plantas e de 1 m entre linhas. Cada parcela tinha as dimensões de 3,0 × 2,0 m, distanciadas de 1,0 m entre parcela, e de 2,0 m entre blocos. Foi adotado o esquema fatorial 2 × 5, referente a 2 tipos de biofertilizantes líquidos (puro ou comum e agrobio) aplicados ao solo em 5 doses, definidas com base nos teores de cálcio, de modo a se fornecer a mesma quantidade do elemento para os dois biofertilizantes.

A irrigação foi feita pelo método de aplicação localizada de água por gotejamento, usando um gotejador tipo catife com vazão de 3,75 L h⁻¹. O fornecimento feito diariamente com base no coeficiente da cultura (Kc) nos distintos estágios de crescimento das plantas (Doorenbos e Kassan, 1994), tomando como referência uma evaporação diária de 5 mm dia⁻¹.

As mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.), cultivar All big foram formadas em sementeiras e transferidas para as parcelas experimentais quando possuírem 3 ou 4 pares de folhas definitivas com altura de 10 a 15 cm (Souza, 2003).

Aos 50 dias antes das mudas serem transplantadas, o solo das covas do local recebeu a primeira aplicação dos biofertilizantes. O transplântio foi feito no dia 15 de abril.

Aos 30 dias após o transplante as plantas receberam aplicação dos biofertilizantes ao solo, repetida mensalmente até o final do ciclo (90 dias), nas quantidades de 0; 300; 600; 900 e 1200 mL por cova de biofertilizante puro e 0; 75; 150; 225 e 300 mL de agrobio, na diluição de 1:1. Esses distintos volumes entre os insumos têm a finalidade de se fornecer as mesmas doses de cálcio: 0; 0,65; 1,30; 1,95 e 2,60 g cova⁻¹ para os biofertilizantes, uma vez que o agrobio é quatro vezes mais concentrado em cálcio que o biofertilizante puro (Tabela 1, Capítulo 1). Para aplicação dos biofertilizantes adotou-se a sugestão de Santos (1992) que propôs a dose de 15 L m⁻². Dessa forma, os volumes de 600 mL referente ao insumo puro e de 150 mL ao agrobio equivalem, na área de 0,04 m² (0,20 × 0,20 m), a 100% da dose sugerida. A caracterização física do solo é apresentada na Tabela 1 (EMBRAPA, 1997).

Tabela 1. Atributos físicos do solo das áreas a serem estudadas. Areia, PB. 2006.

Área	Z	Areia	Silte	Argila	Ada	GF	ds	dp	pt	Umidade (MPa)		
										0,01	0,033	1,50
	Cm	-----g kg ⁻¹ -----			%	---	g cm ⁻³ ---	m m ⁻³	-----g kg ⁻¹ -----			
A1	0-20	623	88	289	38	57,3	1,33	2,67	0,50	117	58	29
A1	21-40	652	93	255	223	12,5	1,29	2,69	0,52	197	152	89
A2	0-20	816	92	92	50	45,6	1,45	2,71	0,46	113	62	29
A2	21-40	677	92	231	221	43,0	1,26	2,69	0,53	206	153	88

Z = profundidade; GF = grau de flocculação; ds e dp = densidade do solo e de partículas; Pt = porosidade total Ada = argila dispersa em água

Quanto à fertilidade, o solo de ambas as áreas é de natureza ácida, com baixos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio e cálcio e elevados teores de magnésio na camada de 21-40cm (Tabela 2). As determinações de pH, hidrogênio mais alumínio, matéria orgânica, nitrogênio, cálcio, magnésio, potássio, sódio, cobre, ferro, manganês e zinco foram realizados seguindo metodologia recomendada por EMBRAPA (1997).

Tabela 2. Caracterização química do solo quanto à fertilidade antes da aplicação dos tratamentos. Areia, PB. 2006

Amostra	Z	pH	P	K	Na	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	MO
	cm		mg dm ⁻¹			-----cmol _c dm ⁻³ -----						%	g dm ⁻³
A1	0-20	5,2	2	33	0,01	2,16	0,05	1,05	0,15	1,30	3,45	38	5,37
A1	21-40	4,8	2	21	0,09	3,63	0,65	1,25	1,35	2,74	6,37	43	5,58
A2	0-20	5,3	2	22	0,01	1,83	0,20	0,75	0,35	1,17	2,99	39	4,16
A2	21-40	4,8	2	44	0,06	3,14	0,65	1,45	1,05	2,67	5,81	46	6,29

SB = soma de bases (Na⁺ + K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺); CTC = SB + (H⁺ + Al³⁺); V = saturação por bases (100SB/CTC); MO = matéria orgânica

Os teores de micronutrientes (Tabela 3) evidenciam que o solo é pobre em boro e ferro, mas possui conteúdos adequados de cobre, manganês e zinco (Malavolta et al., 1997).

Tabela 3. Teores de micronutrientes do solo antes da aplicação dos tratamentos. Areia, PB. 2006.

Amostra	Z	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	cm	-----mg kg ⁻¹ -----				
A1	0-20	0,41	2,59	18,34	6,51	2,37
A1	21-40	0,55	4,36	66,89	5,07	1,95
A2	0-20	0,28	2,85	14,08	3,92	1,88
A2	21-40	0,28	3,66	67,10	5,80	1,83

Z = profundidade

2.2 Variáveis estudadas

2.2.1 Nas plantas

No início da floração, aos 25 dias após o transplante, foram coletadas em sete plantas de cada tratamento, amostras das folhas medianas e sadias (Malavolta et al., 1997) para avaliação dos teores de macro e micronutrientes na matéria seca. Os teores de nitrogênio foram determinados em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica pelo

método microkjeldahl, o fósforo foi determinado em extrato preparado via digestão nitroperclórica. Os teores de potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês, zinco e sódio foram determinados a partir de leituras em espectrofotômetro de absorção atômica. O enxofre foi obtido empregando o método de turbidometria e a determinação do boro foi feita empregando a incineração do material foliar em forno mulfla a temperatura entre 550 e 650 °C (Tedesco et al., 1995).

2.2.2 No solo

Ao final do experimento, aos 100 dias após o transplântio das mudas, amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm para avaliação de características químicas e fertilidade do solo. A caracterização química constou dos valores de pH em água (1:2,5), dos conteúdos de fósforo empregando a solução extratora de Mehlich em 10 cm³ de terra fina seca ao ar (TFSA) e, após 12 horas, efetuando leitura em fotocolorímetro munido de filtro com comprimento de onda de 600 nm, numa alíquota de 5 mL da solução; dos teores de potássio e sódio obtidos do extrato aquoso e utilizando fotômetro de chama munido de filtro com comprimento de onda, respectivamente de 766 e 589 nm; da matéria orgânica quantificada, após efetuar a oxidação por via úmida, com a solução de dicromato de potássio a 0,2 M (K₂Cr₂O₇) em meio sulfúrico e titulação com solução de EDTA 0,0125 M; do magnésio obtido pela diferença dos valores Ca²⁺ + Mg²⁺ e Ca²⁺; das concentrações de alumínio mais hidrogênio (H⁺ + Al³⁺) determinadas por titulação de acetato de cálcio de 0,5 M a pH 7,0; das determinações de Al³⁺ (acidez trocável) feitas com NaOH 0,025 M em alíquotas extraídas pela solução KCl 1 M (EMBRAPA, 1997; Souza, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teores foliares de macronutrientes

Pelos resumos das análises de variância (Tabela 4) verifica-se que os tipos de biofertilizantes, os volumes aplicados, referentes às doses de cálcio e a interação tipos × doses não exerceram efeitos significativos sobre a acumulação dos macronutrientes primários (N, P e K) na matéria seca foliar do pimentão. Os tipos dos biofertilizantes e suas respectivas doses de cálcio interferiram isoladamente sobre a composição do cálcio na matéria seca foliar das plantas. Os teores de magnésio e enxofre foram significativamente influenciados pela interação tipos de biofertilizantes × doses de cálcio.

Tabela 4. Resumos das análises de variância, referentes aos teores foliares de macronutrientes em pimentão cultivado em solo tratado com biofertilizantes líquidos. Areia, PB. 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio – QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Tipos de biofertilizantes (B)	1	1,008 ^{ns}	0,027 ^{ns}	1,776 ^{ns}	28,227 ^{**}	0,000 ^{ns}	9,861 ^{**}
Doses de cálcio (D)	4	8,967 ^{ns}	0,048 ^{ns}	14,571 ^{ns}	2,734 [*]	0,438 ^{**}	6,443 ^{**}
B × D	4	9,783 ^{ns}	0,372 ^{ns}	23,228 ^{ns}	1,924 ^{ns}	0,330 ^{**}	0,421 ^{**}
Tratamentos	9	8,446	0,189	16,997	5,207	0,341	4,146
Blocos	2	6,357 ^{ns}	0,217 ^{ns}	46,447 [*]	1,024 ^{ns}	2,704 ^{**}	3,282 ^{**}
Resíduos	18	11,313	0,114	9,868	0,851	0,028	0,056
CV (%)	-	10,410	7,859	6,557	9,479	6,640	3,593

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo; * e ** = significativos pelo teste F a 5 % e 1 %.

Apesar da adição de cálcio para produção do agrobio (sendo esse nutriente oriundo da farinha de osso, cinza vegetal, cloreto de cálcio e de outros componentes) em relação ao biofertilizante puro não houve respostas diferenciadas para interação entre os insumos sobre a

acumulação do nutriente pelas folhas do pimentão. Possivelmente, a ausência de significância é devida a uma das situações: a) aplicação de cinza vegetal que continha $14,35 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de cálcio (Tabela 2, capítulo 2), juntamente com 2 L de esterco bovino, com $1,03 \text{ g kg}^{-1}$ de cálcio por ocasião do preparo das covas; b) o ciclo curto da cultura não ter sido suficiente para absorção do elemento no solo; c) antagonismo entre os elementos cálcio e potássio da cinza ($13.261 \text{ mg K dm}^{-3}$), resultando na semelhança estatística dos valores nas folhas de plantas tratadas com os dois biofertilizantes.

Mesmo sem significância estatística das interações tipos de biofertilizantes \times doses de cálcio, os teores de nitrogênio, fósforo e potássio na matéria seca das folhas do pimentão ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 1). Com referência ao nitrogênio, os valores em função das doses de cálcio fornecido pelos biofertilizantes variaram de $30,88$ a $33,50 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca, atingindo a maior acumulação de $33,5 \text{ g kg}^{-1}$ para a dose de cálcio equivalente a $1,71 \text{ g cova}^{-1}$ (Figura 1A). Quanto ao fósforo, a dose de cálcio de $1,56 \text{ g cova}^{-1}$ promoveu o maior teor do nutriente nas folhas (Figura 1B). No tocante ao potássio, os valores aumentaram de $45,7$ a $49,8 \text{ g kg}^{-1}$ com o aumento das doses de cálcio fornecidas pelos biofertilizantes (Figura 1C).

Os resultados de fósforo e potássio superaram os apresentados por Araújo (2005), com valores de $2,69$ e $42,98 \text{ g kg}^{-1}$ em pimentão tratado com biofertilizante puro aplicado via foliar, mas os valores de nitrogênio foram inferiores aos $41,05 \text{ g kg}^{-1}$ na matéria seca foliar das plantas.

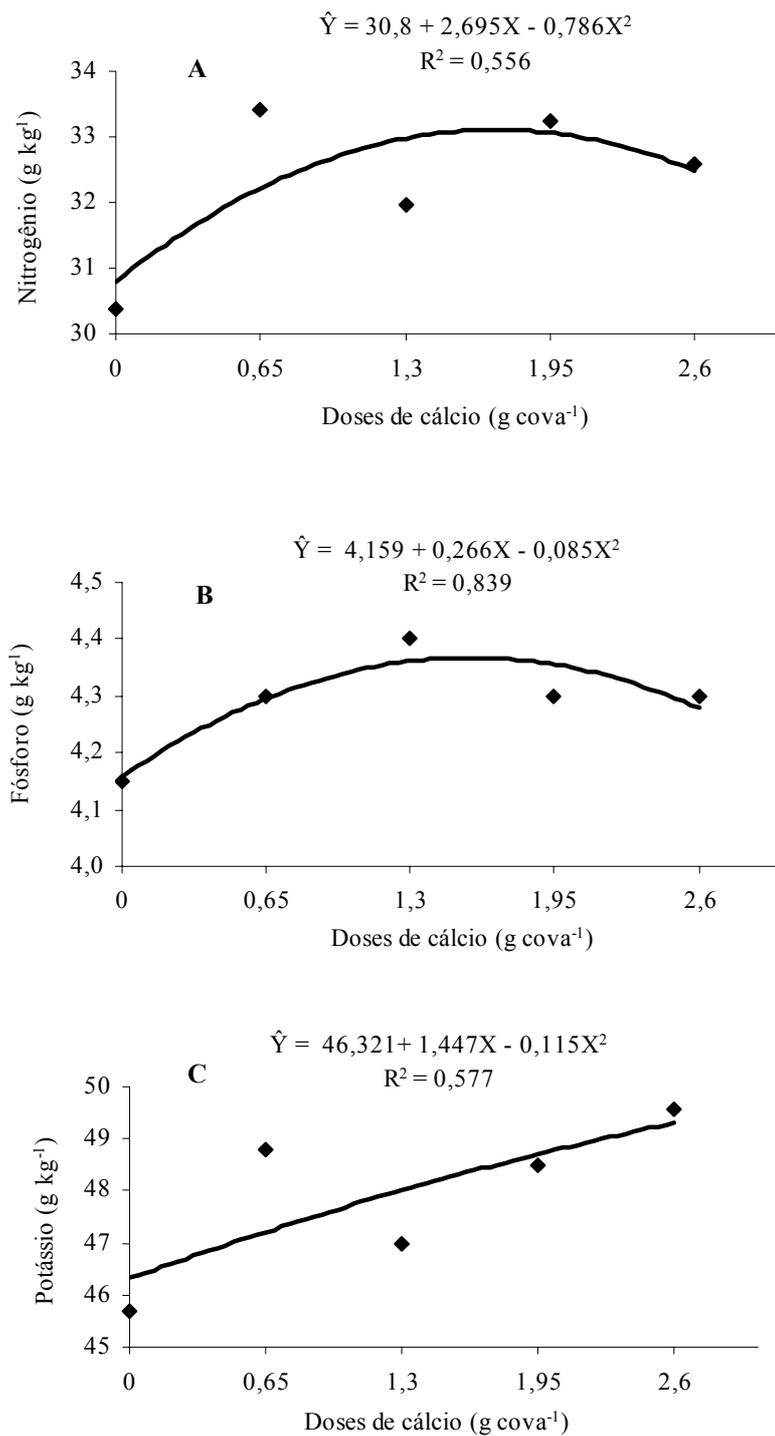


Figura 1. Teores foliares de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) do pimentão cultivado em solo tratado com doses de cálcio oriundos de biofertilizantes líquidos. Areia, PB, 2006.

A incorporação do agrobio ao solo deve ter afetado negativamente a absorção de cálcio pelas plantas do pimentão e, em consequência a sua acumulação nas folhas em relação ao biofertilizante puro. Conforme indicado na Figura 2, nas plantas desenvolvidas com aplicação de agrobio o teor médio do elemento na matéria seca foliar foi de 8,8 g kg⁻¹ e, portanto, significativamente mais baixo ($p < 0,05$) que os 10,7 g kg⁻¹ nas plantas tratadas com biofertilizante puro. Esses resultados divergem dos apresentados por Santos (2004) e Mesquita (2005), após constatarem que plantas de maracujazeiro-amarelo e mamoeiro Havaí em solo fertilizado com biofertilizante supermagro, na forma líquida e proporções em água de 1:1 possuíam mais cálcio na matéria seca das folhas que as tratadas com o biofertilizante puro.

A adição de muitos componentes ricos em cálcio na preparação do agrobio não superou a absorção e acumulação do nutriente pelas plantas comparadas ao fertilizante puro, que continha apenas água e esterco fresco bovino. Efeitos antagônicos entre cálcio e potássio podem ter contribuído para o desbalanço na fertilidade do solo, refletindo-se em declínio na absorção radicular e dinâmica do cálcio para os demais órgãos das plantas (Malavolta, 1980).

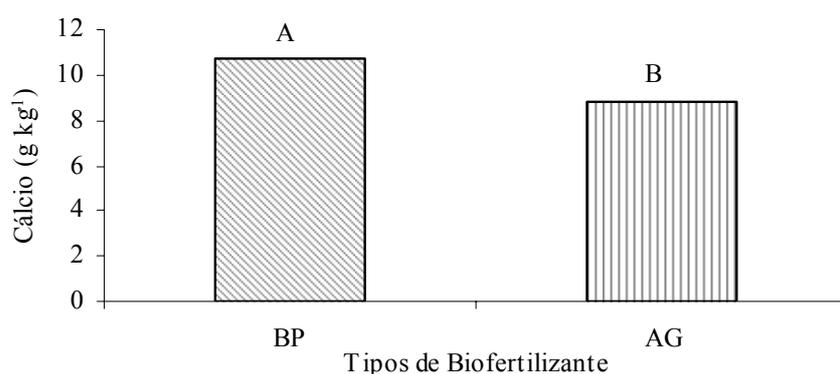


Figura 2. Teores foliares de cálcio do pimentão aos 30 dias após o transplante, cultivado em solo tratado com biofertilizantes puro (BP) e agrobio (AG) aplicados na forma líquida.

As plantas na época da amostragem, independentemente do tipo de biofertilizante fornecido ao solo na forma líquida, estavam desequilibradas em cálcio. Para Malavolta et al. (1997), a cultura de pimentão adequadamente suprida nesse nutriente deve conter cerca de 25 g kg⁻¹ do elemento na matéria seca foliar. Dessa maneira, percebe-se que as plantas submetidas ao tratamento com ambos os biofertilizantes estavam com deficiência de 57,2 % referentes ao puro e de 64,8 % ao agrobio, respectivamente, em relação ao valor de referência

A exemplo do nitrogênio e do cálcio, apesar da interação tipos de biofertilizantes × doses de cálcio exercer efeito significativo sobre os teores de magnésio nas folhas, as plantas dos tratamentos com ambos os insumos mostraram-se deficientes no elemento. A adição de 400 g de sulfato de magnésio para produção do agrobio não foi suficiente para atender as exigências da cultura ou a competição com o cálcio pode ter contribuído para inibir a absorção e translocação desse nutriente até as folhas (Malavolta, 1980). Os teores de magnésio das plantas com o biofertilizante puro não se ajustaram a nenhum modelo matemático, com valor médio de 2,5 g kg⁻¹ na matéria seca foliar (Figura 3). Por outro lado, os teores de magnésio matéria seca foliar dos tratamentos com o biofertilizante agrobio aumentaram de 2,2 a 2,9 g kg⁻¹ com o aumento das doses de cálcio aplicadas (Figura 3). Esses teores estão abaixo do valor admitido como suficiente por Malavolta et al. (1997), ao apresentarem que plantas de pimentão supridas nesse elemento encontram-se com valor de 7,5 g kg⁻¹ na matéria seca foliar. Entretanto, foram da mesma ordem de variação (1,6 a 3,2 g kg⁻¹) apresentadas por Mello et al. (2002) no pericarpo de frutos de plantas de pimentão submetidas às doses de 0; 5; 10; 15; e 20 kg ha⁻¹ de boro.

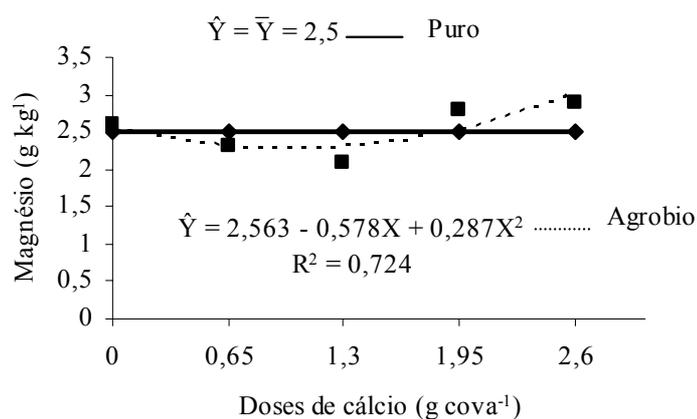


Figura 3. Teores foliares de magnésio de plantas de pimentão cultivadas em solo tratado com doses de cálcio oriundas de biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.

Quanto ao teor de enxofre nas folhas, independentemente do tipo de biofertilizante, ajustaram-se ao modelo quadrático com superioridade estatística para os tratamentos com biofertilizante puro (Figura 4). Os maiores conteúdos nas folhas foram de 8,00 e 6,93 g kg⁻¹ promovidos pelas doses 2,13 e 1,64 g cova⁻¹ de biofertilizantes puro e agrobio, respectivamente. Esses valores são marcadamente superiores aos 4 g kg⁻¹ de enxofre em folhas de plantas de pimentão nutricionalmente equilibradas em enxofre (Malavolta et al., 1997). Foram superiores também aos valores de 3,1 e 3,9 g kg⁻¹ em pimentão cv Mayata pulverizado com água de retortagem de xisto aos níveis de 0,1; 0,25; 0,50 e 1,0 % (Pereira e Mello, 2002).

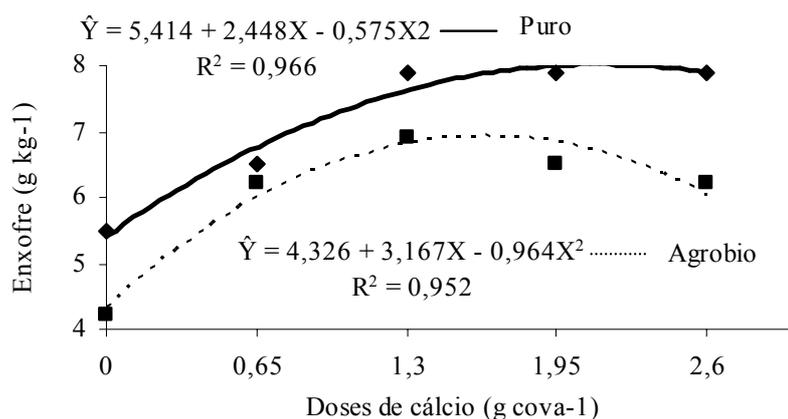


Figura 4. Teores foliares de enxofre de plantas de pimentão cultivadas em solo tratado com doses de cálcio oriundas de biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.

Os componentes à base de enxofre, usados na preparação do agrobio, como sulfatos de cobalto, cobre, ferro, magnésio, manganês e de zinco, podem ter causado um desequilíbrio na fertilidade do solo, resultando em interações antagônicas como as que ocorrem entre sulfato e cálcio, potássio sobre boro e magnésio, resultando em perda da absorção e dinâmica do nutriente nas folhas, como registrado por Malavolta (1980) e Marschner (1995).

3.2 Teores foliares de micronutrientes

Exceto para os valores de cobre, os demais micronutrientes responderam significativamente aos efeitos da interação tipos de biofertilizantes \times doses de cálcio (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo das análises de variância, referentes aos teores foliares de micronutrientes e sódio no pimentão em solo tratado com biofertilizantes líquidos. Areia, PB. 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio - QM					
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
Tipos de biofertilizantes (B)	1	30700,803**	0,341 ^{ns}	20264,403*	224,680**	777,243*	1022,117**
Doses de cálcio (D)	4	4796,486**	1,178**	31038,731**	2040,004**	1343,756**	8515,241**
B × D	4	3732,821**	0,159 ^{ns}	19050,131**	1309,528**	364,046**	9263,095**
Tratamentos	9	7202,003	0,632	24513,316	1513,645	845,383	8015,052
Blocos	2	26,244 ^{ns}	1,374**	2499,561 ^{ns}	9,482 ^{ns}	38,809 ^{ns}	148,767 ^{ns}
Resíduos	18	39,279	0,181	3683,092	42,673	74,084	368,940
CV (%)	-	7,075	15,603	40,220	7,914	4,168	6,209

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo; * e ** = significativos pelo teste F a 5 % e 1 %.

A adição do biofertilizante puro elevou linearmente a acumulação de boro nas folhas do pimentão, ao nível de $4,5 \text{ mg kg}^{-1}$ por incremento unitário das doses de cálcio, com variação de 53 a 66 mg kg^{-1} , enquanto o agrobio promoveu aumento de forma quadrática do micronutriente (Figura 5A). Os teores de cobre não diferiram entre os biofertilizantes, enquadrado-se ao modelo de regressão quadrática com maior teor ($3,1 \text{ mg kg}^{-1}$) acumulado nas folhas na dose de cálcio de $2,1 \text{ g cova}^{-1}$ (Figura 5B). Os teores de ferro aumentaram de 148,7 a $290,1 \text{ mg kg}^{-1}$ correspondente às maiores doses de cálcio equivalentes às médias de 0,69 e $1,47 \text{ g cova}^{-1}$, respectivamente. (Figura 5C).

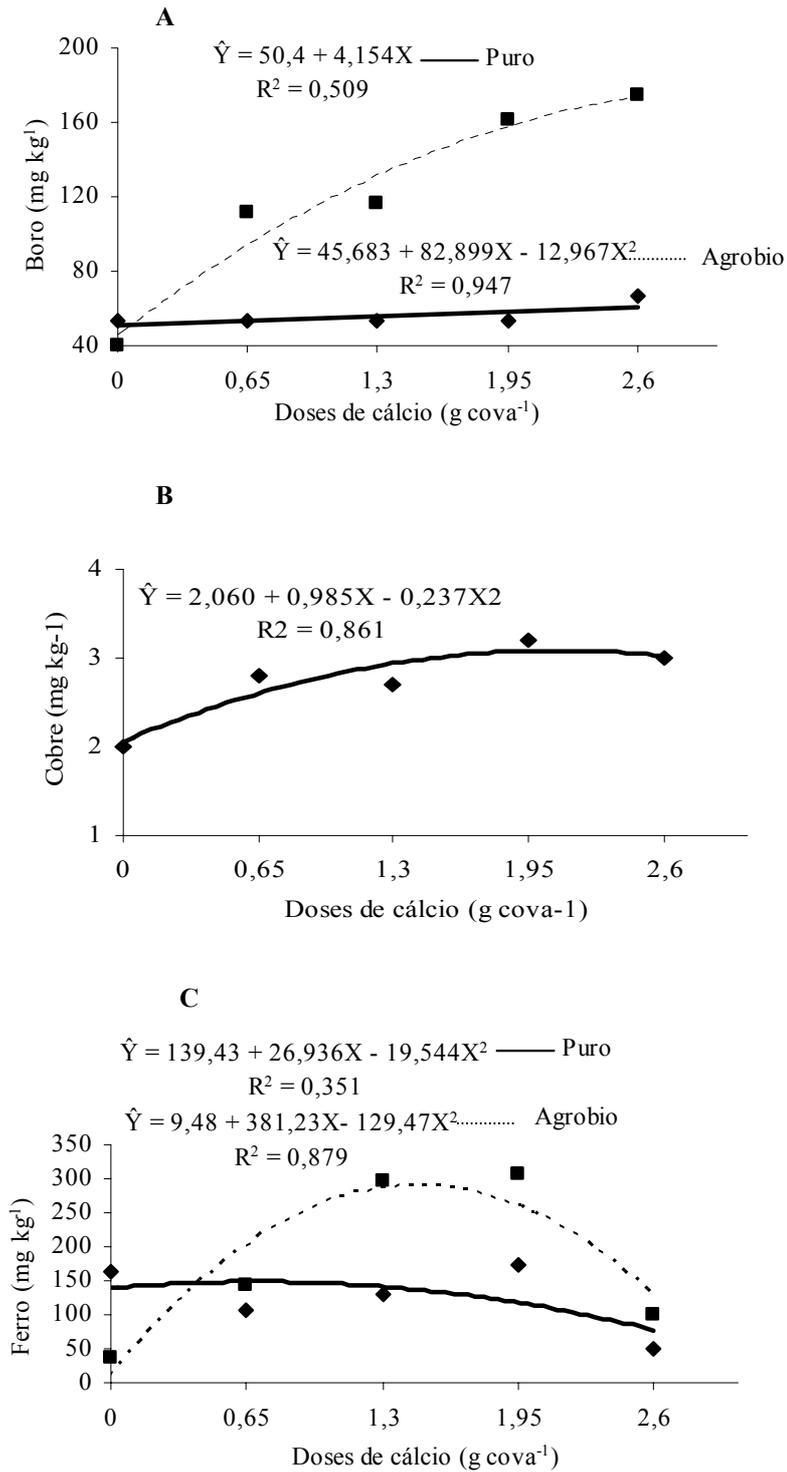


Figura 5. Teores foliares de boro (A), cobre (B) e ferro (C) do pimentão cultivado em solo com doses de cálcio oriundas de biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.

Os maiores teores de manganês nas folhas do pimentão foram de 100 e 87 mg kg⁻¹ para a mesma dose de cálcio de 2,0 g cova⁻¹ oriunda dos biofertilizantes puro e agrobio (Figura 6A). O agrobio superou o biofertilizante puro na absorção e translocação do zinco na matéria seca foliar das plantas de pimentão. Os resultados para o zinco oscilaram entre 182,1 e 221,1 mg kg⁻¹ referentes ao biofertilizante puro e de 191,0 a 241,6 mg kg⁻¹ nos tratamentos com o agrobio. Verifica-se na Figura 6B que os teores deste nutriente aumentaram de forma quadrática com valores máximos de 218 e 225 mg kg⁻¹ para as doses de cálcio de 1,50 e 1,53 g cova⁻¹, referentes aos biofertilizantes puro e agrobio, respectivamente. Quanto ao sódio, apesar de não ser nutriente essencial e de apresentar comportamento diferenciado dos dados, nos quais foi crescente em função do biofertilizante puro e decrescente com relação ao agrobio (Figura 6C), os teores acumulados nas folhas foram superiores ao de qualquer micronutriente. Essa superioridade do sódio, em comparação aos micronutrientes, foi também registrada para outras culturas, dentre elas a goiabeira (Silva, 2004), maracujazeiro-amarelo (Santos, 2001) e mamoeiro Havaí (Menezes Júnior, 2005).

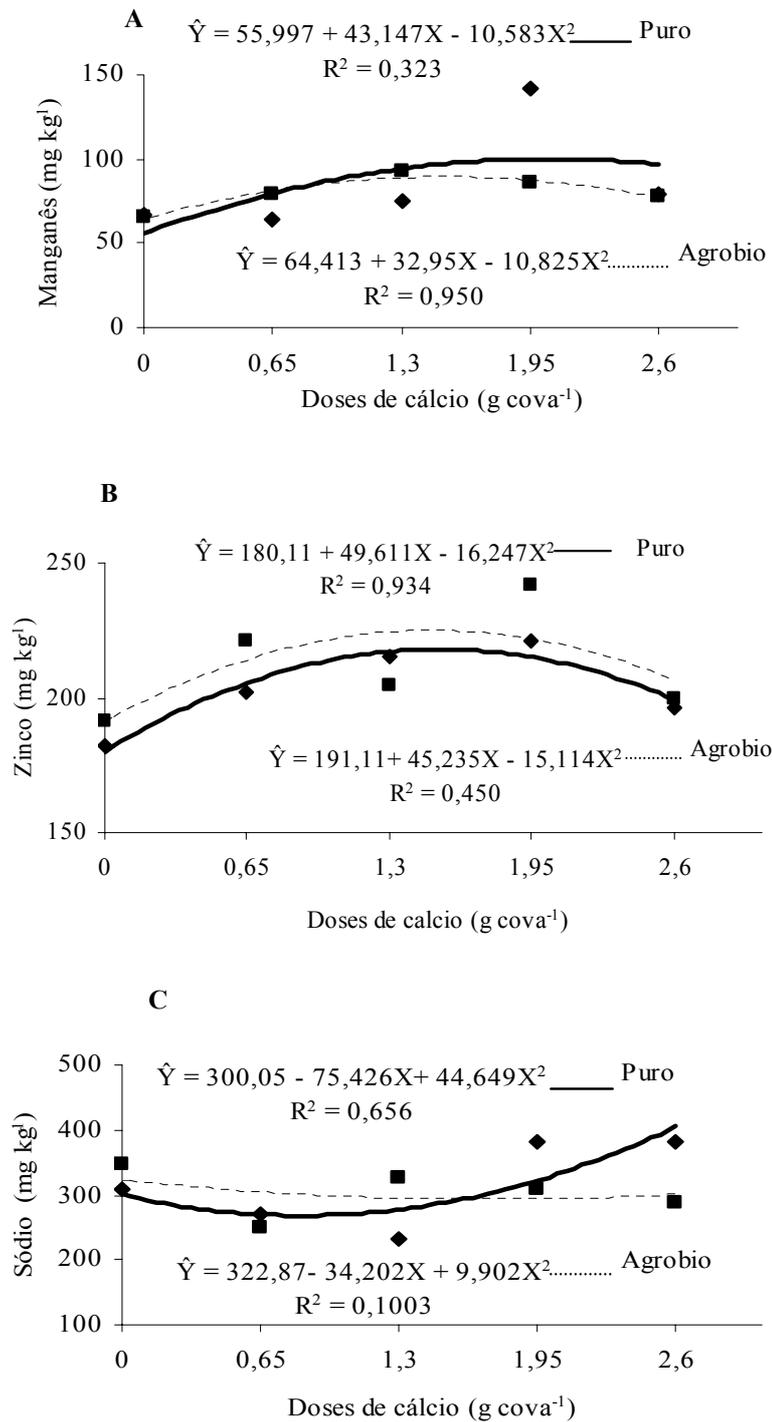


Figura 6. Teores foliares de manganês (A), zinco (B) e sódio (C) do pimentão cultivado em solo com doses de cálcio oriundas de biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.

Pela avaliação foliar, as plantas de pimentão no início da floração (30 dias após transplântio) encontravam-se nutricionalmente deficientes em nitrogênio, cálcio, magnésio e equilibradas em fósforo, potássio e enxofre. Quanto aos micronutrientes, as plantas estavam equilibradas em boro, ferro, manganês e zinco nos tratamentos com ambos os biofertilizantes, porém com superioridade nas plantas tratadas com agrobio. Conforme Trani e Raij (1997), plantas de pimentão equilibradas em micronutrientes devem conter entre 25 e 60 mg kg⁻¹ de boro, 8 e 20 mg kg⁻¹ de cobre, entre 50 e 60 mg kg⁻¹ de ferro, entre 30 e 250 mg kg⁻¹ de manganês e entre 30 e 100 mg kg⁻¹ de zinco, respectivamente. Com base nestes valores de referências, a única deficiência verificada entre os micronutrientes foi para o cobre (3,1 mg kg⁻¹).

3.3 Avaliação da fertilidade do solo

A adição dos biofertilizantes puro e do agrobio não exerceu efeitos significativos sobre os componentes da fertilidade do solo. Ao final do experimento, não foram verificadas diferenças significativas entre os insumos nas respectivas doses de cálcio e da interação tipos de biofertilizantes × doses de cálcio contidas em ambos os biofertilizantes (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo das análises de variância, referentes a alguns componentes da fertilidade do solo tratado com biofertilizantes líquidos. Areia, PB. 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio - QM							
		Ph	MO	P	K	Ca	Mg	H	Na
Tipos de biofertilizantes (B)	1	0,018 ^{ns}	0,118 ^{ns}	2169,541 ^{ns}	2050,133 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,127 ^{ns}	0,0006 ^{ns}
Doses de cálcio (D)	4	0,083 ^{ns}	6,212 ^{ns}	1243,606 ^{ns}	3554,501 ^{ns}	0,073 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
B × D	4	0,135 ^{ns}	1,411 ^{ns}	5554,563 ^{ns}	2794,864 ^{ns}	0,431 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,124 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
Tratamentos	9	0,098	3,401	3362,469	3049,732	0,226	0,015	0,089	0,0005
Blocos	2	1,869 ^{**}	141,592 ^{**}	57161,021 ^{**}	45630,174 ^{**}	12,419 ^{**}	1,350 ^{**}	1,649 ^{**}	0,0278 ^{**}
Resíduos	18	0,226	3,037	8280,132	2363,506	0,338	0,047	0,094	0,0012
CV (%)	-	6,219	16,572	69,608	34,495	23,119	23,236	39,761	44,041

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo; * e ** = significativos pelo teste F a 5% e 1 %.

No final do experimento o pH do solo diminuiu com o aumento das doses de cálcio fornecidas pelos insumos (Figura 7A). Esse declínio é resposta do aumento de cálcio (Figura 7A) em relação ao que o solo possuía antes da implantação do experimento. Essa situação está em acordo com Tomé Júnior (1997) ao constatar que o aumento de cálcio, magnésio e potássio elevam o pH do solo. A dose de cálcio que proporcionou maior acúmulo de matéria orgânica no solo foi de 1,31 g cova⁻¹, atingindo valor máximo de 11,5 g dm⁻³ (Figura 7B). Esse valor, apesar de baixo (CFSEMG, 1998), foi sensivelmente elevado em relação aos valores de 4,77 e 5,94 g dm⁻³ que o solo apresentava antes da aplicação dos tratamentos. Quanto ao fósforo, a adição dos biofertilizantes aumentou de forma quadrática os conteúdos do nutriente no solo atingindo valor máximo de 139 mg dm⁻³ para a dose de cálcio de 1,54 g cova⁻¹ (Figura 7C). Os teores de fósforo, em função das doses de cálcio fornecidas pelos biofertilizantes variaram de 118 a 154 mg dm⁻³ e foram marcadamente elevados, quando comparados com os teores de 2 mg dm⁻³ que o solo possuía anteriormente aos tratamentos. Ao admitir que o solo seja de textura média a arenosa, com teores de areia variando de 664 a 720 g kg⁻¹, de silte entre 90 e 93 g kg⁻¹ e de argila entre 90 e 243 g kg⁻¹, os conteúdos desse nutriente foram incrementados do nível baixo para muito alto (CFSEMG, 1998) e expressaram em maior parte, o efeito da adição de termofosfato adicionado ao agrobio. Com referência ao potássio os conteúdos médios apesar de decrescerem de 164 para 161, 147, 122 e 108 mg dm⁻³ (Figura 7D) foram elevados para valores considerados médios e altos (CFSEMG, 1998) em relação aos baixos teores de 28 e 32 mg dm⁻³ que o solo apresentava antes da aplicação dos tratamentos.

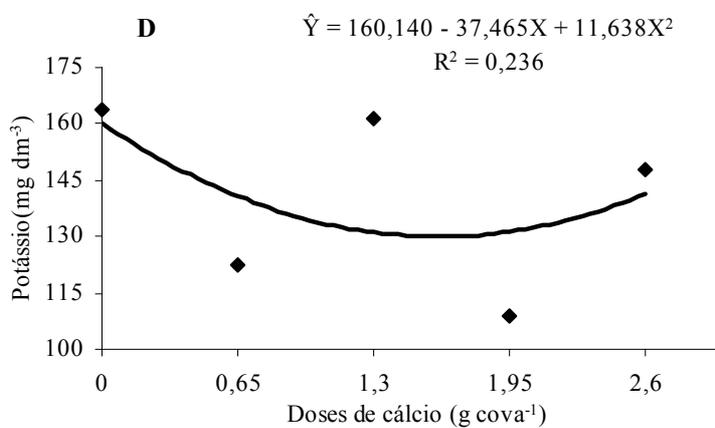
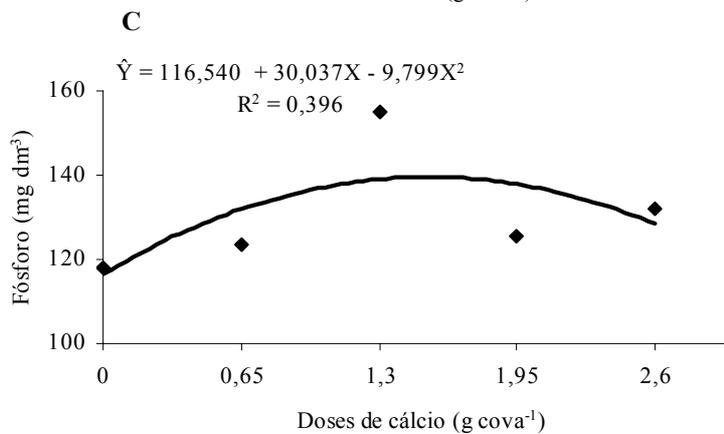
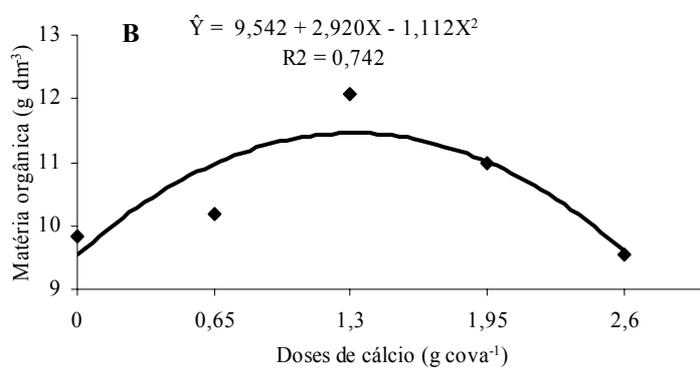
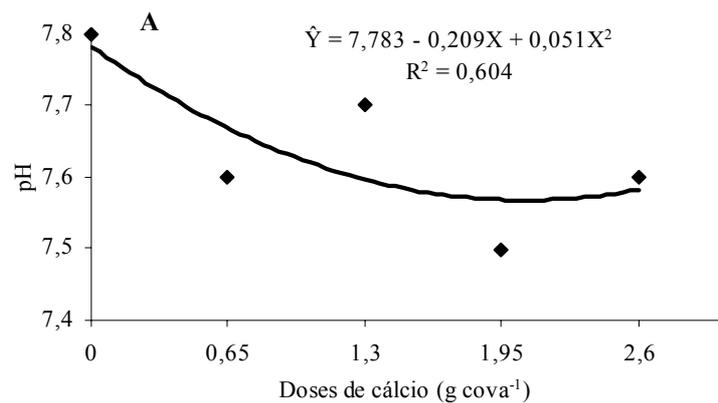


Figura 7. Valores médios de pH (A), matéria orgânica (B), fósforo (C) e de potássio (D) do solo tratado com biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.

O aumento das doses de cálcio, a partir dos insumos, elevou de forma quadrática os teores de cálcio do solo, até um valor máximo de $2,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, equivalente a dose de $1,54 \text{ g cova}^{-1}$ (Figura 8A). Essa situação expressa que o cálcio foi elevado de $0,75\text{-}1,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no início do experimento para $2,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ com a aplicação dos tratamentos, resultando na alteração do teor de baixo para médio. Ao considerar que os valores referem-se à média de ambos os insumos e que o agrobio é composto de vários componentes ricos em cálcio, o aumento foi menos expressivo em relação ao fósforo e ao potássio, respectivamente.

Quanto ao magnésio, os valores variaram de $0,87$ a $0,98 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ em função das doses de cálcio fornecidas, ajustando-se ao modelo quadrático, sendo que o maior teor ($0,98 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) correspondeu à dose de $1,1 \text{ g cova}^{-1}$ de cálcio (Figura 8B). Comparativamente ao valor de $0,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de $0\text{-}20 \text{ cm}$ do solo o aumento foi expressivo, isto é, elevado de nível baixo para médio. Por outro lado, em comparação à camada de $21\text{-}40 \text{ cm}$ que continha $1,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ do elemento o resultado foi até negativo. Essa condição indica que o sulfato de magnésio adicionado na preparação do agrobio não foi suficiente para alterar o conteúdo do elemento no solo de nível médio para alto (Figura 8C). Conforme (CFSEMG, 1998) um teor adequado de magnésio no solo situa-se entre $0,5$ e $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Quanto ao sódio, apesar de não ser nutriente essencial às plantas, há autores (Malavolta, 1980) que o apresentam como elemento útil para algumas plantas. Essa possibilidade justifica a sua inclusão nos estudos de nutrição mineral das plantas e na avaliação da fertilidade do solo. Os valores aumentaram de forma quadrática com as doses de cálcio aplicadas, sendo $1,30 \text{ g cova}^{-1}$ a dose de cálcio referente à maior concentração de sódio no solo, que foi de $0,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 8C). Em comparação aos valores de $0,01$ e $0,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, nas camadas de $0\text{-}20$ e $21\text{-}40 \text{ cm}$ não houve aumento expressivo de sódio em função dos biofertilizantes puro e agrobio aplicados ao solo na forma líquida. Na avaliação comparativa entre os teores no solo e os contidos na matéria seca foliar verifica-se que as

deficiências de nitrogênio, cálcio e magnésio nas plantas, foram em parte, devidas aos menores percentuais de matéria orgânica, de cálcio e de magnésio no solo.

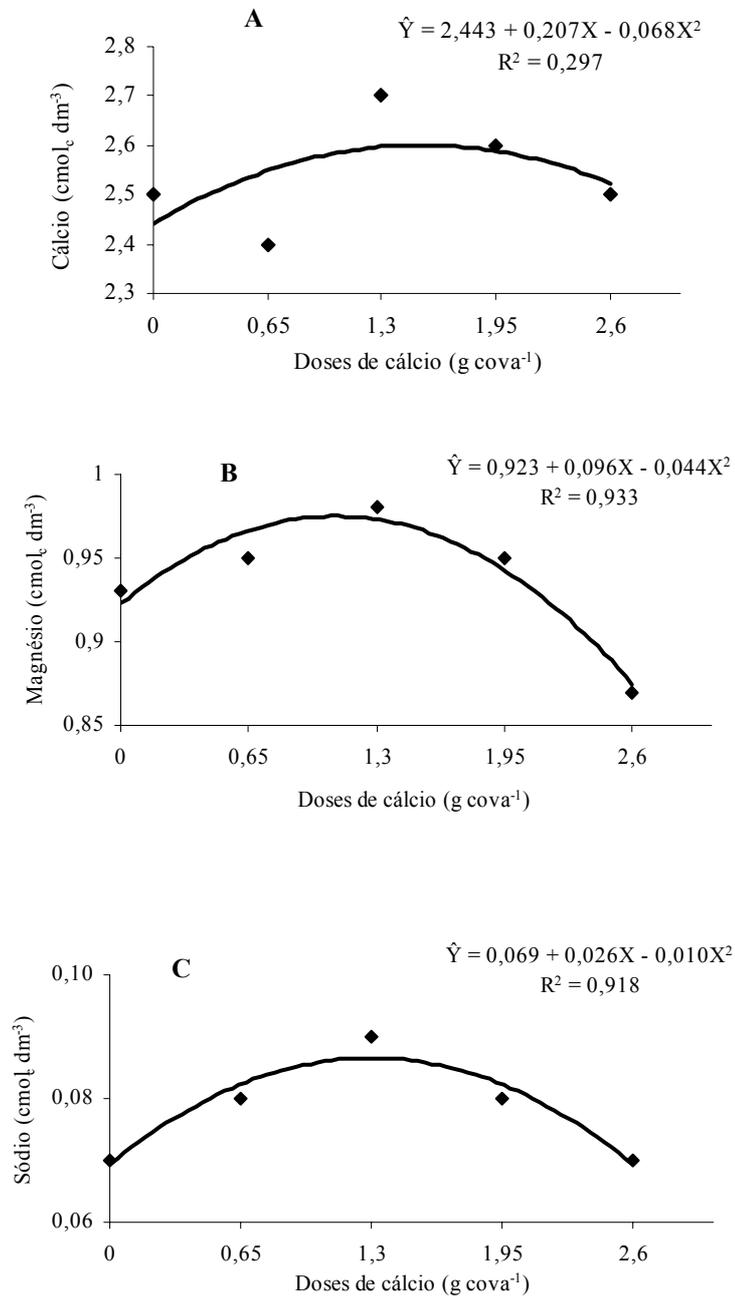


Figura 8. Valores médios de cálcio (A), magnésio (B), hidrogênio (C) e de sódio (D) do solo tratado com biofertilizantes puro e agrobio. Areia, PB, 2006.

3. CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi realizado, pode-se concluir que:

1. No início da floração as plantas de pimentão encontravam-se nutricionalmente deficientes em nitrogênio, cálcio, magnésio e cobre, mas equilibradas em fósforo, potássio, enxofre, boro, ferro, manganês e zinco;
2. A significância estatística do agrobio sobre o biofertilizante puro foi constatada apenas para os teores de enxofre, boro, ferro e zinco nas plantas;
3. Os biofertilizantes não diferiram entre si quanto aos componentes da fertilidade do solo, mas elevaram expressivamente os valores do pH, matéria orgânica, fósforo e potássio;
4. Para o produtor, seria mais viável utilizar o biofertilizante puro, pois, além de sua produção ser de custo baixo, proporciona resultados similares aos do biofertilizante agrobio.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. N. de. **Rendimento do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB.

CFSEMG. COMISSÃO DE FERTILIZANTES DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 4. Aproximação. Lavras: CFSEMG, 1998. 159p.

CUNHA, T. J. F.; MACEDO, J. R.; RIBEIRO L. P.; PALMIERI, F.; FREITAS P. L.; AGUIAR, A. C. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. **Revista Ciência Rural**, v.1, n.1, p.27-36, 2001.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B., Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDOCEK, D. F.; STEWART, B. A. (eds). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Soil Science Society of America, Madison, 1994. p.3-22. (Publication Number, 35).

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica, inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002, 250p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande-PB: UFPB. Tradução de Gheyi, H. R.; Souza, A. A.; Damaceno, F. A. V.; Medeiros, J. F., 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual e métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

FISCHER, G. R. **Sinergia**: produtos orgânicos. Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/sinergia/S09orgânicos.htm>>. Acesso em: 16 de fev.05.

GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R.; ANGERS, D. A.; MONREAL, C. M.; ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, 1994.

LONGO, D. A. **Minhoca de fertilizadora do solo a fonte alimentar**. São Paulo, Editora Ícone, 1987. 79p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 281 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Part I: functions of mineral nutrients: macronutrients; functions of mineral nutrients: micronutrients. 2. ed. San Diego: Academic Press.1995. p. 229-312.

MEIRELLES, L. Produção e comercialização de hortaliças orgânicas. **Horticultura Brasileira**, v.1, n.1, p 205-210, 1997.

MELLO, S. C.; DECHEN, A. R.; MINAMI, K. Influência do boro no desenvolvimento e na composição mineral do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p.99-102, 2002.

MENEZES JÚNIOR, J. C. **Composição mineral do mamoeiro havaí e fertilidade do solo tratado com biofertilizante bovino na forma líquida**. 2005, 45f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

MESQUITA, E. F. **Biofertilizantes na produção de mamão - qualidade de frutos, composição mineral e fertilidade do solo**. Areia. 2004, 74f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

MIELNICZUK, J., Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. de O. (editores) **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, 1999, p.1-8.

PEÑA, R. P.; ESCUDERO, F. P. **Biofertilizante líquido enriquecido**. Lima-Perú: Instituto Desarrollo y Medio Ambiente, 2000. 38p.

PENTEADO, S. R. **Introdução a agricultura orgânica**: normas técnicas de cultivo. Campinas-SP: Grafilmagem, 2000. 110p.

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

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **MB-4**: Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. Canoas: Gráfica La Solle, 1996. 273p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 549p.

RIBEIRO, L. G.; LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; RAMALHO, S. S. Adubação orgânica na produção do pimentão. **Horticultura Brasileira**. v.18, n.2, p.134-137, 2000.

RICI, M. S. F.; CAIXETA, I. F.; ARAUJO, J. B. S.; ALMEIDA, P. S.; PEDINI, S.; FERNANDES, M.C.; NANNETI, A. N.; SILVA, E.; MOREIRA, C. F.; NEVES, M. C. P. **Cultivo do café orgânico: adubação**. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/servicos/sistemasdeproducao/cafe/adubacao.htm>>. Acesso em: 16 de fev. 05.

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

SANTOS, C. J. O. **Avaliação do maracujazeiro e do solo submetido a condicionadores químicos, adubação potássica e irrigado com água salina.** 2001, 88f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

SANTOS, G. D. **Avaliação do maracujazeiro-amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida.** Areia. 2004, 74f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

SILVA, G. F. **Crescimento, produção e nutrição da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cultivar paluma sob adubação nitrogenada, via água de irrigação.** Areia. 2004, 48f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

SIKORA, L. J.; STOTT, D. E. Soil organic carbon and nitrogen In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. Methods for assessing soil quality. Madison: **Soil Science Society of America Special Publication.** Number 49, 1996. p.157-168.

SOUZA, A. P. **Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo (metodologias).** Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2001. 26p. (apostila não publicada).

SOUZA, J. L.; **Manual de horticultura orgânica.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.564p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWESS, S. J.
Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos-
UFRGS, 1995. (**Boletim Técnico**)

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análises de solo**, Guaíba:
Agropecuária, 1997. 247p.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V. Hortaliças. In: RAIJ, B. V.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.;
FURLANI, A. M. C. (Editores). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de
São Paulo**. 2. Ed. Campinas: IAC. 1997. p.157-164 (Boletim Técnico, IAC, 100).

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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