

USO DE BIOFERTILIZANTES NA PRODUÇÃO DE PIMENTA DEDO DE MOÇA

JOSÉ RIBAMAR DE OLIVEIRA

**TERESINA
Estado do Piauí – BRASIL
Junho – 2012**

USO DE BIOFERTILIZANTES NA PRODUÇÃO DE PIMENTA DEDO DE MOÇA

JOSÉ RIBAMAR DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

**TERESINA
Estado do Piauí – Brasil
Junho – 2012**

USO DE BIOFERTILIZANTES NA PRODUÇÃO DE PIMENTA DEDO DE MOÇA

JOSÉ RIBAMAR DE OLIVEIRA
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes

Co-Orientadora: Profa. Dra. Angêla Celis Almeida Lopes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

TERESINA
Estado do Piauí – Brasil
Junho – 2012

O48u Oliveira, José Ribamar de
Uso de biofertilizantes na produção de pimenta Dedo de Moça / José Ribamar de Oliveira. – 2012.
62f. : il.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.
Orientação: Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes

1.Pimenta (*Capsicum spp.*) 2.Número de frutos 3.Massa do fruto 4.Temperatura 5.Umidade relativa I. Título.

CDD 633.84

USO DE BIOFERTILIZANTES NA PRODUÇÃO DE PIMENTA DEDO DE MOÇA

JOSÉ RIBAMAR DE OLIVEIRA

Aprovada em: 21/06/2012

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Fillipe Silveira Marini
Departamento de Agropecuária/CCHSA/UFPB

Prof. Dr. Ademir Sérgio Ferreira de Araújo
Departamento de Engenharia Agrícola e Solos/CCA/UFPI

Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra
Departamento de Planejamento e Política Agrícola/CCA/UFPI

Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes
Departamento de Fitotecnia/CCA/UFPI
Orientadora

“Posso todas as coisas naquele que me fortalece”.

(Filipenses 4:13)

*Aos meus filhos Danyllo, Larissa e Raissa;
Aos meus netos Karmem e Heitor*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao DEUS Pai, através de JESUS e MARIA, por estar sempre presente na minha vida, guiando na caminha, amparando nos tropeços e aliviando as fadigas e cansaços;

À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico - CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado;

À Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes, pela oportunidade, confiança, incentivos, conselhos, ensinamentos, cobrança, orientação, amizade e em especial, por me oferecer esta oportunidade de realizar um sonho já esquecido;

Ao Prof. Dr. Ademir Sérgio Ferreira de Araújo, pela orientação na execução da pesquisa;

À Profa. Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes, pela sua amizade e apoio;

Ao Prof. Dr. João Lopes, pela importante ajuda nas análises estatísticas dos dados experimentais;

Ao Prof. Dr. Francisco Ednaldo Pinto Mousinho, pela doação da fita gotejadora e instalação do sistema de irrigação;

Ao Prof. Dr. Edivan Carvalho Vieira, pelas análises foliares de pimenta;

Às professoras Dra. Júlia Geracila de Melo e Carneiro e Maria MarluCIA Gomes Pereira, pela orientação no processamento agroindustrial;

À Profa. Dra. Eulália Maria Sousa Carvalho, pela colaboração na redação científica;

Ao Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra, pelas orientações na estatística experimental;

Ao Dr. Lucio Flavo Lopes Vasconcelos, pelos ensinamentos em fisiologia vegetal, pela atenção e amizade;

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA), pelos conhecimentos transferidos;

Ao Sr. Vicente de Sousa Paulo, pela ajuda junto à secretaria do PPGA;

Aos amigos da 8^a Turma do PPGA: Agenor Francisco Rocha Júnior, Antônio Eudes de Sousa Oliveira, Antônia Maria de Farias, Diego da Paz Carvalho, Gisele Castelo Branco de Andrade, Jacquecilene Santos Moura, Kelly Mayara Silva da Paz Santos, Maiany Gonçalves de Carvalho, Maria Dorotéia Marçal da Silva, Michel Alves Barros, Sérgio Augusto Nunes Monteiro e Theófilo Santos Fernandes, pela

convivência amistosa, e em especial, a Ricardo Silva de Sousa, pelo companheirismo durante todo o curso;

Aos pesquisadores Dr. Kaesel Jackson Damasceno e Silva e Dr. Maurisrael de Moura Rocha, pelo estímulo, amizade e momentos de descontração;

Ao amigo Hendrie Ferreira Nunes, pelo apoio e amizade;

Aos estudantes de graduação em Engenharia Agrônômica, Edilson Ramos Gomes, pela imensa ajuda na manutenção do sistema de irrigação; Lydyane Lira Rodrigues e Francisco Sousa Costa, pela ajuda na condução da pesquisa; Raul Matos Araújo e Luciano Moura Lima, pelas análises físico-químicas do solo;

À minha família, pelo incentivo e por entender às vezes em que não pude estar presente;

À minha irmã NILCE, *in memoriam*, pelo amor, força, compreensão e por ter dado crédito aos meus sonhos;

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse sonho, esquecido no transcorrer dos tempos.

“As necessidades para se desenvolver uma agricultura sustentável não são apenas biológicas ou técnicas, mas também sociais, econômicas e políticas, ilustrando os fatores necessários para se criar uma sociedade sustentável.”

Altieri, M. (1989).

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela 1. Médias mensais dos elementos climáticos temperatura mínima (TMin), média (TMed) e máxima (TMax), umidade relativa do ar (UR), insolação (Ins) e precipitação pluviométrica (PP), referentes ao período de dezembro de 2010 a setembro de 2011, em Teresina, Piauí.	29
Tabela 2. Caracterização química dos biofertilizantes avaliados em cultivo orgânico da variedade de pimenta Dedo de moça, em Teresina, Piauí, 2011.	32
Tabela 3. Caracterização química do solo coletado a entre 0 a 20 cm de profundidade, na área de cultivo orgânico da variedade de pimenta Dedo de moça, após 00, 30, 60, 90 e 120 dias do transplântio, em Teresina, Piauí, 2010/2011.	34
Tabela 4. Médias ¹ das características química das folhas das pimenteiças da variedade Dedo de moça, aos 90 dias após o transplântio, em Teresina, Piauí, 2011.	39
Tabela 5. Médias ¹ dos caracteres diâmetro do caule aos 35 e 65 dias (DIC 35d e DIC 65d), altura da planta aos 35 e 65 dias (APL 35d e APL 63d), número de dias para o florescimento (NDFL), número de dias para frutificação (NDFR), avaliados em cultivo orgânico da variedade de pimenta Dedo de moça, em Teresina, Piauí. 2011.	40
Tabela 6. Médias ¹ dos caracteres relacionados à produção: comprimento do fruto (CFR), largura do fruto (LFR), espessura da parede do fruto (EPF), número de sementes do fruto (NSF), peso das sementes por fruto (PSF), número de frutos por parcela (NFR) e massa do fruto (MFR), avaliados em cultivo orgânico da variedade de pimenta Dedo de moça, em Teresina, PI. 2011.	41

Tabela 7. Médias¹ dos caracteres número de frutos por parcela, massa de fruto e produtividade de frutos, avaliados na variedade de pimenta Dedo de moça, no período de maio a agosto de 2011, em Teresina, PI. 43

Tabela 8. Estimativas dos coeficientes de correlação de Spearman entre os caracteres número de frutos (NFR), massa de fruto (MFR) e produtividade de frutos (PROD) com os elementos climáticos: temperaturas mínima (TMin), média (TMed) e máxima (TMax), umidade relativa do ar (UR), insolação (INS) e precipitação pluviométrica (PP), avaliados na variedade de pimenta Dedo de moça, Teresina, PI, 2011. 44

USO DE BIOFERTILIZANTES NA PRODUÇÃO DE PIMENTA DEDO DE MOÇA

Autor: José Ribamar de Oliveira

Orientadora: Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes

Co-Orientadora: Profa. Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes

RESUMO

Os sistemas de produção orgânica, nos quais se empregam processos e não produtos, resultam em maior sanidade e estabilidade de produção e, ainda, com menor custo. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o uso de biofertilizantes líquidos sobre componentes de produtividade de pimentas. O experimento foi conduzido em Teresina, Piauí, Brasil, no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e três tratamentos com biofertilizantes: “supermagro”; “fermentado biológico” e “P + K”, além de dois tratamentos adicionais: testemunha com adubação NPK e testemunha absoluta, cujos efeitos foram avaliados na variedade de pimenta Dedo de moça. Os caracteres avaliados foram: diâmetro do caule e altura de planta aos 35 e 65 dias, número de dias para o florescimento, número de dias para a frutificação, comprimento, largura e espessura da parede do fruto, número de sementes e peso das sementes por fruto, número de frutos por parcela e massa do fruto. Avaliou-se também o efeito das épocas de colheita associados ao uso de biofertilizantes líquidos em componentes de produção de pimenta. Os tratamentos foram constituídos pelos meses de colheitas (maio, junho, julho, agosto) associados aos cinco tipos de fertilizantes (biofertilizantes: “supermagro”; “fermentado biológico” e “P + K”, testemunhas com adubação NPK e absoluta). A variedade de pimenta Dedo de moça responde positivamente ao uso de biofertilizante líquido, com aplicações foliar e no solo, constituindo-se uma recomendação técnica de fertilização orgânica para a cultura. Os elementos climáticos, principalmente a

temperatura e a precipitação pluviométrica, afetam a produtividade de frutos em pimenta do gênero *Capsicum*.

Palavras-chave: *Capsicum* spp., número de frutos, massa do fruto, temperatura, umidade relativa.

USE OF BIOFERTILIZERS IN THE PRODUCTION OF DEDO DE MOÇA PEPPER

Author: José Ribamar de Oliveira

Adviser: Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes

Co-Adviser: Profa. Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes

ABSTRACT

Organic production systems, that employ processes, not products, result in healthier foods and greater production stability at lower cost. In this context, this experiment aimed to evaluate the use of liquid bio-fertilizers on yield components of peppers. The experiment was conducted at municipality of Teresina, Piauí state, Brazil. The treatments consisted of three biofertilizers: “supermagro”, “fermented organic” and “P + K”, in addition to two additional treatments: NPK and absolute control, whose effects were evaluated in a cultivated variety Dedo de moça pepper. The experimental design was randomized blocks with four replications. The traits evaluated were: stem diameter and plant height at 35 and 65 days; number of days to flowering; days to fruit set; fruit length; fruit width; wall thickness of the fruit; seed number per fruit; seed weight per fruit; fruit number per plot and fruit weight. We also evaluated the influence of the harvest season associated with the use of liquid biofertilizers on the number of fruits per plot and fruit weight an experimental block design, in 4 x 5 factorial arrangement with four replications. The treatments consisted of the influence of the harvest season in four months (May, June July and August) associated with five types of fertilizers (three biofertilizers: “supermagro”, “fermented organic” and “P + K”; and two additional treatments: NPK and absolute control), whose effects were evaluated in a cultivated variety Dedo de moça pepper. Liquid biofertilizers with foliar and soil application meet the nutritional requirements of the pepper, promoting a greater fruit number, fruit mass and high productivity, and, therefore, can be used as an alternative to conventional fertilization. The cultivated variety Dedo de moça pepper responds positively to the use of liquid biofertilizer, which makes it a technical recommendation for organic fertilization for this crop.

Climatic factors, mainly temperature and rainfall, affect fruit yield of the genus *Capsicum* pepper. High temperature and low rainfall are harmful to this crop.

Key words: *Capsicum* spp., fruit number, fruit weight, temperature, relative humidity.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura convencional, praticada por milhões de produtores, pautada no uso elevado de insumos como agrotóxicos, adubos minerais solúveis, sementes híbridas e mecanização agrícola, utilizando o emprego de combustíveis fósseis, além de apresentar custo elevado, é um modelo poluidor. Os agrotóxicos causam mudanças no organismo vegetal, agindo como precursores de disfunções de ordem metabólica e ecofisiológica nas plantas (CHABOUSSOU, 1999).

No passado recente, a Agricultura Ecológica era vista como um sonho romântico de alguns, sem embasamento científico e incapaz de produzir os alimentos e fibras exigidos pela civilização contemporânea. Hoje, ela vem se firmando como a única possibilidade concreta de aliarmos produção crescente e preservação do meio ambiente. Durante as últimas décadas, a construção deste modelo de agricultura se deu no seio de organizações da sociedade civil, por parte de ONG's, organizações de agricultores, consumidores e movimentos sociais (MEIRELLES, 2002).

O desenvolvimento da Agricultura Ecológica é função apenas dos seus méritos intrínsecos, tendo em vista que traz em seu bojo um componente de resgate da autonomia da agricultura, possibilitando a reprodução econômica e social da Agricultura Familiar, além de universalizar os benefícios da produção agropecuária, não os limitando a poderosos grupos de interesses. E, mais importante, permite buscar uma nova relação com a natureza, como mais um elemento a se integrar, nesta maravilhosa sinfonia da vida (ALTIERI, 1989).

As pimentas do gênero *Capsicum* são amplamente cultivadas no mundo, sendo utilizadas como matéria-prima para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (YAMAMOTO; NAWATA, 2005; BENTO et al., 2007) e ainda na ornamentação (MOREIRA et al., 2006). São especiais para a produção de condimentos, devido a características como cor dos frutos e princípios ativos, que lhes conferem aroma e sabor (POLTRONIERI et al., 2006).

No Brasil, o cultivo de pimenta é de grande importância, tanto pela característica de rentabilidade, quando o produtor agrega valor ao produto, quanto pela importância social (RUFINO; PENTEADO, 2006). A expansão da área cultivada em vários estados, principalmente em iniciativas de agricultura familiar, é devido a sua crescente procura pelo mercado interno e externo (FILGUEIRA, 2000).

O uso de sistema de produção, com base na agricultura sustentável do ponto de vista econômico e agroambiental, nos quais se empregam processos e não produtos, tem resultado em maior sanidade e estabilidade de produção e, ainda, com menor custo. Por isso, a busca por tecnologias alternativas para promover o aumento da produtividade agrícola, através da adubação orgânica, tem intensificado os estudos com métodos de digestão aeróbica ou anaeróbica de resíduos orgânicos em substituição aos fertilizantes minerais (PENTEADO, 1999; FERNANDES et al., 2000).

A utilização de biofertilizantes tem sido recomendada como forma de manter o equilíbrio nutricional das plantas, tornando-as menos predispostas ao ataque de pragas e doenças (PINHEIRO e BARRETO, 2000; BETTIOL, 2001; SANTOS, 2001), exercendo ação direta nos fitoparasitas devido a presença de substâncias tóxicas existente na sua composição (NUNES; LEAL, 2001). Assim, a utilização desse produto por pequenos produtores é uma alternativa viável e econômica, como uma prática recomendada não somente para fins de fertilização, mas também no controle fitossanitário, reduzindo os custos com insumos e defensivos (PRIMAVESI, 2004).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar os efeitos de biofertilizantes líquidos na pimenta, de modo a contribuir com o desenvolvimento sustentável da cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais da pimenta

As pimentas são todas as espécies e variedades do gênero *Capsicum*, que apresentam grande variabilidade genética, com frutos geralmente menores que os pimentões, de tamanhos, formatos e colorações diferentes, frequentemente de paladar pungente, embora existam pimentas doces.

No gênero *Capsicum*, a espécie mais cultivada é *C. annum*, que inclui os pimentões, pimentas doces e algumas pimentas ornamentais. As *C. baccatum*, representadas pelas pimentas Dedo de moça e “Chapéu de Frade”, são os tipos mais comuns e cultivados dessa espécie no Brasil. *C. chinense*, a mais brasileira das domesticadas, tem como tipos mais conhecidos, “Pimenta de Cheiro”, “Pimenta de Bode” e “Murici”. *C. frutescens* inclui a famosa pimenta “Malagueta”, extremamente picante. Os tipos mais conhecidos de *C. praetermissum* são “Passarinho” e “Cumari”. *C. pubescens* não é cultivada no Brasil e pouco conhecida pelos brasileiros (CARVALHO et al., 2003).

2.1.1. Valor nutricional e propriedades medicinais do fruto *Capsicum*

Os frutos de *Capsicum* apresentam alto valor nutricional, atribuídos às proteínas, glicídios, lipídios, minerais, vitaminas, água e celulose ou fibras, que quando em proporções adequadas na dieta, são capazes de assegurar a manutenção das funções vitais do organismo, suprimindo suas necessidades de produção de energia, de elaboração e manutenção tecidual e de equilíbrio biológico (REIFSCHNEIDER, 2000). As pimentas e os pimentões são fontes importantes de vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, B-6 e ácido fólico) e de vitamina A, além de três antioxidantes naturais: a vitamina C, os carotenóides e a vitamina E (REIFSCHNEIDER, 2000; ALVES, 2006), além de substâncias como o betacaroteno, o licopeno, a piperina (BONTEMPO, 2007).

Uma característica exclusiva do gênero *Capsicum* é a pungência ou picância, atribuída à presença de alcalóides, denominados de capsaicinóides (ISHIKAWA et al., 1998), especialmente a capsaicina e a diidrocapasaicina (ZEWDIE; BOSLAND, 2000), responsáveis pelo caráter ardido.

Algumas propriedades medicinais têm sido atribuídas à pimenta (GOVINDAJARAN, 1991; KAPPEL, 2007), sendo os capsaicinóides utilizados na composição de medicamentos, para aliviar dores musculares, reumáticas, torcicolo, nevralgias, inflamações, queimaduras, entre outras (BIANCHETTI; CARVALHO, 2005). A capsaicina tem propriedades medicinais comprovadas, atua na cicatrização de feridas, antioxidação e dissolução de coágulos sanguíneos prevenindo a arteriosclerose; controla o colesterol, evita hemorragias e aumenta a resistência física. Além disso, influencia a liberação de endorfinas, causando uma sensação de bem-estar muito agradável e a elevação do humor. No extrato de *C. baccatum* var. *pendulum* foi observado por Alves (2006), efeitos anti-inflamatório e antidislipidêmico.

2.1.2 Importância econômica e social

A maior concentração de cultivos de pimentas em todo o mundo está no Continente Asiático, com aproximadamente 89% da produção na Índia, Coreia, Tailândia, China, Vietnã, Sirilanka e Indonésia. Em seguida, encontram-se os Estados Unidos e México, com aproximadamente 7% do plantio em todo o mundo, dos quais 50% são consumidas “in natura” e 50% processadas. No Brasil, a produção de pimenta ocorre em todo território, mas as principais regiões produtoras são o Sudeste e o Centro-Oeste, sendo os maiores estados produtores Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul (RUFINO; PENTEADO, 2006).

A pimenta é o segundo produto mais exportado, dentre as hortaliças brasileiras. Os meses de maior produção e conseqüentemente de maior exportação são novembro e dezembro (CEASAMINAS. Oferta e preço médio de produtos. Disponível em: <<http://vww.ceasaminas.com.br/boloferta.asp>>. Acesso em: 03 abr. 2012).

Os hábitos alimentares de cada região no Brasil influenciam o mercado de pimentas, mudando apenas a preferência para maior ou menor teor de pungência,

assim como a preferência por pimenta de cheiro ou doce (RUFINO; PENTEADO, 2006).

As pimentas são cultivadas por pequenos, médios e grandes produtores individuais ou integrados a agroindústrias. O agronegócio, do ponto de vista social, tem grande importância pelo elevado número de mão de obra que requer, principalmente durante a colheita (MOREIRA et al., 2006).

2.2 Adubação e nutrição

O conhecimento da exigência nutricional da planta é importante para se estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas através dos fertilizantes, obtendo-se os melhores rendimentos. Segundo Silva (1998), as quantidades de nutrientes absorvidos pela planta estão relacionadas com o seu desenvolvimento, intensificando-se na floração, formação e crescimento dos frutos. Assim, para o adequado desenvolvimento da planta e obtenção de produtividades satisfatória, é essencial a reposição de água e nutrientes, na quantidade ideal e no momento oportuno, ou seja, é importante dosar rigorosamente as quantidades de nutrientes e fornecê-los segundo as necessidades da planta (PAPADOPOULOS, 1993; NANNETTI et al., 2000).

2.2.1 Adubação e nutrição mineral

O nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais extraídos do solo pelas hortaliças, sendo que o emprego de altas doses dos mesmos deve ser fornecido em cobertura, parceladas em várias aplicações, visando reduzir perdas por lixiviação e aumentar a eficiência de utilização do fertilizante (NEGREIROS, 1995; FILGUEIRA, 2000). As adubações nitrogenadas e potássicas são mais comuns, possivelmente porque não só interferem no crescimento, mas também no rendimento e na qualidade do produto colhido (SOUSA et al., 2003; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

O fornecimento de doses adequadas de nitrogênio favorece o crescimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo das culturas (FILGUEIRA, 2000). Esse nutriente é o principal responsável pela estimulação do crescimento vegetativo e da produção de biomassa, sua presença normalmente aumenta a absorção de K, resultando em aumento de produção, aumento do teor de proteínas e de aminoácidos solúveis. O excesso de nitrogênio

provoca desequilíbrio entre o crescimento da parte aérea em relação à porção radicular, aborto de flores, alongamento do ciclo vegetativo, maior sensibilidade a doenças e queda na produtividade (MALAVOLTA, 1980; LÓPEZ, 1988; SILVA, 1998). No pimentão, alguns autores verificaram que o nitrogênio quando aplicado na quantidade adequada ocasionou aumento na produtividade e no número de frutos (VILLAS BÔAS et al., 2000).

O potássio é considerado o “nutriente mineral da qualidade” dos produtos agrícolas, por exercer atividade essencial na síntese de proteínas, carboidratos, açúcares, ácidos orgânicos, entre outras, estando todas essas características relacionadas com a qualidade dos frutos. O potássio aumenta o tamanho do fruto, a espessura da casca e o índice de acidez da polpa (QUAGGIO, 1994; MARSCHNER, 1995; RUGGIERO et al., 1996; BORGES et al., 2003; FORTALEZA et al., 2005). No pimentão, o potássio está ligado ao aumento da produtividade, sendo o segundo elemento mais abundante em sua matéria seca, quando se considera os macronutrientes essenciais (MALAVOLTA et al., 1997).

O fósforo exerce ação positiva tanto na produção quanto na precocidade e qualidade do fruto das hortaliças, por estimular o desenvolvimento das raízes utilizando melhor os nutrientes do solo, e por aumentar a eficiência da planta, promovendo um caule vigoroso e uma folhagem sadia.

2.2.2 Adubação e nutrição orgânica

A adubação orgânica é importante fonte de nutrientes, especialmente N, P, K e micronutrientes. É responsável por 80% do fósforo total encontrado no solo (PIRES; JUNQUEIRA, 2001).

Os benefícios que a matéria orgânica traz para o solo e, conseqüentemente, para as plantas cultivadas são muitos. Dentre as vantagens destaca-se o fornecimento de nutrientes, melhoria da fertilidade do solo, redução da acidez e da densidade aparente, aumento do pH, CTC, transporte e disponibilidade de micronutrientes, melhoria da estrutura do solo, refletindo positivamente na aeração, permeabilidade e infiltração de água, promovendo um desenvolvimento vegetativo adequado à obtenção de produtividades economicamente viáveis, além de favorecer a atividade dos microorganismos no solo (NDAYEGAMIYE; CÔTÉ, 1989; RODRIGUES, 1994; CARDOSO; OLIVEIRA, 2002).

Segundo Pires e Junqueira (2001), a matéria orgânica constitui uma fonte de nutriente muito mais completa e equilibrada para as plantas do que os adubos minerais. Para Varanine et al. (1993), a resposta do crescimento dos vegetais não pode ser explicada somente pelo conteúdo de nutrientes existente na matéria orgânica, mas também pela melhoria das condições físicas do solo, aumentando a absorção de nutrientes.

A disponibilidade de N para as plantas depende dos seguintes fatores: taxa de mineralização da matéria orgânica, temperatura, umidade, pH, aeração do solo, perdas do N por lixiviação e relação C/N do material (FERREIRA et al., 2003).

A matéria orgânica, quando adicionada ao solo, de acordo com o seu grau de decomposição, pode ter efeito imediato ou residual (RODRIGUES, 1990). Dessa forma, possibilita a liberação dos nutrientes de acordo com a exigência da planta. Assim permite aos agricultores a obtenção de um insumo de baixo custo e ótima qualidade e proporciona economia no consumo de fertilizantes minerais (MELO et al., 2000).

A utilização de adubos orgânicos de origem animal é prática útil e econômica para os pequenos e médios produtores de hortaliças, uma vez que enseja melhoria na fertilidade e na conservação do solo (GALVÃO et al., 1999). No entanto, maiores ou menores doses a serem utilizadas dependerão do tipo de matéria orgânica (TRANI et al., 1997). Segundo Ernani e Gianello (1983), a composição do esterco bovino possui de 30 a 58% de matéria orgânica; 0,3 a 2,9% de N; 0,2 a 2,4% de P_2O_5 ; 0,1 a 4,2% de K_2O e relação C/N de 18 a 32%. Estes valores são considerados como meio de cultura razoável para a produção bacteriana, no sentido de elevar a quantidade de microorganismos do solo.

A produtividade agrícola depende da quantidade adequada dos nutrientes existentes no perfil do solo, sendo o esterco bovino forte aliado na sua fertilidade (KONZEN et al., 1997). A incorporação de esterco bovino tem se revelado uma prática viável no aumento da produtividade dos solos, devido a sua atuação sobre as características químicas, de estimular a atividade biológica e favorecer o as propriedades físicas do solo (BALDISSERA; SCHERER, 1992).

Segundo Tibau (1983), a fração solúvel do esterco tem por característica manter o fósforo e outros nutrientes essenciais de forma disponível e absorvível

pelas plantas. O teor desses nutrientes depende da qualidade e quantidade dos adubos orgânicos, bem como do tipo de solo (LUND; DOSS, 1980).

Quantidades adequadas de esterco bovino de boa qualidade podem suprir as necessidades das plantas em macronutrientes, sendo o potássio, o elemento cujo teor atinge valores mais elevados no solo pelo seu uso contínuo (CAMARGO, 1992; RAIJ et al., 1985). No entanto, em solos muito ácidos e argilosos, a aplicação de doses elevadas de esterco podem trazer prejuízos às plantas, com o aumento dos teores de nitrogênio no tecido vegetal e água, salinização do solo pela possibilidade da elevação da condutividade elétrica, desbalanço nutricional, reduzindo a produtividade da cultura (BRADY, 1979; SILVA et al., 2000).

2.2.3. Biofertilizantes

Biofertilizante é o resultado da fermentação da matéria orgânica, cuja importância da sua utilização aumenta em decorrência da crescente procura por novas tecnologias de produção, que apresentem redução de custos e se preocupem com a qualidade de vida no planeta. Esses fatos têm encorajado pesquisadores e produtores rurais a experimentarem biofertilizantes preparados a partir da digestão aeróbica ou anaeróbica de materiais orgânicos, como adubo foliar, em substituição aos fertilizantes minerais (FERNANDES et al., 2000), visto que os mesmos são recomendados como forma de manter o equilíbrio nutricional das plantas e torná-las menos predispostas à ocorrência de pragas e de patógenos (SANTOS, 2001).

2.2.3.1 Definições, importância e produção de biofertilizante

Biofertilizante é a designação dada ao efluente líquido obtido da fermentação metanogênica da matéria orgânica e água, sendo, portanto, o produto final da sua degradação por uma série de microorganismos, gerando a produção de gás metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2) durante o processo fermentativo (SANTOS, 2001). Já Alves et al. (2001) e Medeiros et al. (2003) definem biofertilizantes como compostos bioativos, resíduo final da fermentação de compostos orgânicos, que contêm células vivas ou latentes de microorganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) e por seus metabólitos, além de quelatos organominerais.

A importância do biofertilizante, como fertilizante, está nos quantitativos dos elementos, na diversidade dos nutrientes minerais quelatizados e disponibilizados

pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal (LAGREID et al., 1999; PRATES; MEDEIROS, 2001), além de ter a vantagem de melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (ARAÚJO et al., 2008).

Santos (1992) e Magro (1994) desenvolveram fórmulas de produção de biofertilizante enriquecido. O Supermagro, biofertilizante foliar enriquecido com micronutrientes, desenvolvido e patenteado por Magro (1994), no Centro de Agricultura Ecológica Ipê, Rio Grande do Sul, vem sendo utilizado com sucesso em culturas como citros, maçã, pêsego, uva, tomate, batata e hortaliças, em geral. Contudo, geralmente, não há uma fórmula padrão para a produção de biofertilizantes, pois são usados os mais variados produtos de origem orgânica encontrados na propriedade ou em propriedades vizinhas. As mais variadas receitas vêm sendo testadas e utilizadas por pesquisadores para os mais diversos fins.

Na produção do biofertilizante, a matéria orgânica é submetida à decomposição bacteriana, sob condições anaeróbicas, em três fases. 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 ao 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 na terceira fase, as bactérias metanogênicas atuam sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono transformando-os em gás metano (CH_4). Esta fase limita a velocidade da cadeia de reações principalmente devido à formação de microbolhas de metano e dióxido de carbono em torno da bactéria metanogênica, isolando-a do contato direto com a mistura em digestão, razão pela qual a agitação no digestor é prática sempre recomendável, através de movimentos giratórios do recipiente ou do gasômetro (SEIXAS et al., 1980).

Segundo Meirelles et al. (1997), o biofertilizante tem um tempo de fermentação concluída em 30 dias no verão ou 45 dias no inverno. A temperatura é um dos fatores importantes para sua fermentação, sendo que no período quente pode ser concluída de 14 a 30 dias e em períodos mais frios, de 45 a 90 dias. A temperatura de 38°C é a ideal para os biofertilizantes. A falta de fermentação do composto pode estar associada à contaminação ou alteração brusca do composto ou, ainda, quando o esterco é proveniente de animais tratados com antibióticos.

2.2.3.2 Uso de biofertilizante na agricultura

O biofertilizante vem sendo recomendado em agricultura orgânica, como forma de manter o equilíbrio nutricional das plantas em macro e micronutrientes, e quando aplicado em pulverizações foliares, diluído em água em proporções que variam de 10% a 30%, permite que o vegetal desenvolva todo o seu potencial genético e traduza em produtividade e resistência/tolerância aos ataques fitopatogênicos (PINHEIRO; BARRETO, 2000; PENTEADO, 1999; BETTIOL, 2001; SANTOS, 2001). Oliveira et al. (1986) e Vargas (1990) observaram aumento nos teores de N, P, K, Ca e Mg no solo, e concentração considerável de micronutrientes como boro, cobre, cloro, ferro, molibdênio, manganês e zinco, em função do fornecimento de biofertilizante.

Na utilização do biofertilizante, Prates e Medeiros (2001) sugerem pulverização foliar em todas as fases fenológicas das plantas e também na pós-colheita, mantendo o equilíbrio metabólico vegetal. Após a aplicação do biofertilizante líquido nos vegetais, nota-se grande desenvolvimento vegetativo, com aumento significativo da massa foliar. Observa-se, também, o aumento da pigmentação colorida nos frutos, comum de ser notado quando aplicado em tomate, pelo aumento da concentração de licopeno, pigmentação vermelha, além de conferir aos vegetais uma ação fotossintética muito mais ativa, com um aumento na produção de cloroplastos, pigmentação verde intensa (SANTOS; AKIBA, 1996).

Segundo Pinheiro e Barreto (2000), os biofertilizantes devem ser utilizados nas aplicações foliares, em concentração de até 5%, devido aos elevados efeitos hormonais e altos teores das substâncias sintetizadas, que em concentrações mais elevadas podem causar estresse fisiológico na planta retardando o crescimento, floração e frutificação, possivelmente devido ao excessivo desvio metabólico da planta para a produção de substâncias de defesa. Quando aplicado diretamente no solo, as concentrações devem ser de até 20%. De acordo com D'Andrea e Medeiros (2002), quando aplicado sobre o mato roçado, o biofertilizante aumenta a compostagem laminar, acelerando os processos bioquímicos e potencializando maior atividade microbiana sobre o solo.

Os biofertilizantes ao serem aplicados nas culturas atuam como fonte suplementar de nutrientes, mas também podem contribuir para o aumento da

resistência natural das plantas ao ataque de pragas e de patógenos, além de exercerem ação direta sobre os fitoparasitas, pela presença de substâncias tóxicas (NUNES; LEAL, 2001). Portanto, além de sua ação nutricional, tem sido atribuída aos biofertilizantes a ação indutora de resistência e propriedades fungicidas, bacteriostáticas, repelentes, inseticidas e acaricidas sobre diversos organismos alvos. Nesse sentido, estudos mostram a ação deletéria destes biofertilizantes sobre o desenvolvimento e reprodução de alguns insetos e ácaros fitófagos (MEDEIROS et al., 2000a; MEDEIROS et al., 2000b; MEDEIROS et al., 2000c; MEDEIROS et al., 2000d).

Em hortaliças, uma das principais alternativas para a suplementação de nutrientes na produção orgânica é a utilização de fertilizantes orgânicos líquidos, aplicados via solo, via sistemas de irrigação ou em pulverização sobre as plantas (SOUZA e RESENDE, 2003). Como consequência, há um aumento na velocidade de infiltração de água, devido à matéria orgânica contribuir para melhoria das condições edáficas, principalmente as propriedades físicas do solo, resultando em maior produtividade (CAVALCANTE; LUCENA, 1987; GALBIATTI et al., 1991).

O emprego de biofertilizantes, em olerícolas, é recomendado por meio de pulverizações semanais, para permitir um desenvolvimento perfeito das plantas, uma vez que apresentam ciclo vegetativo e reprodutivo curto, exigindo uma complementação nutricional mais rápida e eficiente (SANTOS, 1992). Nesse sentido, diversos autores verificaram efeitos positivos do seu emprego em algumas espécies, tais como: Silva et al. (1995) em feijão-caupi; Serrano Vázquez et al. (1995) em cebola; Silva et al. (1989), Bettiol et al. (1997) e Fernandes et al. (2000) em tomate. Pinheiro e Barreto (2000) relatam que a fertilização com biofertilizante associado ao esterco bovino, proporciona maiores produções comerciais em pepino, berinjela, tomate, alface e pimentão.

Rocha et al. (2003), com pulverizações do biofertilizante Agrobio a 5% e Silva et al. (2003), analisando a eficiência de três tipos de adubações (esterco, biofertilizante e fosfato natural), não verificaram alterações significativas no desenvolvimento, produção e qualidade de frutos de pimentão. Por outro lado, Araújo et al. (2007), avaliando a produção de pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante, concluíram que o biofertilizante bovino, aplicado de forma isolada ou

associado com material orgânico, pode ser utilizado como alternativa para fertilização não convencional no pimentão.

Com relação ao seu uso no cultivo da pimenta, as informações são bastante limitadas, justificando a necessidade de se realizar pesquisas, para viabilizar o emprego como fertilização alternativa, visto que o rendimento comercial de frutos limita-se pela insuficiente nutrição das plantas (SOUZA, 2000).

Os bons resultados e os baixos custos desses processos biológicos têm atraído a atenção e a adesão de muitos agricultores. Entretanto, sabe-se que as pesquisas nesse campo ainda são incipientes e pouco conclusivas, implicando na necessidade emergencial da realização de mais estudos e investimentos por parte das organizações e instituições envolvidas.

2.3 Efeitos dos elementos climáticos em espécies do gênero *Capsicum*

O aumento na temperatura global, em consequência do aumento de CO₂ atmosférico, tem estimulado o desenvolvimento de estudos numéricos com modelos de circulação geral da atmosfera. Tais estudos indicam ser bastante provável que se verifique um aumento de 1 a 6°C na temperatura média do ar, até o final deste século, em vários locais do planeta, inclusive no Brasil (STRECK; ALBERTO, 2006). Por isso, pesquisas para avaliar os efeitos dos elementos climáticos sobre as espécies cultivadas devem ser estimulados.

O aumento da concentração de CO₂ atmosférico pode causar o aumento da taxa de crescimento das plantas, pois o CO₂ é o substrato primário para fotossíntese. No entanto, se o aumento da concentração de CO₂ for acompanhado de aumento da temperatura do ar, poderá não haver aumento no crescimento e no rendimento das culturas, principalmente em razão do encurtamento do seu ciclo de desenvolvimento e aumento da respiração (fotorrespiração e fase escura da respiração) do tecido vegetal (STRECK; ALBERTO, 2006).

Considerando a temperatura, o gênero *Capsicum* requer valores relativamente elevados durante as fases de crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo que as cultivares tardias são mais exigentes em calor que as precoces (BOSWELL et al., 1964). Para o cultivo de pimenta, a temperatura diurna entre 20°C e 30°C é considerada mais favorável e as temperaturas abaixo de 15°C e acima de 32°C durante longo período causam redução na produção (NUEZ VIÑALS

et al., 1996). A temperatura noturna ideal deve estar entre 5°C a 9°C abaixo da temperatura média diurna (FINGER; SILVA, 2005).

Altas temperaturas podem causar perdas significativas na produção de muitas espécies, pela redução no número de sementes e aumento da abscisão das flores (WHEELER et al., 2000; ERICKSON ; MARKHART, 2002). Segundo Marcelis et al. (2004), abscisão de botões florais, flores e frutos é limitante no rendimento de muitas culturas, incluindo a pimenta. Observações no campo e em ambiente controlado de produção de pimenta indicam que, substancial aborto de botões florais ocorre em dias quando a temperatura está igual ou maior que 34°C, e/ou as temperaturas noturnas estão iguais ou maiores que 21°C, por longos períodos de tempo (ERICKSON; MARKHART, 2002).

Temperatura baixa durante o dia e alta durante a noite favorece a ocorrência de frutos partenocárpicos, que normalmente apresentam deformações (BOSLAND; VOTAVA, 2000). Em temperaturas médias, de 15°C a 20°C, as flores apresentam pedicelo maior, que faz com que haja maior vingamento dos frutos (COCHRAN, 1932) e em temperaturas baixas, de 10°C a 15°C, há menor queda, mas também menor emissão de flores. As baixas temperaturas além de inviabilizarem a produção, pela queda das flores e frutos, ainda, exercem influências negativas na pungência e na coloração dos frutos (CHOCHRAN, 1932), reduzindo o valor comercial da produção. Sob temperaturas mais elevadas (21-27°C), há maior produção de flores, porém pode haver maior percentagem de queda destas, enquanto que nas temperaturas baixas (10-15°C) há redução do número e de queda das flores (PÁDUA et al., 1984).

Temperaturas elevadas associadas a umidades relativas baixas induzem a queda de flores e frutos recém-formados, que em fase mais adiantada de desenvolvimento tornam-se menos sensíveis a estes efeitos (NUEZ VIÑALS et al., 1996).

De acordo com Marcelis et al. (2004), estresse ambiental com o calor, secas e baixas condições de luminosidade ou fracasso da polinização/fecundação são importantes fatores que podem induzir abscisão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de dezembro de 2010 a setembro de 2011, no Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), no município de Teresina, Piauí, Brasil, localizado a 05°05'S de latitude, 42°05'W de longitude e 72,70 m de altitude. O clima do município é do tipo AS', pela classificação de Köppen, que se caracteriza por ser quente e úmido, com precipitação pluvial média anual de 1500 mm, concentrando-se entre os meses de janeiro a maio, temperatura média de 27°C e umidade relativa média do ar de 74% (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005).

No período de condução da pesquisa, coletaram-se os dados dos elementos climáticos temperatura mínima, média e máxima, umidade relativa média do ar, insolação e precipitação pluviométrica (Tabela 1).

Tabela 1. Médias mensais dos elementos climáticos temperatura mínima (TMin), média (TMed) e máxima (TMax), umidade relativa do ar (UR), insolação (Ins) e precipitação pluviométrica (PP), referentes ao período de dezembro de 2010 a setembro de 2011, em Teresina, Piauí.

Mês	TMin (°C)	TMed (°C)	TMax (°C)	UR (%)	Ins (h)	PP (mm)
Dezembro	23,13	27,71	33,95	75,42	207,50	117,10
Janeiro	22,42	26,40	32,33	82,94	174,22	139,40
Fevereiro	22,14	25,98	32,04	86,74	170,80	267,60
Março	22,57	26,22	32,14	87,45	201,90	171,50
Abril	22,82	26,31	32,42	87,56	216,30	338,40
Mai	23,09	26,57	31,85	85,76	229,80	172,10
Junho	21,80	27,02	32,58	73,45	268,80	3,90
Julho	20,70	26,49	33,06	70,63	287,90	17,20
Agosto	20,97	27,31	35,05	67,88	311,40	10,40
Setembro	21,39	28,70	36,83	57,61	308,80	11,60

Fonte: Embrapa Meio-Norte, Teresina - PI, 2011.

O solo da área experimental tem textura franco-arenosa e apresentou, antes da instalação do experimento, as seguintes características químicas (0-20 cm): pH (H₂O) de 6,3; P (Resina) de 4,0 mg dm⁻³; K (Mehlich) de 1,0 mmolc dm⁻³; Ca de 12,0 mmolc dm⁻³; Mg de 4,0 mmolc dm⁻³; H+Al de 15,0 mmolc dm⁻³ e matéria orgânica de 5,0 g dm⁻³, cujas análises foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos (DEAS) do CCA/UFPI, segundo Embrapa (1997).

3.1. Efeito de biofertilizantes no cultivo de pimenta Dedo de moça

No estudo foram avaliados três tratamentos com biofertilizantes: “supermagro”; “fermentado biológico” e “P + K”, além de dois tratamentos adicionais: testemunha com adubação NPK e testemunha absoluta (sem adubação), na variedade de pimenta Dedo de moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*).

O delineamento experimental empregado foi blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por três fileiras, cada uma com sete plantas, sendo que as cinco plantas centrais foram consideradas como área útil da parcela. As plantas tiveram espaçamento de 1,0 m x 1,0 m.

Na produção das mudas, utilizou-se sementes de pimenta da variedade Dedo de moça, da marca Topssed Garden, em bandejas de 128 células, sob estrutura telada, tendo como substrato: areia, terra preta, húmus e restos vegetais em decomposição (2:1:1:1). Foram utilizadas 2 a 3 sementes por célula, com posterior desbaste das plântulas, deixando-se apenas uma muda. Aos 34 dias após a semeadura, quando as mudas apresentavam em torno de oito folhas definitivas e altura de 10 a 15 cm, foram transplantadas para o local definitivo. O preparo do solo constou de limpeza da área experimental, gradagem e nivelamento.

O biofertilizante “supermagro”, foi produzido de acordo com a metodologia descrita por Meireles e Rupp (2005), em recipiente de 200 L, com fermentação aeróbica. Possui na sua composição: a) ingredientes básicos - 100 L de água e 24 L de esterco bovino fresco; b) minerais - 1600 g de sulfato de zinco, 1600 g de sulfato de magnésio, 1600 g de cloreto de cálcio, 240 g de sulfato de manganês, 240 g de sulfato de cobre, 40 g sulfato de cobalto, 240 g de sulfato de ferro, 1200 g de ácido bórico, 80 g de molibdato de sódio, 1040 g de cinza de madeira; c) mistura proteica - 1 litro de leite, 1 kg de rapadura triturada, 200 g de fígado moído, 200 g de farinha de

osso, 200 g de calcário calcítico, 200 g de fosfato natural. Após 30 dias, quando houve estabilização do biofertilizante “supermagro”, foi acrescido água até a altura inferior a 10 cm da borda do recipiente. O custo de produção de um litro foi de R\$ 0,94 (noventa e quatro centavos) (Anexos A e B).

O biofertilizante “fermentado biológico”, foi preparado segundo orientação do CAATINGA (2007), com algumas adaptações, em recipiente de 200 L, com fermentação aeróbica. Possui na sua composição: a) ingredientes básicos - 100 L de água, 40 L esterco bovino fresco; b) outros ingredientes - 60 L de folhas verdes diversas picadas, 1 kg de rapadura triturada e 500 g de MB-4; c) fermento ativador - 1 litro de leite, 1 kg de rapadura triturada, 10 g de fermento biológico, 2 litros de caju mofado triturado e 2 litros de água, que foi adicionado por cinco vezes, a cada cinco dias. Também se adicionou a cada 15 dias 500 g de rapadura triturada e uma porção de folhas verdes diversas picada. Após 30 dias, quando houve estabilização do biofertilizante “fermentado biológico” foi acrescido água até a altura inferior a 10 cm da borda do recipiente. O custo de produção de um litro do biofertilizante foi de R\$ 0,23 (vinte e três centavos) (Anexos C e D).

O biofertilizante “P e K”, foi produzido de acordo com a metodologia descrita por Meireles e Rupp (2005), com algumas adaptações, em recipiente de 200 L, com fermentação aeróbica. Possui na sua composição: a) ingredientes básicos - 100 L de água, 100 L folhas verdes picadas, 15 kg de farinha de osso, 5 kg de cinza de madeira, 3 kg de cascas de ovos trituradas, 20 L de leite e 20 kg de rapadura trituradas; b) fermento ativador - 2 litro de leite, 1 kg de rapadura triturada, 20 g de fermento biológico, 04 litros de caju mofado triturado e 04 litros de água, adicionado cinco vezes, a cada cinco dias. Também se adicionou a cada 15 dias, 500 g de rapadura triturada e uma porção de folhas verdes diversas. Após 30 dias, quando houve estabilização do biofertilizante “fósforo + potássio” foi acrescido água até a altura inferior a 10 cm da borda do recipiente. O custo de produção de um litro do biofertilizante é de R\$ 0,63 (sessenta e três centavos) (Anexos E e F).

A análise química dos biofertilizantes foi realizada no Laboratório de Bioquímica do Solo do Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal (Tabela 2).

Os biofertilizantes foram aplicados via foliar nas concentrações de 4% (200ml do biofertilizante para 4,8 L de água), por meio de um pulverizador costal, com

capacidade para 5 L, usando-se jato em leque de baixo para cima; e de 10% (1 L do biofertilizante para 9 L de água) aplicado diretamente no solo, com regador com capacidade de 10 L, conforme proposto por Silva e Carvalho (2000), para uso em hortaliças. Para aplicação via foliar, o biofertilizante foi diluído e coado para evitar entupimentos no aplicador (pulverizador costal).

Tabela 2. Caracterização química dos biofertilizantes avaliados em cultivo orgânico da variedade de pimenta Dedo de moça, em Teresina, Piauí, 2011.

Variáveis	Biofertilizante supermagro	Biofertilizante fermentado biológico	Biofertilizante P + K
Macronutrientes			
C- Orgânico %	2,98	2,67	2,67
N- Kjeldahl %	0,20	0,15	0,09
P g (g kg ⁻¹)	0,10	0,14	0,28
K g (g kg ⁻¹)	3,40	4,30	3,20
Ca (g kg ⁻¹)	5,61	2,88	2,61
Mg (g kg ⁻¹)	1,84	0,95	1,14
S (g kg ⁻¹)	0,19	0,08	0,04
Micronutrientes			
Fe (mg kg ⁻¹)	61,74	39,21	86,12
Cu (mg kg ⁻¹)	22,54	12,67	32,94
Mn (mg kg ⁻¹)	55,65	12,56	2,90
Zn (mg kg ⁻¹)	11,70	2,16	2,06
Na (mg kg ⁻¹)	79,88	15,58	13,21
B (mg kg ⁻¹)	73,00	21,00	3,00

A primeira aplicação dos biofertilizantes líquidos foi na concentração de 20%, realizada nas covas, sete dias antes do transplântio das mudas, sendo aplicados 1.000 ml/cova (800 ml de água e 200 ml de biofertilizante líquido), sem coar. A cada quatorze dias foram realizadas aplicações foliares e no solo, nas concentrações de 4% e 10%, respectivamente, intercalada por sete dias de um modo para o outro (foliar e solo), num total de cinco aplicações de cada até a 1ª colheita. Após a 1ª colheita, as aplicações passaram a ser feita com intervalo de 28 dias, intercalada por 14 dias de um modo para o outro (foliar e solo), nas mesmas concentrações anteriores, num total de cinco aplicações cada.

No tratamento testemunha com NPK, aplicou-se a formulação 10-10-10, no transplântio, após a emissão das primeiras flores e após a primeira colheita, sendo a quantidade respectivamente, em 30, 10 e 10 g/cova. Na adubação em fundação,

antes do transplântio, as parcelas de todos os tratamentos receberam 2 L/cova de esterco bovino curtido.

Foram realizadas as análises químicas na profundidade de 0-20 cm, em cada tratamento, após 00, 30, 60, 90 e 120 dias do transplântio, no Laboratório de Fertilidade do Solo do DEAS/CCA/UFPI, segundo Embrapa (1997) (Tabela 3).

Aos 90 dias após o transplântio das mudas de pimenta, foram coletadas 500 g de folhas do terço médio das plantas de cada tratamento, que acondicionadas em saco de papel e transportadas para o Laboratório de Espectroscopia e Metodologia Analítica do Departamento de Química do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí, foram pesadas, secas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C até peso constante, sendo em seguida moídas para determinação dos teores de nutrientes, de acordo com a metodologia de Tedesco et al. (1995).

Durante a condução do experimento realizaram-se os seguintes tratamentos culturais: irrigação pelo sistema de gotejamento, com a utilização de fita gotejadora, nos períodos de ausência de precipitação, procurando fornecer à cultura umidade suficiente para seu pleno desenvolvimento; capinas manuais com o auxílio de enxadas, mantendo a cultura sempre livre da concorrência de plantas daninhas, mas deixando-as em torno do experimento para manter o equilíbrio ecológico. Além disso, entre os blocos, utilizou-se uma barreira natural com vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), planta típica do estado do Maranhão, rica em ferro, muito resistente ao ataque de pragas e doenças.

O controle fitossanitário foi realizado com o uso de inseticida natural, em decorrência do surgimento de pragas passíveis de prejudicar o desenvolvimento da cultura. Constatou-se infestação de formigas cortadeiras, gafanhotos, paquinhos e lagartas (Figura 1), dentre outras, que foram controladas ou reduzidas a níveis não significantes, com o uso de uma calda à base de: 100 g de fumo corda, ½ copo de pimenta malagueta, 80 g de sabão em barra, 500 ml de álcool e 20 L de água. (BRAGA, 1998). Com relação à lagarta verde, que ocorreu em grande quantidade, a população foi controlada por catação manual, pela facilidade de visualização e identificação do inseto. Além disso, verificou-se a ocorrência de um díptero, que atuou como predador natural (Figura 2). A presença de pequenas rãs também contribuiu para controlar pragas na área experimental (Figura 3).

Tabela 3. Caracterização química do solo coletado a entre 0 a 20 cm de profundidade, na área de cultivo orgânico da variedade de pimenta Dedo de moça, após 00, 30, 60, 90 e 120 dias do transplante, em Teresina, Piauí, 2010/2011.

Características	Biofertilizante supermagro				
	00	30	60	90	120
pH (H ₂ O)	6,3	6,1	6,0	6,3	6,1
P (mg dm ⁻³)	3,0	5,0	5,2	7,0	7,5
K (mmolc dm ⁻³)	1,0	2,0	2,0	2,0	2,4
Ca (mmolc dm ⁻³)	12,0	16,0	16,0	20,0	20,0
Mg (mmolc dm ⁻³)	3,0	3,0	5,0	5,0	7,0
H ₄ Al (mmolc dm ⁻³)	13,0	13,0	15,0	15,0	17,0
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	5,0	6,0	6,7	7,4	8,0
Características	Biofertilizante fermentado biológico				
	00	30	60	90	120
pH (H ₂ O)	6,1	6,3	6,1	6,0	6,1
P (mg dm ⁻³)	3,0	5,0	5,6	7,6	8,0
K (mmolc dm ⁻³)	1,0	2,0	3,0	5,0	5,0
Ca (mmolc dm ⁻³)	13,0	17,0	17,0	23,0	20,0
Mg (mmolc dm ⁻³)	2,0	4,0	6,0	7,4	8,1
H ₄ Al (mmolc dm ⁻³)	13,0	10,0	13,0	15,0	16,0
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	5,0	6,5	7,4	8,6	9,2
Características	Biofertilizante P e K				
	00	30	60	90	120
pH (H ₂ O)	6,3	6,1	6,0	6,1	6,1
P (mg dm ⁻³)	3,2	6,0	6,4	8,2	9,0
K (mmolc dm ⁻³)	1,0	2,4	2,3	2,2	2,4
Ca (mmolc dm ⁻³)	13,0	17,0	16,0	20,0	26,0
Mg (mmolc dm ⁻³)	3,0	3,0	5,0	5,0	7,0
H ₄ Al (mmolc dm ⁻³)	13,0	13,0	13,0	14,0	15,0
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	5,2	5,2	5,9	6,1	6,9
Características	Adubação NPK				
	00	30	60	90	120
pH (H ₂ O)	6,0	6,3	6,0	5,9	6,0
P (mg dm ⁻³)	4,0	5,0	7,0	7,2	7,0
K (mmolc dm ⁻³)	1,0	1,4	1,7	1,6	1,6
Ca (mmolc dm ⁻³)	14,0	11,0	13,0	13,0	14,0
Mg (mmolc dm ⁻³)	3,0	4,0	6,0	6,0	6,0
H ₄ Al (mmolc dm ⁻³)	14,0	12,0	12,0	16,0	16,0
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0
Características	Testemunha absoluta				
	00	30	60	90	120
pH (H ₂ O)	6,3	6,1	6,2	6,4	6,3
P (mg dm ⁻³)	4,0	4,5	4,3	4,3	4,5
K (mmolc dm ⁻³)	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
Ca (mmolc dm ⁻³)	12,0	13,0	12,0	12,0	12,0
Mg (mmolc dm ⁻³)	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0
H ₄ Al (mmolc dm ⁻³)	15,0	14,0	14,0	12,0	13,0
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	5,0	6,0	5,0	5,0	4,0



Foto: José Ribamar de Oliveira, 2011.

Figura 1. Lagarta verde se alimentando de folhas da variedade de pimenta Dedo de moça. Teresina, Piauí, 2011.



Foto: José Ribamar de Oliveira, 2011.

Figura 2. Lagarta verde na variedade de pimenta Dedo de moça, sendo predada por parasitóide. Teresina, Piauí, 2011.



Foto: José Ribamar de Oliveira, 2011.

Figura 3. Pequenas rãs na área experimental, controlando pragas na variedade de pimenta Dedo de moça. Teresina, 2011

Os caracteres avaliados na área útil da parcela, sendo as medidas determinadas com precisão para duas casas decimais, foram os seguintes:

- a) Diâmetro do caule aos 35 e 65 dias – medida em milímetros, determinada a 5 cm do solo, com paquímetro digital, em todas as plantas da área útil de cada parcela;
- b) Altura de planta aos 35 e 65 dias – medida em centímetros, determinada a partir do nível do solo até o ápice do broto terminal nas plantas da área útil de cada parcela;
- c) Número de dias para o florescimento – número de dias entre o transplântio até que 50% das plantas apresentassem pelo menos uma flor aberta;
- d) Número de dias para a frutificação – número de dias entre o transplântio até que 50% das plantas apresentassem pelo menos um fruto maduro;

Os caracteres do item e até k foram avaliados em uma amostra de dez frutos da 2ª colheita, sendo dois frutos colhidos do terço médio de cada planta da área útil da parcela.

- e) Comprimento do fruto – medida em milímetro, com auxílio de paquímetro digital, da inserção do pedúnculo à extremidade do fruto;
- f) Largura do fruto – medida em milímetro, com auxílio de paquímetro digital, realizada na maior largura da seção transversal do fruto;

- g) Espessura da parede (polpa) do fruto – medida em milímetro, com auxílio de paquímetro digital, da polpa, determinada na região de maior largura do fruto;
- h) Número de sementes por fruto – número de sementes, obtido após o corte no sentido do comprimento do fruto de pimenta, retiradas com o auxílio de uma pinça;
- i) Peso das sementes por fruto – medida em gramas das sementes retiradas do fruto de pimenta, colocadas em um vidro de relógio e pesadas em balança digital;
- j) Número de frutos por parcela – número total de frutos por parcela, obtidos nas dezesseis colheitas realizadas durante o período de condução de experimento;
- k) Massa do fruto – corresponde ao peso obtido, em gramas, a partir da relação entre o peso total dos frutos e o número total dos frutos por parcela.

Os dados referentes aos caracteres avaliados foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Essas análises foram realizadas com auxílio do software SAS (1993).

Na análise de variância de cada caráter, adotou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

μ : efeito da média geral do caráter;

T_i : efeito do i -ésimo tratamento; $i = 1, 2, \dots, 5$.

B_j : efeito do j -ésimo bloco; $j = 1, 2, \dots, 4$.

$$B_j \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$$

E_{ij} = efeito do erro experimental associado à observação Y_{ijk} . Admite-se que o erro tem distribuição normal, com a média zero e variância σ^2 .

3.2. Efeito de épocas de colheita em componentes de produção de pimenta

Dedo de moça

Os tratamentos foram constituídos pelos efeitos das épocas de colheita em quatro meses (maio, junho, julho e agosto) associados a cinco tipos de fertilizantes, sendo três biofertilizantes líquidos (supermagro, fermentado biológico e fósforo + potássio), adubação NPK e testemunha absoluta (sem adubação química), delineados em blocos casualizados, no arranjo fatorial 4×5 , com quatro repetições.

Os caracteres considerados na avaliação foram: número de frutos por parcela e massa de fruto. Esses caracteres, os demais procedimentos experimentais, além dos tratos culturais foram os mesmos descritos no item 3.2.

Os dados referentes aos caracteres avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), com auxílio do software SAS (1993).

Na análise de variância de cada caráter, adotou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + T_j + (MT)_{ij} + B_k + E_{ijk}$$

μ : efeito da média geral do caráter;

M_i : efeito do i -ésimo mês; $i = 1, 2, \dots, 4$.

T_j : efeito do j -ésimo fertilizante; $j = 1, 2, \dots, 5$.

$MT_{(ij)}$: efeito da interação entre o mês " i " e o fertilizante " j ";

B_k : efeito do k -ésimo bloco; $k = 1, 2, \dots, 4$.

$B_k \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$

E_{ijk} : efeito do erro experimental associado à observação Y_{ijk} . Admite-se que o erro tem distribuição normal, com a média zero e variância σ^2 .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito de biofertilizantes no cultivo de pimenta Dedo de moça

A caracterização química das folhas das pimenteiras da variedade Dedo de moça, coletadas aos 90 dias após o transplântio (Tabela 4), mostra que o biofertilizante supermagro foi um dos que apresentou médias superiores com relação a todos os micronutrientes. Tais resultados foram esperados, tendo em vista a proporção de minerais utilizada na composição desse biofertilizante. Com relação aos macronutrientes, o biofertilizante fermentado biológico se destacou com a maior média para N; sendo semelhante à testemunha com adubação NPK, quanto ao P e ao biofertilizante fósforo + potássio, quanto ao teor de K. O biofertilizante fósforo + potássio apresentou médias superiores quanto aos teores de Fe, Mn, Na e Cd.

Tabela 4. Médias¹ das características química das folhas das pimenteiras da variedade Dedo de moça, aos 90 dias após o transplântio, em Teresina, Piauí, 2011.

Características	Tratamentos ²				
	BS	BFB	BPK	NPK	T
N (g kg ⁻¹)	0,78 b	0,98 a	0,76 b	0,52 c	0,30 d
P (g kg ⁻¹)	0,28 b	0,30 a	0,29 b	0,30 a	0,27 b
K (g kg ⁻¹)	1,89 b	2,19 a	2,05 a	1,74 b	1,57 c
Ca (g kg ⁻¹)	21,83 ab	21,76 ab	20,11 b	24,19 a	19,51 b
Mg (g kg ⁻¹)	0,94 a	0,88 b	0,81 c	0,95 a	0,76 c
Zn (mg kg ⁻¹)	1,06 a	0,32 b	0,28 bc	0,17 bc	0,16 c
Fe (mg kg ⁻¹)	19,00 a	14,70 b	18,00 a	14,70 b	12,70 c
Mn (mg kg ⁻¹)	10,80 a	7,60 b	11,10 a	8,50 b	6,50 c
Na (mg kg ⁻¹)	162,00 a	82,00 b	98,20 ab	93,50 ab	63,00 b
Cu (mg kg ⁻¹)	22,00 a	16,10 c	15,00 c	18,50 b	12,40 d
Cd (mg kg ⁻¹)	0,50 a	0,40 b	0,50 a	0,50 a	0,40 b

¹Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

²Tratamentos: BS – biofertilizante supermagro, BFB - biofertilizante fermentado biológico, BPK - biofertilizante P + K, NPK – Testemunha com adubação NPK, T – testemunha sem adubação.

O uso dos biofertilizantes não promoveu efeitos significativos no diâmetro do caule e altura das plantas aos 35 e 65 dias após o transplântio (Tabela 5). Isto indica que não houve influencia dos biofertilizantes no desenvolvimento vegetativo das pimenteiras. Souza (2000), utilizando diferentes concentrações do biofertilizante

supermagro (enriquecido) e esterco bovino, não verificou diferença significativa para altura de plantas de pimentão ao longo de seu ciclo. Em tomate, Aldrighi et al. (2002) não encontraram efeitos significativos de aplicações foliares do biofertilizante supermagro e urina de vaca na altura das plantas, número de folhas definitivas e matéria seca da parte aérea e subterrânea; e Souza et al. (2003), não observaram diferenças significativas para altura de plantas de tomate ao usarem como tratamentos húmus de minhoca enriquecido, substrato comercial Plantmax[®] e biofertilizante Agrobio.

Tabela 5. Médias¹ dos caracteres diâmetro do caule aos 35 e 65 dias (DIC 35d e DIC 65d), altura da planta aos 35 e 65 dias (APL 35d e APL 63d), número de dias para o florescimento (NDFL), número de dias para frutificação (NDFR), avaliados em cultivo orgânico da variedade de pimenta Dedo de moça, em Teresina, Piauí. 2011.

Tratamentos	DIC 35d (mm)	DIC 65d (mm)	APL 35d (cm)	APL 65d (cm)	NDFL	NDFR
Supermagro	5,92 a	14,61 a	32,05 a	76,75 a	84,25 c	91,00 b
Fermentado biológico	6,22 a	15,92 a	33,40 a	83,40 a	84,75 bc	91,25 b
Fósforo + Potássio	5,97 a	15,22 a	33,35 a	78,40 a	85,00 bc	91,00 b
NPK (10-10-10)	6,15 a	16,04 a	34,70 a	91,90 a	89,25 ab	96,00 a
Sem adubação	5,57 a	13,93 a	32,30 a	73,95 a	90,75 a	97,25 a
Média geral	5,96	15,14	33,16	80,88	86,80	93,30
C.V. (%)	7,18	9,61	5,09	15,14	2,38	1,88

¹Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Entretanto, com relação ao número de dias para o florescimento e número de dias para frutificação, os tratamentos diferiram entre si, mostrando efeito significativo sobre o ciclo da cultura (Tabela 5). Quanto ao número de dias para o florescimento, as plantas que receberam os três biofertilizantes apresentaram comportamento semelhante, sendo que o biofertilizante “fermentado biológico” e o “P + K” não diferiram da adubação NPK. Os três biofertilizantes apresentaram comportamentos superiores à testemunha sem adubação. Para o número de dias para frutificação, os efeitos dos biofertilizantes foram semelhantes, sendo mais precoces do que a adubação NPK e a sem adubação. Já a adubação NPK e a testemunha sem adubação não apresentaram diferença significativa entre si.

Considerando-se que a precocidade é uma característica desejável, os biofertilizantes líquidos foram superiores aos demais tratamentos, contribuindo para redução do início do ciclo produtivo da pimenteira, cuja explicação pode ser devido à

elevação dos teores de N, P e K, com o aumento da matéria orgânica disponíveis nas parcelas que receberam estes tratamentos, conforme se constata na análise química do solo (Tabela 3).

Quanto aos coeficientes de variação (CV), que indica a precisão experimental, os valores mínimos e máximos observados foram de 1,88% (número de dias para frutificação) e 15,14% (altura da planta aos 65 dias). De acordo com Pimentel-Gomes (2009), esses CV são classificados como baixos, quando inferiores a 10%; e médios, quando de 10% a 20%.

Para a maioria dos caracteres relacionados à produção de frutos, os tratamentos diferiram entre si, exceto quanto à largura do fruto (Tabela 6). Para o comprimento do fruto, não se observou diferença significativa entre os três biofertilizantes e a adubação NPK. O biofertilizante “fermentado biológico” apresentou frutos mais compridos do que a testemunha sem adubação. Com relação à espessura da parede do fruto, o biofertilizante “fermentado biológico” apresentou frutos com paredes mais espessas do que o biofertilizante “supermagro” e a testemunha sem adubação, não diferindo dos demais. Quanto ao número de sementes por fruto, os biofertilizantes “supermagro” e “P + K” foram semelhantes à adubação NPK, que apresentou frutos com maior número de sementes do que a testemunha sem adubação e o biofertilizante “fermentado biológico”.

Tabela 6. Médias¹ dos caracteres relacionados à produção: comprimento do fruto (CFR), largura do fruto (LFR), espessura da parede do fruto (EPF), número de sementes do fruto (NSF), peso das sementes por fruto (PSF), número de frutos por parcela (NFR) e massa do fruto (MFR), avaliados em cultivo orgânico da variedade de pimenta Dedo de moça, em Teresina, PI. 2011.

Tratamentos	CFR (mm)	LFR (mm)	EPF (mm)	NSF	PSF (g)	NFR ²	MFR ³ (g)
Supermagro	65,04 ab	17,39 a	1,79 b	57,82 ab	0,55 a	869,00 a	5,36 b
Fermentado biológico	72,25 a	18,48 a	2,01 a	36,18 c	0,30 c	915,30 a	6,33 a
Fósforo + Potássio	66,76 ab	17,40 a	1,83 ab	52,88 ab	0,47 a	782,00 a	5,85 b
Testemunha c/adubação	64,23 ab	17,42 a	1,85 ab	59,65 a	0,53 a	872,50 a	5,01 c
Testemunha s/adubação	57,45 b	16,55 a	1,70 b	44,42 bc	0,38 bc	583,30 b	4,62 c
Média geral	65,14	17,45	1,84	50,19	0,45	804,40	5,44
C.V. (%)	8,09	6,61	4,89	13,14	10,69	2,50	7,45

¹ Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

² Dados transformados para $x^{0,1}$

³ Dados submetidos à transformação inversa (1/x).

Para o número de frutos por parcela (Tabela 6), os biofertilizantes e a testemunha com adubação NPK foram semelhantes entre si, sendo superiores à testemunha sem adubação. Em relação à massa do fruto, observou-se que os biofertilizantes promoveram um aumento significativo na massa em comparação com a adubação NPK e a testemunha sem adubação. O biofertilizante “fermentado biológico” obteve desempenho superior ao “supermagro” e “fósforo + potássio”. Viana et al. (2003), ao avaliarem adubação verde, compostos orgânicos e biofertilizante no cultivo de cenoura, observaram que a aplicação foliar de biofertilizante proporcionou maior desenvolvimento vegetativo e maior produção da cultura.

A maior massa do fruto apresentada pelo biofertilizante fermentado biológico pode ter ocorrido em função dos teores de potássio apresentados, conforme as análises dos solos (Tabela 3) e foliares (Tabela 4). O potássio é considerado o “nutriente da qualidade” dos produtos agrícolas, por exercer atividade essencial na síntese de proteínas, carboidratos, açúcares, ácidos orgânicos, entre outras, estando todas essas características relacionadas com a qualidade dos frutos. Além disso, normalmente, o potássio aumenta o tamanho do fruto, a espessura da casca e o índice de acidez da polpa (BORGES et al., 2003; FORTALEZA et al., 2005).

A resposta quanto à produção de frutos por tratamento, em função do emprego de biofertilizantes líquidos, pode estar relacionada ao fato das dosagens aplicadas nas folhas e no solo serem capazes de suprir as necessidades das plantas em macronutrientes, devido à elevação dos teores de N, P e K disponíveis, conforme se verificou nas análises no solo e foliares (Tabelas 3 e 4). Segundo Souza e Resende (2003), o uso de fertilizantes orgânicos na forma líquida proporciona maiores deslocamentos de nutrientes necessários para as plantas, além de promover melhorias nas propriedades químicas do solo, elevando os teores de N, P, K, Ca e Mg. De acordo com Filgueira (2000), o fornecimento adequado de nutrientes, como o nitrogênio, aliado a outros fatores, expande a área fotossintética, assegura o desenvolvimento das plantas pelo crescimento vegetativo e eleva o potencial produtivo das culturas.

4.2. Efeito de épocas de colheita em componentes de produção de pimenta Dedo de moça

Com relação ao efeito das épocas de colheita sobre os componentes de produção da pimenta Dedo de moça, verificou-se que tanto os efeitos dos meses quanto dos tipos de fertilizantes diferiram entre si para número de frutos por parcela e massa de fruto. Contudo, a interação entre esses fatores não foi significativa, indicando que os mesmos atuaram independentemente (Anexo G).

Considerando o efeito dos meses (Tabela 7), para o número de frutos por parcela e massa de fruto, as médias de maio, junho e julho foram superiores às de agosto. O comportamento desses caracteres resultou da influência dos elementos climáticos (Tabela 1), principalmente da temperatura. No mês de agosto, verificou-se o maior valor de temperatura média (27,31°C), e maior variação entre a temperatura mínima (20,97°C) e a máxima (35,05°C), em comparação com os meses anteriores, o que pode ter influído para redução das médias dos caracteres avaliados. Segundo Ribeiro et al. (2004), a atividade fotossintética é sensível ao estresse causado por temperaturas desfavoráveis, sendo que a temperatura elevada é um dos fatores que mais influenciam na fisiologia vegetal.

Outro elemento climático que também contribuiu para o efeito significativo dos meses foi a maior precipitação pluviométrica ocorrida em abril (338,40 mm), quando iniciou o florescimento para produção dos frutos colhidos nos meses subsequentes, possivelmente amenizando a temperatura, pela disponibilidade de água no solo.

Tabela 7. Médias¹ dos caracteres número de frutos por parcela, massa de fruto e produtividade de frutos, avaliados na variedade de pimenta Dedo de moça, no período de maio a agosto de 2011, em Teresina, PI.

Meses	Número de frutos/parcela ²	Massa de fruto (g) ³
Maio	888,46 a	5,55 a
Junho	873,02 a	5,43 a
Julho	815,53 a	5,75 a
Agosto	638,14 b	4,95 b
Média geral	804,40	5,44
CV (%)	2,50	7,45

¹ Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

² Dados transformados para $x^{0,1}$

³ Dados submetidos à transformação inversa (1/x).

A caracterização dos efeitos das épocas de colheita sobre a produção de frutos de pimenta também foi realizada estimando-se os coeficientes de correlação de Spearman entre número de frutos por parcela e massa de fruto com temperaturas mínima, média e máxima, umidade relativa do ar, insolação e precipitação pluviométrica, registrados no período de condução do trabalho (Tabela 8).

As estimativas foram significativas entre os caracteres relacionados à produção (número de frutos por parcela e massa de fruto) e os elementos climáticos (temperaturas mínima e média e precipitação pluviométrica), sendo positivas com número de frutos por parcela e negativas com massa de fruto. Essa correlação negativa com massa de fruto provavelmente é decorrente da correlação genotípica negativa entre o número de frutos por planta e a massa dos frutos. Já temperatura máxima, umidade relativa e insolação não se correlacionaram com os caracteres relacionados à produção.

As menores médias obtidas para os caracteres avaliados nas colheitas efetuadas no mês de agosto são explicadas pelos coeficientes de correlação estimados. Nesse período, ocorreu a menor média de temperatura mínima (20,97°C), que, no entanto, resultou em maior variação (14,08°C) entre a temperatura mínima e a máxima e a segunda menor média de precipitação pluviométrica (10,40 mm), em comparação com os demais meses no período considerado.

Tabela 8. Estimativas dos coeficientes de correlação de Spearman entre os caracteres número de frutos (NFR), massa de fruto (MFR) e produtividade de frutos (PROD) com os elementos climáticos: temperaturas mínima (TMin), média (TMed) e máxima (TMax), umidade relativa do ar (UR), insolação (INS) e precipitação pluviométrica (PP), avaliados na variedade de pimenta Dedo de moça, Teresina, PI, 2011.

Elementos climáticos	NFR	Probabilidade > t	MFR (g)	Probabilidade > t
TMin (°C)	0,9204	0,0001	-0,5578	0,0001
TMed (°C)	0,4369	0,0001	-0,9636	0,0001
TMax (°C)	0,0321	0,7776	-0,0811	0,4744
UR (%)	0,1337	0,2373	-0,0591	0,6027
INS (h)	-0,0169	0,8818	0,0502	0,6582
PP (mm)	0,9702	0,0010	-0,4294	0,0001

** Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

5. CONCLUSÕES

A variedade de pimenta Dedo de moça responde positivamente ao uso de biofertilizante líquido, constituindo-se uma recomendação técnica de fertilização orgânica para a cultura.

O biofertilizante fermentado biológico, com aplicação via foliar e no solo, promove maior massa de fruto, podendo ser utilizado como alternativa para fertilização não convencional.

Os elementos climáticos, principalmente a temperatura e a precipitação pluviométrica, afetam a produtividade de frutos em pimenta do gênero *Capsicum*, sendo que a temperatura elevada e a baixa precipitação pluviométrica são prejudiciais.

6. 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, 2002. Suplemento 2.

ALTIERI, M. **Agroecologia, as bases científicas da agricultura alternativa**. Patrícia Vaz (Trad.). Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 240 p.

ALVES, M. K.. **Avaliação da ação antiinflamatória e antidislipicêmica de *Capsicum***. 2006. 30 p Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) - Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

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 & Desenvolvimento**, n. 21, p. 16-21, 2001.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C.O.; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 143 - 151, 2005.

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

ARAÚJO, L. A.; ALVES, A. S.; ANDRADE, R.; SANTOS, J. G. R.; COSTA, C. L. L. Comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Sims flavicarpa* Deg.) sob diferentes dosagens de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista Verde**, Mossoró, v. 3, n. 4, p. 98-109, 2008.

BALDISSERA, I. T., SCHERER, E. E. Correção da acidez do solo e adubação da cultura do feijão. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1992. p. 115-136, 285 p.

BENTO, C. S.; SUDRE, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multcategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 149-156, 2007.

BETTIOL, W. Resultados de pesquisa com métodos alternativos para o controle de doenças de plantas. In: ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS: controle ecológico de pragas e doenças, 1., 2001, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 125-135.

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

BIANCHETTI, L. B.; CARVALHO, S. I. C. Subsídios à coleta de germoplasma de espécies de pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* (Solanáceas). In: WALTER, B. M. T., CAVALCANTI, T. B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal: teoria e prática**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 355-385.

BONTEMPO, M. **Pimenta: e seus benefícios à saúde**. São Paulo: Alaúde, 2007. 110 p.

BORGES, A. L.; RODRIGUES, M. G. V.; LIMA, A. A.; ALMEIDA, I. E.; CALDAS, R. C. Produtividade e qualidade de maracujazeiro – amarelo irrigado, adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 259 – 262, 2003.

BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. CAB International, 1999 204p. (CAB. Crop Production Science in Horticulture 2) Publishing, Oxon, UK and New York. 204 p. 2000.

BOSWELL, V. R.; DOOLITTLE, L. P.; PULTZ, L. M.; TAYLOR, A. L.; DANIELSON, L. L.; CAMPBELL, R. E. **Pepper production**. Washington: USDA, 1964. 30p. (USDA. Agricultural Information Bulletin, 276).

- BRADY, N. C. Matéria orgânica dos solos minerais. **Natureza e propriedades dos solos**. 5 ed., Rio de Janeiro: 1979, p. 141-168.
- BRAGA, R. R. Agricultura orgânica: **controle alternativo de pragas e doenças**. EMATAER - MG. 163 p. 1998.
- CAATINGA - Centro de Assessoria e Apoio aos Trabalhadores e Instituições Não Governamentais Alternativas. **Fermentado biológico**: Adubo da natureza para as plantas que alimentam. MOURA, M.; LIMA, M. (Org.) Ouricuri - PE: CAATINGA, 2007. 20 p.
- CAMARGO, L. de S. A. **As hortaliças e seu cultivo**. 3 ed. Campinas, Fundação Cargill, 1992. 252 p.
- CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, H. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral, Corumbá – MS**. Corumbá: EMBRAPA PANTANAL, 2002. 4 p. (Circular Técnica 35).
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum spp.*) da Embrapa Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p. (Documentos, 49).
- CASALI, V. W. D.; COUTO, F. A. A. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 113, p. 08-10, 1984.
- CAVALCANTE, L. F.; LUCENA, E. R. Fosfogesso e biofertilizante bovino num solo salino sódico sobre germinação, crescimento e produção de matéria seca de vigna (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Revista Tecnologia e Ciência**. João Pessoa, v. 1. n. 23, p. 16-20. 1987.
- CEASAMINAS. Oferta e preço médio de produtos. Disponível em: <<http://www.ceasaminas.com.br/boloferta.asp>>. Acesso em: 03 abr. 2012).
- CHABOUSSOU, F. **As plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. GUAZZELI, M. J. (Trad.). 2ª ed. Porto Alegre, 1999. 272 p.
- CHABOUSSOU, F. **Santé des cultures, une revolution agronomique**. Paris: Flammarion, 1985. 296p.

COCHRAN, H. L. Factores affecting flowering and fruit setting in the pepper. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 29, p. 434-437, 1932.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M. E.; CASTELHANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. (Eds.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafós, p. 85-140. 1993.

D'ANDREA, P. A.; MEDEIROS, M. B. Biofertilizantes biodinâmicos na nutrição e proteção de hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA. 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Agroecológica, 2002.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1997. 212 p.

EPSTEIN, E.; BLOON, J. **Nutrição mineral de plantas**. 2 ed. Londrina: Editora Planta. 2006. 401p.

ERICKSON, A. N.; MARKHART, A. H. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p. 123-130, 2002.

ERNANI, P. R., GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação do esterco de bovinos e de cama de aviário. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**. Campinas, v. 7, n.2, p.161-165, 1983.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C. de; VILELLA JÚNIOR, L. V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 143–149, 2008.

FERNANDES, M. C. A.; LEAL, M. A. A.; RIBEIRO, R. L. D.; ARAÚJO, M. L.; ALMEIDA, D. L. Cultivo protegido do tomateiro sob manejo orgânico. **A lavoura**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 634, p. 44-45, 2000.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção de tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica

em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 468-473, 2003.

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

FINGER, F. L.; SILVA, D. J. H. Cultura do pimentão e pimentas, In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa, MG; UFV. 2005. p. 429–437.

FORTALEZA, J. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, A. T. de; RANGEL, L. E. P. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 124-127, 2005.

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

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C. Adubação orgânica. **Revista Cultivar**, São Paulo, v. 2 n. 9, p. 38-41, 1999.

GOLVINDARAJAN, V. S. Capsicum: production, technology, chemistry, and quality – II: processed, standards, world production and trade. **CRC Journal Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.29, p.435-474, 1991.

HELLER, R. Relationships between potassium and other mineral elements in plant nutrition, **Comptes-Rendus-de-l'Academie-d'Agriculture-de-France**, v. 77, n. 2, p. 311-318, 1991.

ISHIKAWA, K.; JANOS, T.; SAKAMOTO, S.; NUNOMURA, O. The contents of capsaicinoids and their phenolic intermediates in the various tissues of the plants of *Capsicum annum* L. **Capsicum and Eggplant Newsletter**, v. 17, p. 22-25, 1998.

KAPPEL, V. D. **Avaliação das propriedades antioxidante e antimicrobiana de extrato de *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*** 2007. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas: Bioquímica) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; BAHIA FILHO, A. F. C.; PEREIRA, F. A. **Manejo de esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho.**

Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 31p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 25).

LAGREID, M.; BOCKMAN, O. C.; KAARSTAD, O. **Agriculture, fertilizers and the environment**. Cambridge: CABI. 1999, 294p.

LÓPEZ, C. C. **Fertilización en riego por goteo de cultivo hortícolas**. Madrid: Delegación de Agricultura Almería Rafael Jiménes Mijías, 1988. 213 p.

LUND, Z. F.; DOSS, B. D. Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 1, p. 123-130, 1980.

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

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: CERES, 1980. 254 P.

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

MARCELIS, L. F. M; HEUVELINK, E; BAAN HOFMAN-EIJER, L. R; DEN BAKKER, J; XUE, L. B. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 406, p. 2261-2268, 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

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., 2000, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: USP, ESALQ, 2000 a. 1 CD-ROM.

MEDEIROS, M. B.; ALVES, S. B.; BERZAGHI, L. M. Efeito residual de biofertilizante líquido e *Beauveria bassiana* sobre o ácaro *Tetranychus urticae*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 67, Suppl., p. 106, 2000 b.

MEDEIROS, M. B.; ALVES, S. B.; SOUZA, A. P.; REIS, R. Efecto de fertiprotectores y entomopatógenos en los estados inmaturos de *Ecdytolopha aurantiana* (Lepidoptera: Tortricidae). In: CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS, 7., 2000, Ciudad de Panamá. **Memoria**. Ciudad de Panamá: Ministerio de Desarrollo Agropecuario. 2000 c, p.25.

MEDEIROS, M. B.; ALVES, S. B.; BERZAGHI, L. M.; GARCIA, M. O. Efeito de biofertilizante líquido na oviposição de *Brevipalpus phoenicis*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 8., 2000, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: USP, ESALQ, 2000 d. 1 CD-ROM.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY, M. A. Biofertilizantes líquidos. Processo trofobiótico para proteção de plantas em cultivos orgânicos. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 31, p. 38 - 44. 2003.

MEIRELLES, R. L.; BRACAGIOLI NETO, A.; MEIRELLES, A. L.; GONÇALVES, A.; GUAZZALLI, M. J.; VOLPATO, C.; BELLÉ, N. **Biofertilizantes enriquecidos: caminho da nutrição e proteção das plantas**. Ipê: Centro de Agricultura Ecológica, CAE Ipê. 1997. 12p.

MEIRELLES, R. L.; RUPP, L. C. (Coord.). Adubos orgânicos. In: **Agricultura Ecológica**. Princípios Básicos. Ipê: Centro de Agricultura Ecológica - CAE, 2005. p. 23-41.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P.; CINTRA, A. A. D. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41., São Pedro. **Resumo...** São Pedro: SOB, 2000, p.32.

MOREIRA, G. R.; CALALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 16-29, 2006.

NANNETTI, D. C.; SOUZA, R. J.; FAQUIN, V. Efeito da aplicação de nitrogênio e potássio, via fertirrigação, na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 843-844, 2000.

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.

NEGREIROS, M. Z. **Crescimento, partição de matéria seca, produção e acúmulo de macronutrientes de plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em cultivo**

podado e com cobertura morta. 1995. 187 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

NUEZ VIÑALS, F.; GIL ORTEGA, R.; COSTA GARCIA, J.. **El cultivo de pimientos, chiles y ajíes.** Madrid: Mundi-prensa, 1996. 607p.

NUNES, M. U. C.; LEAL, M. L. S. Efeitos de aplicação de biofertilizante e outros produtos químicos e biológicos no controle da broca pequena do fruto e na produção do tomateiro tutorado em duas épocas de cultivo e dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 53-59, 2001.

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

PÁDUA, J. G.; CASALI, V. W. D.; PINTO, C. M. F. Efeitos climáticos sobre pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 113, 1984.

PAPADOPOULOS, I. **Regional middle east and Europe project on nitrogen fixation and water balance studies.** Vienna: FAO-RNEA, 1993. 58 p.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais:** para uma agricultura saudável. Campinas: Buena Mendes Gráfica e Editora, 1999. 79p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** São Paulo: Nobel, 2009, 467 p.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **MB-4 - Agricultura sustentável:** trofobiose e biofertilizantes. Alagoas: MIBASA, 2000. 273 p.

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

POLTRONIERI, M. C.; BOTELHO, S. M.; LEMOS, O. F. de; ALBUQUERQUE, A. S.; SILVA JÚNIOR, A. C. da; PALHARES, T. C. **Tratos culturais em pimenta de cheiro (*Capsicum chinense* Jacquin).** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 167).

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

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2004. 549 p.

QUAGGIO, J. A adubação NPK e a qualidade de alguns frutos tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA/ CPATSA / SBCS, 1995. p. 166-194.

RAIJ, B. V. Princípios de correção de adubação para mudas e para produção comercial. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. **Anais...**, Piracicaba: Potafós, 1993. p. 75-84.

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

REIFSCHEIDER, F. J. B. (Org). **Capsicum**: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. 113 p.

RIBEIRO, R. V.; SANTOS, M. G. dos. SOUZA, G. M.; MACHADO, E. C.; OLIVEIRA R. F. de. ANGELOCCI, L. R.; PIMENTEL, C. Environmental effects on photosynthetic capacity of bean genotypes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.615-623, 2004.

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

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

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

RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, p. 7-15, 2006.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C.; DURINGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R. da; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAYVATI, R.; PEREIRA, V. de P. **Maracujá para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília, DF: EMBRAPA. SPI, 1996. 64p. (Publicações Técnicas Frupex, 19.)

SANTOS, A. C. V. A ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti fitoprotetor em lavouras comerciais. In: ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS: controle ecológico de pragas e doenças, 1., 2001, Botucatu. **Resumos...** Botucatu. Agroecológica, 2001. p. 91-96.

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

SANTOS, A. C. V. dos; AKIBA, F. **Biofertilizante líquido**: uso correto na agricultura alternativa. Rio de Janeiro: Imprensa Universitária, 1996. 35 p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT**: user's guide. Cary, NC: SAS INSTITUTE, 1993. 1022p.

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

SERRANO VÁZQUEZ, J. O.; CURRIEL RODRIGUEZ, A.; AYALA HERNÁNDEZ, J. Utilización de un biofertilizante en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en Chapingo, México. **Revista Chapingo**, v. 1, p. 95-99, 1995.

SILVA B. M.; CARVALHO A. F. **Novo supermagro**: o biofertilizante. Viçosa: CTA/ZM. 2000. 16 p.

SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, M. Doses de matéria orgânica na produtividade da cultura da alface em solo eutrófico na região de Mossoró.

CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41., 2000, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: SOB, 2000, p.56-57.

SILVA, M. A. G. **Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido.** 1998. 86 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SILVA, M. C. L. da.; FILHO, H. P. L.; SÁ, V. A. de. L; SANTOS, V. F. dos.; FIGUÊREDO, A. de. C. Fertilização orgânica e controle alternativo de pragas e doenças em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003.

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

SILVA, R. M.; BRUNO, G. B.; LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A. Efeito de diferentes fontes de matéria orgânica na cultura do tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.). **Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 10, n. 1 e 2, p. 37-47, 1989.

SOUSA, J. M. P. F. de.; LEAL, M. A. de. A.; ARAÚJO, M. L. de. Produção de mudas de tomateiro utilizando húmus de minhoca e cama de aviário como substrato e o biofertilizante Agrobio como adubação foliar. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.2, 2003.

SOUSA, M. J. R. de; MELO, D. R. M. de; FERNANDES, D.; SANTOS, J. G. R. dos; ANDRADE, R. Crescimento e produção do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista Verde**, v. 4, n. 4, p. 42 – 48, 2009.

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

SOUZA, J. L. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura do pimentão em sistema orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41., 2000, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: SOB, 2000, p. 828-829, 2000.

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

SOUZA, J. M. P. F. de; LEAL, M. A. de A.; ARAÚJO, M. L. de. Produção de mudas de tomateiro utilizando húmus de minhoca e cama de aviário como substrato e o biofertilizante Agrobio como adubação foliar. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. Suplemento CD.

STRECK, N. A. Climate change and agroecosystems: the effect of elevated atmospheric CO₂ and temperature on crop growth, development, and yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 730-740, 2005.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1351-1359, 2006.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. Análises de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p

TIBAU, A. O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. Ed. 2, São Paulo: Nobel, 1983, 220 p.

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

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

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

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

VILLAS BOAS, R. L.; KANO, C.; LIMA, C. P.; MANETTI, F. A.; FERNANDES, D. M. Efeitos de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional e através da fertirrigação na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 801-802, 2000.

WHEELER, T. R.; CRAUFURD, P. Q.; ELLIS, R.H.; PORTER, J. R.; VARA PRASAD, P. V. Temperature variability and the yield of annual crops. **Agriculture, Ecosystems, and Environment**. Amsterdam, v. 82, p. 159-167. 2000.

YAMAMOTO, S.; NAWATA, E. *Capsicum frutescens* L. in southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. **Economic Botany**, v. 59, n. 1, p. 18-28, 2005.

ZEWDIE, Y.; BOSLAND, P. W. Evaluation of genotype, environment, and genotype by environment interaction for capsaicinoid in *Capsicum annum*. L. **Euphytica**, v. 111, p. 185-190, 2000.

ANEXOS

Anexo A. Custos de produção de 200 litros do biofertilizante supermagro, em Teresina, Piauí, 2010.

Ingredientes	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Preço Total (R\$)
Água	100,00	L	-	-
Esterco fresco	24,00	L	-	-
Sulfato de zinco	1,60	Kg	7,50	12,00
Sulfato de magnésio	1,60	Kg	4,50	7,20
Cloreto de cálcio	1,60	Kg	7,00	11,20
Sulfato de manganês	0,24	Kg	105,34	25,28
Sulfato de ferro	0,24	Kg	37,10	8,90
Sulfato de cobre	0,24	Kg	15,00	3,60
Bórax (ácido bórico)	1,20	Kg	6,50	7,80
Sulfato de cobalto	0,04	Kg	280,00	11,20
Molibdato de sódio	0,08	Kg	280,00	22,40
Fosfato natural	2,03	Kg	1,00	2,03
Cinza de madeira	1,04	Kg	-	-
Leite	3,00	L	1,87	5,61
Rapadura	2,00	Und.	0,75	1,50
Mistura proteica	7,00	Und.	9,77	68,39
				187,11

O valor de um litro do biofertilizante "supermagro" foi de R\$ 0,94

Anexo B. Custos da mistura proteica usada para a produção do biofertilizante "supermagro", em Teresina, Piauí, 2010.

Ingredientes	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Preço Total (R\$)
Água	3	L	-	-
Rapadura triturada	1	kg	1,50	1,50
Fígado moído	0,2	kg	5,80	1,56
Farinha de osso	0,2	kg	2,00	0,40
Calcário calcítico	0,2	kg	1,50	0,30
Leite	3	L	1,87	5,61
Fermento biológico	20	g	0,02	0,40
TOTAL				9,77

Anexo C. Custos de produção de 200 litros do biofertilizante "fermentado biológico", em Teresina, Piauí, 2010.

Ingredientes	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Preço Total (R\$)
Água	100	L	-	-
Esterco fresco	40	L	-	-
MB-4	0,5	kg	16,67	8,33
Folha verde picada	60	L	-	-
Rapadura	12	kg	1,50	18,00
Leite	1	L	1,87	1,87
Fermento ativador	5	Und	3,57	17,85
				46,05

O valor de um litro do biofertilizante "fermentado biológico" foi de R\$ 0,23

Anexo D. Custos do fermento ativador usado para produção do biofertilizante “fermentado biológico”, em Teresina, Piauí, 2010.

Ingredientes	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Preço Total (R\$)
Água	4	L	-	-
Rapadura triturada	1	kg	1,50	1,50
Leite	1	L	1,87	1,87
Caju mofado	2	L	-	-
Fermento biológico	10	g	0,02	0,20
TOTAL				3,57

Anexo E. Custos de produção de 200 litros do biofertilizante “fósforo + potássio”, em Teresina, Piauí, 2010.

Ingredientes	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Preço Total (R\$)
Água	100	L	-	-
Folha verde picada	100	L	-	-
Farinha de osso	15	kg	2,00	30,00
Cinza de madeira	5	kg	-	-
Cascas de ovos	3	kg	-	-
Rapadura	20	kg	1,50	30,00
Leite	20	L	1,87	37,40
Fermento ativador	5	Und	5,64	28,20
Total				125,60

O valor de um litro do biofertilizante “fósforo + potássio” foi de R\$ 0,63.

Anexo F. Custos do fermento ativador usado para a produção do biofertilizante “fósforo + potássio”, em Teresina, Piauí, 2010.

Ingredientes	Quantidade	Unidade	Preço (R\$)	Preço Total (R\$)
Água	4	L	-	-
Rapadura triturada	1	kg	1,50	1,50
Leite	2	L	1,87	3,74
Caju mofado	4	L	-	-
Fermento biológico	20	g	0,02	0,40
TOTAL				5,64

Anexo G. Estimativas dos quadrados médios dos caracteres número de frutos por parcela (NFR), massa de fruto (MFR) e produtividade de frutos (PROD), avaliados na variedade de pimenta Dedo de moça, submetida aos efeitos dos elementos climáticos associados a cinco tipos de fertilizantes, no período de maio a agosto de 2011, em Teresina - PI.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		NFR ¹	MFR ² (g)	PROD ¹ (kg.ha ⁻¹)
Bloco	3	0,032**	0,0007**	0,0538**
Mês	3	0,013**	0,0016**	0,0259**
Fertilizante	4	0,014**	0,0080**	0,0484**
Mês x Fertilizante	12	0,001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0016 ^{ns}
Resíduo	57	0,010	0,0002	0,0034
C.V. (%)		2,50	7,45	2,93

¹ Dados transformados para $x^{0,1}$

² Dados submetidos à transformação inversa (1/x).

^{ns} e **: Não significativo e significativo (P<0,01), respectivamente, pelo teste F.