

WAGNER DA SILVA OLIVEIRA

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE BIOFERTILIZANTE - BIOPROTETOR
NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MELÃO EM ARGISSOLO
VERMELHO AMARELO NO SUDOESTE DA BAHIA**

RECIFE – PE

Dezembro 2011

WAGNER DA SILVA OLIVEIRA

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE BIOFERTILIZANTE - BIOPROTETOR
NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MELÃO EM ARGISSOLO
VERMELHO AMARELO NO SUDOESTE DA BAHIA**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural de Pernambuco, como parte das
exigências do Programa de Pós - Graduação em
Ciência do Solo, para obtenção do título de
Mestre em Ciência do solo.**

R E C I F E – P E

Dezembro 2011

Ficha Catalográfica

- O48e Oliveira, Wagner da Silva
 Eficiência agronômica de biofertilizante – bioprotetor na produtividade e qualidade do melão em argissolo vermelho amarelo no sudoeste da Bahia / Wagner da Silva Oliveira. -- 2011.
 57f.: il.
- Orientador (a): Newton Pereira Stamford.
 Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2011.
 Referências.
1. Cucumis melo 2. Cunninghamella elegans 3. Bactéria diazotrófica de vida livre 4. Biofertilizante de rochas 5. Biofertilizante orgânico e mineral 6. Fertilização do melão I. Stamford, Newton Pereira, orientador II. Título

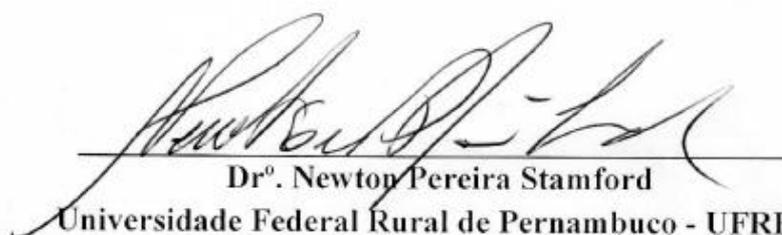
CDD 631.8

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE BIOFERTILIZANTE - BIOPROTETOR
NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MELÃO EM ARGISSOLO
VERMELHO AMARELO NO SUDOESTE DA BAHIA**

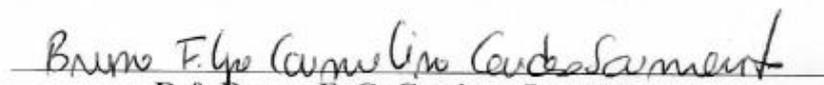
WAGNER DA SILVA OLIVEIRA

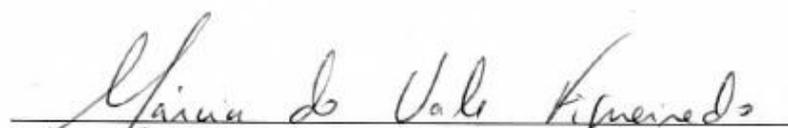
Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em 02 de dezembro de 2011.

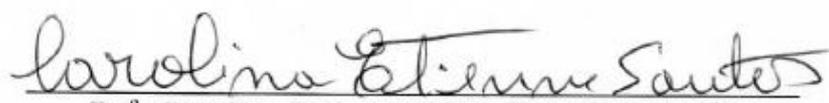
ORIENTADOR:


Dr.º Newton Pereira Stamford
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

EXAMINADORES:


Dr.º Bruno F. C. Cardoso Sarmento
Universidade do Porto (Portugal)


Dr.ª Márcia do Vale Barreto Figueiredo
Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA


Dr.ª Carolina Etienne de Rosália e Silva Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Aos meus pais, Carlos Rodrigues e Susana Maria, meus exemplos de vida, e a razão por eu estar vivendo este momento. Ao meu irmão Fagner, pelo carinho e apoio partilhados nos momentos difíceis.

Aos meus avós Maria Carolina (*in memoria*), Átila e Izidro. “As pessoas mais iluminadas neste mundo”.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida, por sempre me fornecer forças perante as dificuldades para seguir em frente e pelas bênçãos que tem me dado ao longo de minha vida.

Ao SANTO DAIME e o Mestre Irineu que me ensinaram a ser melhor.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo pela oportunidade de realização do curso de mestrado e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro. E a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pelo apoio financeiro na concessão da bolsa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - IF Baiano *campus* Itapetinga – Ba e ao Instituto Agrônomo de Pernambuco pelo apoio logístico, material e humano, fundamentais para a realização deste trabalho.

A meus pais, Carlos Rodrigues e Susana Maria por todo amor, conselho e apoio as minhas decisões durante minha existência.

A meu irmão Fagner pela parceria de sempre.

A minha querida namorada Emmanuella por toda compreensão e ajuda. Sem você seria muito mais difícil a conclusão deste trabalho.

Ao Amigo, Professor e Orientador, Prof^o. Newton Pereira Stamford, pela orientação decidida, por todo o conhecimento, pelos conselhos, nas horas certas, e pelo carinho.

Ao amigo Dr. Tony Jarbas, pelo incentivo, paciência, conhecimento e amizade doada no final da minha graduação.

A todos os professores do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual da Bahia, Campus Juazeiro pelo conhecimento repassado durante o curso.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pelo conhecimento durante o curso de mestrado.

A todos os colegas da turma 2008.2, pelos bons momentos dentro e fora de sala de aula, especialmente: Othon, Jakson Leite, Hugo, José Stênio, Danilo Nunes e Alysson.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo: Airon, Renato e Andesa, pelas horas de estudo e alegrias e amizade. A secretária do programa, Maria do Socorro, pela atenção e carinho.

Aos meus amigos e amigas do Núcleo de Fixação Biológica do Nitrogênio nos Trópicos: Sebastião, Fernando, Wanderson, Hammady e Rosangela pelo enorme carinho e apoio prestado na realização deste trabalho.

A galera da Rua D em Juazeiro, principalmente Qliane, Kirley, Danielle, Jacqueline e Jamile, pela amizade, carinho e momentos alegres que passamos juntos.

Para não pecar por alguma omissão, deixo aqui a minha mais profunda gratidão a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para este feito.

Obrigado a todos, por terem tornado mais suave esta caminhada e desta forma contribuído para a concretização deste ideal.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE SÍMBOLOS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1.0. INTRODUÇÃO	14
2.0. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. Cultura do melão	16
2.2. Biofertilizantes de Rochas (BP e BK)	17
2.3. Biofertilizante misto (BNPK)	21
3.0. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Produção dos biofertilizantes de rochas (BP e BK)	24
3.2. Produção do biofertilizante misto (BNPK)	24
3.3. Produção do biofertilizante-bioprotetor (PNPK)	25
3.4. Experimento em campo	27
3.4.1. Local e solo do experimento em campo	27
3.4.2. Preparo da área experimental	28
3.4.3. Implantação da cultura	28
3.4.4. Delineamento experimental	29
3.4.5. Adubação	29
3.4.6. Determinações no solo	30
3.4.7. Determinações na planta	31
3.4.8. Determinações nos frutos	31
3.4.9. Variáveis climáticas	32
3.5. Análise estatística	33
4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.0. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Preparo do Biofertilizante em canteiro. A: Biofertilizante + Humos de minhoca; B: cultivo de bactéria Diazotrófica NFB 10001; C: Cultura da Bactéria pronta para inocular.	25
2. Preparo do Biofertilizante - Bioprotetor em canteiro. A e B: Inoculação do fungo <i>Cunninghamella elegans</i> ; C: Homogeneização do produto após inoculação.	26
3. Preparo do solo. A: Aração da área; B: Área gradeada; C: Sulcagem da área.	28
4. Adubação do solo. A e B: Aplicação dos tratamentos.	30
5. Temperatura (°C) e Precipitação (mm) registradas pela estação meteorológica durante o período de condução do experimento.	32
6. Efeito da aplicação do Bioprotetor (PNPK), biofertilizante misto (BNPK) e fertilizante convencional (FNPK), na produtividade do meloeiro (cv 10.00) em Argissolo Vermelho Amarelo (textura areno-argilosa) do Sudoeste da Bahia.	34
7. Efeito da aplicação do Bioprotetor (PNPK), biofertilizante misto (BNPK) e fertilizante convencional (FNPK), na biomassa seca da parte aérea do meloeiro (cv. 10.00), no Argissolo Vermelho Amarelo.	39

LISTA DE TABELAS

	Pág.
1. Valores de pH, N total e P e K disponíveis no Biofertilizante misto (BNPK), incubado em canteiros, durante 30 dias, à temperatura ambiente.	26
2. Caracterização química do solo da área cultivada com melão, Itapetinga (BA).	27
3. Caracterização física do solo da área cultivada com melão, Itapetinga (BA).	27
4. Efeito de Bioprotetor (PNPK), Biofertilizante misto (BNPK) e Fertilizante mineral (FNPK) no número de frutos e peso médio dos frutos de melão (<i>Cucumis melo</i>) cultivado em Argissolo Vermelho Amarelo.	36
5. Sólido solúvel total (SST), Acidez total titulável (ATT), Vitamina C e relação SST/ATT em função da aplicação dos tratamentos com Bioprotetor, Biofertilizantes e Fertilizantes químicos, no final da colheita do melão (<i>Cucumis melo</i>) cultivado em Argissolo Vermelho Amarelo.	37
6. N total, fósforo, potássio e enxofre (SO_4^{-2}) na parte aérea do meloeiro, em função da aplicação dos tratamentos de fertilização, ao final do ciclo.	40
7. pH, P disponível, K disponível, Ca trocável e Mg trocável determinados no solo, em função da aplicação dos níveis de Bioprotetor, Biofertilizantes e Fertilizantes químicos, ao final do ciclo do melão (<i>Cucumis melo</i>) cultivado em Argissolo Vermelho Amarelo.	43

LISTA DE SÍMBOLOS

ATT	Acidez total titulável
BK	Biofertilizante potássico
BNPK	Biofertilizante misto
BP	Biofertilizante fosfatado
Ca	Cálcio
DAE	Dias após a emergência
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
FNPK	Fertilizante solúvel comercial
K	Potássio
Mg	Magnésio
N	Nitrogênio
P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico em água (1:2,5)
PNPK	Biofertilizante – Bioprotetor
SO ₄ ⁻²	Sulfato
SST	Sólidos solúveis totais
TFSA	Terra fina seca ao ar

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE BIOFERTILIZANTE - BIOPROTETOR NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MELÃO EM ARGISSOLO VERMELHO AMARELO NO SUDOESTE DA BAHIA

RESUMO

O trabalho visa a produção de Biofertilizante - Bioprotetor (PNPK), a partir de biofertilizantes de rochas com P e K (BP+BK) com adição de enxofre inoculado com *Acidithiobacillus* (S*), em mistura com matéria orgânica (humos de minhoca enriquecida em N pelo processo da fixação biológica do N₂) através da inoculação com a bactéria diazotrófica de vida livre (NFB 10001), e em seguida pela adição de quitosana fúngica (massa micelial de *Cunninghamella elegans* - UCP 542) e sua eficiência agronômica no melão. Conduziu-se um experimento em campo (Argissolo Vermelho Amarelo), localizado no município de Itapetinga, Bahia, no período entre 15 de fevereiro a 25 de abril de 2011. Os tratamentos foram os seguintes: (1) PNPk (4 t ha⁻¹); (2) PNPk (8 t ha⁻¹); (3) PNPk (12 t ha⁻¹); (4) BNPk (8 t ha⁻¹); (5) BNPk (12 t ha⁻¹); (6) FNPk mistura de fertilizante comercial na dose recomendada para melão irrigado (IPA 2008) e (7) Controle com composto orgânico na dose recomendada (IPA 2008). No solo foram determinados: pH, P e K disponível, Ca e Mg trocável, e na planta: biomassa seca da parte aérea, N, P, K e S total acumulado, e nos frutos massa fresca da parte aérea, massa média de frutos, teor de sólidos solúveis totais (° Brix), acidez total titulável (ATT) e vitamina C. Os melhores resultados foram obtidos com FNPk e PNPk nas doses 2 e 3. Ficou evidenciado o efeito positivo do biofertilizante misto (BNPK), especialmente quando adicionado o fungo *C. elegans*. Os melhores resultados para P e K disponível foram obtidos com os biofertilizantes nas doses mais elevadas (8 e 12 t ha⁻¹).

Palavras chave: *Cucumis melo*; *Cunninghamella elegans*; bactéria diazotrófica de vida livre; biofertilizante de rochas; biofertilizante orgânico e mineral; fertilização do melão

AGRONOMIC EFFECTIVENESS OF BIOFERTILIZER - BIOPROTECTOR ON YIELD AND QUALITY OF MELON GROWN IN A RED YELLOW ARGISOIL OF BAHIA SOUTHWESTERN REGION

ABSTRACT

In this study the biomass of *Cunninghamella elegans* was applied to produce the BNPK – Bioprotect, evaluated the agronomic effectiveness of the product on melon yield and in fruit quality. The Biofertilizer-protect (PNPK) was produced from P and K rock biofertilizer (BP+BK) mixed with earthworm compound enriched in N by inoculation with free living diazotrophic bacteria (NFB 10001), and *Cunninghamella elegans* (UCP 542). The Field experiment was carried out in a Red Yellow Argissoil located in the district of Itapetinga (Bahia, Brazil), from 15 February to 25 April, 2011. The treatments were: (1) PNPk (4 t ha⁻¹); (2) PNPk (8 t ha⁻¹); (3) PNPk (12 t ha⁻¹); (4) BNPK (8 t ha⁻¹); (5) BNPK (12 t ha⁻¹); (6) FNPk mixed of conventional fertilizers – recommend rate and (7) Control treatment (organic compound – recommended rate. In soil were analyzed: pH, available P and K, soluble S, exchangeable Ca and Mg, and in plants determined: shoot dry biomass, total N, P, K and S in shoots, fresh biomass of melon fruits, average of fruits biomass, total soluble sugar content (° Brix), total titrate acidity (TTA) and C vitamin. The best results were obtained with the FNPk and PNPk treatments in higher rates (8 and 12 t ha⁻¹). The positive effectiveness of the mixed biofertilizer (BNPK) was evident, especially when added the fungi chitosan by *C. elegans*.

Keywords: *Cucumis melo*; *Cunninghamella elegans*; free living diazotrophic bacteria; rock biofertilizer; organic and mineral biofertilizer; melon fertilization

1.0. INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma olerácea muito apreciada e de grande popularidade no mundo, tendo ocupado em 2005, uma área de 1,24 milhões de hectares, com uma produção de 27,5 milhões de toneladas de frutos e produtividade média de 22,1 t/ha. É bastante cultivada na região semiárida do Brasil, que, atualmente, é um dos maiores produtores de melão da América do Sul, com cerca de 20% da produção total do continente (FAO, 2010). O melão é o segundo colocado em exportações de frutas frescas no Brasil e na safra 2005/2006 mostrou um aumento de 20% na produção, 44% na exportação, 44% no volume e 26% em valor (BRAGA SOBRINHO *et al.*, 2008).

A região Nordeste do Brasil apresenta clima semiárido e alta luminosidade e se destaca como maior produtor de melão, respondendo por 96% da produção do país em 2006, e dentre os estados produtores o Rio Grande do Norte ocupa a liderança na área plantada e na produtividade de frutos, com 49% do total produzido no país, seguido em ordem decrescente, pelos estados do Ceará, Bahia e Pernambuco nos pólos de fruticultura irrigada do vale do São Francisco (IBGE, 2010), sendo a maior parte da produção direcionada a importação para a Europa, principalmente Espanha.

A utilização de fertilizantes solúveis é de grande importância para uma boa produtividade, entretanto, a sua aplicação por agricultores de baixa renda é dificultada pelo preço elevado dos fertilizantes solúveis, e também pela sua rápida solubilização e percolação no solo (MOURA *et al.*, 2007). Numa agricultura moderna, a exigência do uso de fertilizantes e corretivos tem a finalidade de proporcionar incremento na produção de alimentos, atender os critérios econômicos, e também conservar a fertilidade e a biodiversidade do solo, procurando minimizar danos ao ambiente (RAIJ, 1986, STAMFORD *et al.*, 2008a).

Uma alternativa para uma fertilização efetiva e econômica é a aplicação de biofertilizante produzido a partir de rochas fosfatadas e potássicas com adição de enxofre elementar inoculado com bactérias oxidantes do enxofre do gênero *Acidithiobacillus*. Essas bactérias são de grande importância na reciclagem de elementos no solo, enquanto algumas espécies são de reconhecida relevância na disponibilização de nutrientes de rochas (STAMFORD *et al.*, 2006b; 2008b). Entretanto, os biofertilizantes de rochas fosfatadas e potássicas não disponibilizam nitrogênio para as plantas. O nitrogênio é um dos nutrientes minerais mais importantes para o crescimento e o desenvolvimento dos organismos, uma vez que faz parte de compostos químicos como proteínas, ácidos nucléicos, e outros componentes essenciais para toda forma de vida.

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é um processo biológico dos mais importantes, especialmente a que envolve o sistema simbiótico entre leguminosas e as bactérias rizóbios; as bactérias diazotróficas de vida livre (não simbióticas) e as associativas dos gêneros *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Gluconacetobacter*, e outros que vivem principalmente associadas a gramíneas (BALDANI *et al.* 1997). Esses microrganismos apresentam grande potencial para aumentar o desenvolvimento de plantas de diferentes espécies (REIS JUNIOR *et al.* 2004).

Em sistemas agrícolas, as bactérias de vida livre aeróbicas e microaeróbicas como *Azotobacter*, *Beijerinckia* e *Derxia*, têm um grande potencial para a inoculação de resíduos orgânicos urbanos (DÖBEREINER, 1961), e muitos outros materiais orgânicos, principalmente os que apresentam alta relação C:N (HILL e PATRIQUIN, 1995). Por outro lado, a mistura de biofertilizante de rochas com resíduos orgânicos como, por exemplo, húmus de minhoca, inoculado com bactéria diazotrófica de vida-livre efetiva na fixação do N₂ podem complementar a fertilização do solo disponibilizando nitrogênio para as plantas.

O biofertilizante misto além de ser uma fonte alternativa de adição de nutrientes para as plantas, especialmente quando inoculado com o fungo *Cunninghamella elegans*, que contem considerável quantidade de quitina e quitosana em sua parede celular (FRANCO *et al.* 2004), pode atuar como substância antifúngica e fungistática (STAMFORD *et al.* 2007).

O objetivo geral do presente trabalho foi o de produzir e verificar o potencial agrônômico do biofertilizante misto, produzido a partir de biofertilizante de rochas com fósforo (fosfato natural de Irecê - BA) e com potássio (biotita xisto - PB), por adição de enxofre elementar inoculado com a bactéria oxidante do enxofre *Acidithiobacillus*, em mistura com matéria orgânica de nova geração (humos de minhoca), enriquecido em N, através da inoculação da bactéria diazotrófica de vida livre (NFB 10001). O biofertilizante - bioprotetor, com adição do fungo *Cunninghamella elegans* incorpora quitina e quitosana fúngica. Os dois produtos foram comparados com fertilizantes químicos convencionais, na cultura do melão em um Argissolo Vermelho Amarelo, na região Sudoeste da Bahia cultivado com melão.

2.0. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do melão

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma espécie polimórfica pertencente à família das Cucurbitaceas. É uma planta anual, herbácea, rasteira, de haste sarmentosa e tem como provável centro de origem a África Tropical (SEYMOUR e MCGLASSON, 1993). O melão é uma olerícola de grande expressão econômica e social na região Nordeste do Brasil, e é responsável pela maior parte da produção do país, sendo os estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco que mais contribuem para a produção nacional.

O melão foi introduzido comercialmente no Brasil na década de 60, e suas principais áreas produtoras eram os estados de Rio Grande do Sul e São Paulo, com produtividade e qualidade bastante limitada (ARAÚJO *et al.* 2003). Nos últimos anos, devido às condições de solo e clima, a região Nordeste do Brasil passou a responder por mais de 90% do melão produzido no país, destacando-se os estados do Ceará e Rio Grande do Norte (IBGE, 2009). Atualmente, o melão é considerado como a oitava fruta mais produzida mundialmente. A China é o país com maior produção, em torno de 34 % da produção mundial, seguida pela Turquia, Irã, Estados Unidos e Espanha. Esses países contribuem com mais de 60% da produção mundial (FAO, 2006). A Espanha está na primeira colocação em relação aos países exportadores, seguido pela Costa Rica, Honduras, Estados Unidos e o Brasil, que no momento responde por cerca de 9% do total das exportações mundiais de melão. As exportações brasileiras registraram um grande incremento nos últimos seis anos, passando de 45,7 mil toneladas em 1997 para cerca de 160 mil toneladas em 2006 (FAO, 2007).

No Brasil, o melão é uma das frutas tropicais de maior interesse devido à sua grande expansão nos últimos 20 anos, ocupando o segundo lugar em exportações de frutas frescas (BRAGA SOBRINHO *et al.*, 2008), que na safra 2005/2006 mostrou um aumento de 20% na produção, acompanhado por aumento na exportação correspondendo a 44% em volume e 26% em valor. Além disso, a cadeia produtiva do melão gera em torno de 28.000 empregos diretos e 94.000 empregos indiretos. A produção passou de 37 mil toneladas anuais em 1981 para 352 mil toneladas em 2005 (FAO, 2007). A produtividade média varia de acordo com a variedade e manejo, estando estimada em torno de 12 a 18 toneladas de frutos/hectare/ano (SEBRAE, 2009).

No cenário internacional, o melão brasileiro tem pouca expressão em termos de área cultivada (1,2%) e de produção (0,8%). No entanto, destaca-se nas exportações, tendo sido o terceiro no ranking dos países exportadores em 2006 (FAO, 2009), e em 2010 desponta na lista das exportações de frutas frescas, apesar do recuo de 13,16% no volume embarcado em 2009,

sendo o Nordeste o primeiro no ranking nacional, com cerca de US\$121,9 milhões de dólares. A qualidade e o sabor do melão brasileiro conquistaram o paladar de consumidores europeus (POLL *et al.*, 2011).

O Nordeste brasileiro com regiões de clima semi-árido, quente e seco, produz frutos que apresentam teor de açúcar elevado, além de sabor agradável, com mais aroma e também maior resistência, característica importante para a comercialização, principalmente para exportação e a conservação pós-colheita (FILGUEIRAS, 2000). O clima é um fator que exerce influência substancial na produção e qualidade do melão especialmente os fatores temperatura, luminosidade e umidade.

A temperatura é o principal fator climático que afeta a cultura do melão, influenciando desde a germinação de semente até a qualidade do fruto. Para o crescimento de raízes, a temperatura ótima é de 15 a 20 °C (WHITAKER e DAVIS, 1962). Em temperaturas abaixo de 12 °C o crescimento vegetativo é paralisado, e acima de 40 °C é prejudicado, e a faixa ótima de temperatura durante todo o ciclo do meloeiro encontra-se entre 25 e 35 °C (SOUZA, 2006). Em baixas temperaturas (15-20 °C), a ramificação é afetada prejudicando o desenvolvimento das plantas (OHARA *et al.*, 2000).

Além dos fatores climáticos o tipo de solo, espaçamento entre plantas, densidade de plantio, poda de condução, tratos culturais, polinização e fertilização, são os aspectos que influenciam no desenvolvimento e produção do meloeiro. Para um bom desenvolvimento, o meloeiro necessita de solos com pH entre 5,4 a 7,2 (BERNADI, 1974; FILGUEIRA, 1987), solos leves, profundos, com boa drenagem, textura franco-arenosa e areno-argilosa, que permita o estabelecimento do sistema radicular (SOUSA *et al.*, 1999; HILLE, 1982).

2.2. Biofertilizantes de Rochas

A adubação é uma prática extremamente importante para o desenvolvimento e produção das culturas, e os altos custos dos fertilizantes solúveis contribuem diretamente para reduzir a sua aplicação por agricultores de baixa renda (SANCHEZ, 2002). Uma adubação adequada e bem equilibrada beneficia o produtor em termos de qualidade dos frutos obtidos, estado fitossanitário e vigor das plantas, bem como a produtividade de seu pomar (ABREU *et al.*, 2005), principalmente com relação ao nitrogênio, fósforo e potássio. As fontes minerais não ocorrem na natureza em forma diretamente disponível para as plantas e, portanto, devem ser modificadas por processos físicos, químicos ou biológicos, para serem eficientes no fornecimento de nutrientes para as culturas (van STRAATEN, 2002)

A prática de adubação, além de constituir um fator indispensável para o desenvolvimento das mudas, acelera consideravelmente o crescimento e reduz os custos de produção. O fornecimento adequado de nutrientes está diretamente relacionado com a fertilização, onde deve ser de especial importância a disponibilidade desses nutrientes para as plantas de ciclo curto (MALAVOLTA *et al.*, 2002). Para uma produtividade satisfatória é exigido o uso adequado de fertilizantes e de água, e para a intensificação e especialização de sistemas de produção agrícola, deverão ser incrementadas tecnologias inovadoras e específicas para solos e plantas (LAL, 2000).

O nitrogênio e o fósforo são os nutrientes que mais comumente limitam a produção, por estarem no solo em proporções abaixo dos níveis necessários para as plantas. O potássio também é um nutriente exigido em grande proporção, sendo as necessidades muito maiores que as de fósforo, e da mesma ordem de grandeza que as exigências de nitrogênio, quando se considera a quantidade dos três elementos na planta (MALAVOLTA *et al.*, 2002).

O fósforo (P) desempenha papel importante na floração e frutificação das plantas, e particularmente do meloeiro, agindo como fator decisivo na qualidade dos frutos. Segundo HOLANDA *et al.* (2008) o fósforo é nutriente com finalidade energética, que faz parte do ATP e participa da síntese de vários compostos orgânicos. Segundo FARIA e FONTES (2003), o fósforo desempenha função importante na fase reprodutiva da planta, tendo sido constatado maior número de frutos resultante da aplicação deste nutriente. Nas plantas, constitui os fosfolipídios e ácidos nucléicos, e a sua redução implica, principalmente, em queda no crescimento, na produção e por consequência no valor alimentício das culturas (CASTRO e MELGAR, 2005).

As rochas fosfatadas são usadas como matérias-primas para a produção de fertilizantes fosfatados de alta solubilidade, como fontes de aplicação direta na agricultura, ou podem ser utilizadas para fabricação de biofertilizantes de rochas, (STAMFORD, *et al.* 2005). No que se refere à aplicação direta, alguns fatores podem influenciar a efetividade de fosfatos naturais aplicados no solo, tais como: mineralogia do fosfato natural, reatividade do fosfato, tamanho do grão e área superficial, atributos físicos e químicos do solo, especialmente pH, capacidade do solo na manutenção de umidade, estado nutricional da planta, principalmente quanto a Ca e P, capacidade de fixação de P do solo, espécie cultivada e seu requerimento nutricional, práticas de manejo, incluindo método e tempo de aplicação, e calagem do solo (Van STRAATEM, 2002).

Considerando que os solos brasileiros são deficientes em fósforo disponível e que os fosfatos são recursos naturais não renováveis (ARAÚJO *et al.*, 2008; LEÃO *et al.*, 2007), há necessidade em utilizá-lo eficientemente. A crescente conscientização ambiental nos últimos

anos, e, principalmente, a escassez de matéria-prima para produção de fertilizantes minerais, despertou o interesse de vários pesquisadores (LIMA 2005; MOURA *et al.*, 2007; STAMFORD *et al.*, 2004b), em pesquisar outras fontes de fertilizantes para uso agrícola como biofertilizantes.

Os fertilizantes fosfatados solúveis como os superfosfatos e os termofosfatos requerem um alto consumo de energia, matéria prima importada e pessoal especializado. Um método químico bastante utilizado para melhorar a eficiência dos fosfatos naturais, é a sua acidificação parcial, mas, outro método que pode contribuir para aumentar a eficiência dessas rochas na disponibilização de nutrientes é a solubilização biológica produzida por alguns grupos de microrganismos (NAHAS *et al.*, 1994; WHITELOW, 2000; STAMFORD *et al.*, 2004a, 2008b).

Os microrganismos utilizados como solubilizadores podem propiciar a dissolução dos fosfatos insolúveis pela produção de ácidos inorgânicos ou orgânicos e/ou pela redução do pH, que pode liberar fosfato disponível (HE *et al.*, 1996). STAMFORD *et al.* (2004a, 2004b, 2005 e 2008a), utilizando rochas fosfatadas com adição de enxofre elementar inoculado com *Acidithiobacillus*, produziram biofertilizantes com fósforo, cuja eficiência agrônômica foi avaliada em leguminosas inoculadas com estirpes de rizóbios efetivas, em solos com baixo P disponível, e obtiveram excelentes resultados.

O potássio é um dos dez elementos mais abundantes na crosta terrestre, contudo somente na natureza ocorre na forma de composto. Além dos típicos minerais, formados por cloretos e sulfatos, o potássio encontra-se na composição de inúmeros outros componentes minerais; com teores acima de 10% de K₂O, em nove dezenas; entre 2% e 10% de K₂O, em mais de duas centenas, em partículas do grupo dos feldspatos alcalinos e das micas (NASCIMENTO e LAPIDO-LOUREIRO, 2004). No Brasil, as reservas de sais de potássio são da ordem de 14 bilhões de toneladas, das quais 65% estão localizadas nas Bacias Sedimentares de Sergipe e Alagoas e na Bacia do Amazonas (DNPM, 2005). Dentre os fertilizantes, o potássio é o segundo mais utilizado no Brasil, sendo quase inteiramente atendido por importações, calculada em mais de 6 milhões de toneladas, e o país tem como produção atual apenas cerca de 650 mil t (ROBERTS, 2004).

A necessidade da aplicação de fertilizantes com potássio é amplamente reconhecida e sua importância é de caráter fundamental para o Brasil, tendo em vista que é um insumo produzido por empresas estrangeiras, principalmente Canadá, Alemanha e Rússia, e cerca de 90% da necessidade atual brasileira é obtida por importação (ROBERTS, 2004).

Minerais com potássio, como por exemplo, as biotitas, após os processos de moagem e peneiramento, são de emprego limitado pela sua baixa eficiência agrônômica e em função do reduzido teor de potássio solúvel (BALLESTERO *et al.* 1996). O uso de microrganismo, como a

bactéria oxidante de enxofre *Acidithiobacillus*, pode atuar na solubilização do potássio desses minerais liberando quantidades suficientes de K disponível para o meio e possibilitando a utilização pelas plantas (STAMFORD *et al.*, 2002).

O potássio é o nutriente mais utilizado pelo melão, seguido do nitrogênio. Os dois participam com 45% e 38% do total de nutrientes extraídos, respectivamente (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2006); e ao contrário do nitrogênio e do fósforo, não forma compostos orgânicos, contudo está envolvido em vários processos bioquímicos e fisiológicos, sendo encontrado na forma do íon K^+ . O aumento na produtividade do melão, causado pela adição de potássio, promove aumento no peso médio e na qualidade dos frutos, em virtude do papel importante do potássio na translocação dos carboidratos (PRABHAKAR *et al.*, 1985; FARIA e FONTES, 2003). Estudos apontam a influência positiva do potássio sobre peso e número de frutos de melão. Além disto, as mudanças no teor de sólidos solúveis durante o amadurecimento do fruto correlacionam-se positivamente com o pH e a disponibilidade de sódio e potássio.

A aplicação de S elementar inoculado com bactérias do gênero *Acidithiobacillus* ao solo tem grande significado agrônomo, primeiro, pela produção de SO_4^{2-} , que também é requerido em grandes quantidades pelas plantas, e segundo, pela ação direta e indireta do H_2SO_4 sobre o pH do solo, especialmente para aplicação em solos de pH elevado (STAMFORD *et al.* 2008b).

O uso de microrganismos na solubilização de nutrientes de rocha vem recebendo a atenção dos pesquisadores (BALLESTERO *et al.*, 1996; NAHAS, 1999). Na solubilização de rochas vêm sendo utilizadas as bactérias oxidantes do enxofre do gênero *Acidithiobacillus* (KELLY e WOOD, 2000), que ocorrem naturalmente nos solos agrícolas. Entretanto, alguns trabalhos realizados sem a adição da bactéria específica mostraram que a sua atuação na solubilidade de fosfatos naturais é lenta e com resultados bastante variáveis (OLIVEIRA *et al.*, 1977, LOMBARDI, 1981). Por outro lado, a adição da bactéria em concentração conhecida e aplicada diretamente no enxofre elementar deverá promover ação mais rápida e eficiente, favorecendo o desenvolvimento das plantas (STAMFORD *et al.*, 2003, 2004a, 2005 e 2006b). As bactérias oxidantes do enxofre são de grande importância na ciclagem de elementos no solo, enquanto algumas espécies são de reconhecida relevância na disponibilização de nutrientes de rochas (STAMFORD *et al.*, 2006b). O ácido sulfúrico produzido na reação microbiana pode atuar nos minerais, disponibilizando nutrientes, bem como promovendo redução no pH do solo (HE *et al.*, 1996; STAMFORD *et al.*, 2004).

Os biofertilizantes de rochas, todavia, não fornecem nitrogênio para a cultura, sendo esse um dos nutrientes mais limitantes para a produção agrícola, uma vez que o N ocorre em solos principalmente na forma de nitrato, que é facilmente percolado, e normalmente encontra-se no

solo em proporções abaixo dos níveis necessários para o desenvolvimento normal das plantas. Desse modo, alguns resíduos orgânicos também denominados como matéria orgânica de nova geração, assim denominados porque não apresentam problema ambiental, podem servir como alternativa para o fornecimento desse elemento para as plantas. Esses materiais estão sendo utilizados para o aporte de N e são aplicados principalmente na agricultura orgânica, mesmo apresentando baixa concentração de nitrogênio (CHEPOTE, 2003).

SANTOS *et al.* (2002) relatam que as bactérias do gênero *Acidithiobacillus*, que solubilizam fosfatos, interagem com bactérias fixadoras de nitrogênio, favorecendo o processo simbiótico e o desenvolvimento das plantas. O aumento do P disponível proporciona um adequado balanço nutricional do elemento na planta hospedeira, estimulando o crescimento e a produção de fotossintatos requeridos pelo simbionte e necessários para suprir a demanda por energia, otimizando o processo de fixação biológica de N₂ (BURITY *et al.*, 2000).

LIMA *et al.* (2007a) em pesquisa com alface em Latossolo Amarelo húmico confirmaram a eficiência de biofertilizante de rocha fosfatada (fosfato natural) e rocha potássica (biotita xisto), mais enxofre inoculado com *Acidithiobacillus*, em mistura com húmus de minhoca, aplicado em dois ciclos de cultivo consecutivos. O biofertilizante misto mostrou ser uma fonte alternativa sem afetar o pH do solo e a produtividade da cultura, e foi verificado efeito residual do biofertilizante misto, e bem como maior incremento no P disponível do solo.

A eficiência agrônômica do biofertilizante de rocha, foi avaliado em vários solos brasileiros e culturas econômicas como o feijão caupi, cana-de-açúcar, alface, uva e melão (STAMFORD *et al.*, 2004b, 2006b; LIMA *et al.*, 2007a; MOURA, 2006; MOURA *et al.*, 2007, ANDRADE, 2007), com relevantes resultados, quando comparados com fertilizantes solúveis convencionais.

2.3. Biofertilizante Misto (BNPK)

O rendimento da maioria das culturas pode ser incrementado através da aplicação de fertilizantes, especialmente nitrogênio, que é aplicado aos solos em grandes quantidades. No entanto, os custos crescentes dos fertilizantes, a dependência de recursos não renováveis para produção de fertilizantes e os custos ambientais associados ao uso de fertilizantes leva à busca de alternativas de fertilização (ROESCH *et al.*, 2005). A fim de reduzir os custos de produção e o uso de recursos naturais finitos, muitos pesquisadores procuram alternativas para substituir fertilizantes minerais sintéticos por biofertilizantes orgânicos (VILLELA JUNIOR *et al.* 2003, MOURA *et al.* 2007, STAMFORD *et al.* 2007, 2008a; van STRAATEN 2002).

A busca por alternativas para aumentar da produção agrícola tem incrementado o uso de processos biotecnológicos. Os microrganismos decompõem ativamente a matéria orgânica, disponibilizando nutrientes e energia, produzem substâncias que auxiliam na agregação do solo, estimulam o crescimento vegetal, além de incorporar nutrientes, como o nitrogênio, através do processo de fixação biológica (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

É reconhecido que o processo da fixação biológica de nitrogênio atmosférico é um dos mais importantes na natureza, sendo realizada por bactérias conhecidas como diazotróficas, que podem ser simbióticas, associativas e não simbióticas ou de vida livre (REIS *et al.*, 2006). As bactérias diazotróficas possuem um complexo enzimático denominado de nitrogenase, que são capazes de quebrar a tripla ligação existente na molécula de N₂ (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

As bactérias diazotróficas associativas e simbióticas, normalmente realizam uma maior contribuição nos ecossistemas, fixando de 20 a 100 kg ha ano⁻¹ de N e 30 a 200 kg ha ano⁻¹ de N, respectivamente. Entretanto, as diazotróficas de vida livre, que não necessitam de planta hospedeira, são as que apresentam um maior potencial para serem utilizadas como alternativa para o enriquecimento dos resíduos orgânicos em nitrogênio. As bactérias diazotróficas de vida livre abrangem microrganismos que podem ser encontrados no solo e em ambientes aquáticos, e necessariamente não fazem parte de estruturas mutualísticas ou associativas (CASSINI, 2007).

Desse modo, alguns resíduos orgânicos também denominados como matéria orgânica de nova geração, estão sendo utilizados para o aporte de N e inclusive são passíveis de serem aplicados na agricultura orgânica. Estes resíduos melhoram as condições físicas do solo, não causam problemas ambientais, contribuem para o aumento da atividade biológica e o fornecimento de nutrientes para a planta (CHEPOTE, 2003), embora apresentem baixa concentração de nitrogênio. A inoculação com bactérias diazotróficas de vida livre vem se tornando uma alternativa para o enriquecimento de resíduos orgânicos em nitrogênio, e representam uma nova estratégia para produção de biofertilizante (LIMA *et al.* 2010).

O biofertilizante misto além de ser uma fonte alternativa de adição de nutrientes para as plantas, quando inoculado com o fungo *Cunninghamella elegans*, que contém considerável quantidade de quitina (14%) e quitosana (8%) em sua parede celular (FRANCO *et al.* 2004), pode atuar como bioprotetor devido a suas propriedades antifúngicas e fungistáticas (STAMFORD *et al.*, 2007). Deve ser salientado que o fungo *C. elegans* também pode aumentar a disponibilização de fósforo pela formação de polifosfato inorgânico e nitrogênio através da composição química da quitosana (FRANCO, 2005).

Em trabalho realizado por ANDRADE *et al.* (2009) as maiores doses de biofertilizante aplicadas na cultura do feijão caupi, proporcionaram maior produção de biomassa seca da parte aérea e favoreceram a nodulação por inoculação com *Bradyrhizobium* efetivo, em comparação com o tratamento com aplicação de fertilizante químico (FNPk), na dose recomendada para a cultura.

3.0. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Produção dos biofertilizantes de rochas (BP e BK)

Para a realização do experimento em campo foram produzidos 4000 kg de cada biofertilizante (fosfatado e potássico), utilizando-se dois canteiros da horta da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, com 10 metros de comprimento, 1 metro de largura e 0,50m de profundidade. As rochas utilizadas na produção dos biofertilizantes foram: fosfato natural (Irecê – BA), com 24 % de P₂O₅ total e a rocha potássica denominada de biotita (biotita xisto (Santa Luzia – PB), com 8 -10 % de K₂O total. Na produção de cada biofertilizante (fosfatado e potássico) foi adicionado enxofre (100 kg de S por 1000 kg de rocha) inoculado com a bactéria oxidante do enxofre *Acidithiobacillus*, conforme descrito em Stamford *et al.* (2007).

3.2. Produção do biofertilizante misto (BNPK)

Para a produção do biofertilizante misto, com a finalidade de obter um biofertilizante misto rico em nitrogênio, fósforo e potássio foi realizada a inoculação com a bactéria diazotrófica de vida livre NFB 10001, isolada por Lima *et al.* (2007). A bactéria diazotrófica de vida livre foi selecionada e catalogada pelo Núcleo de Fixação Biológica do N₂ nos Trópicos da UFRPE, através de ensaios no Laboratório de Microbiologia do Solo.

O biofertilizante misto foi produzido em canteiros (Figura 1) no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), com capacidade para 5 m³, contendo 500 kg de biofertilizante de rocha fosfatada (BP), 500 kg de biofertilizante de rocha potássica (BK) e 3000 kg de húmus de minhoca (HM). Como fonte de carbono para proporcionar melhor crescimento das bactérias diazotróficas de vida livre foi aplicado em cada canteiro, 1 m³ de resíduo de sorvete, cedido pela indústria Unilever Recife (Sorvetes Kibon).

Para a preparação do inóculo a bactéria NFB 10001 foi cultivada em meio de cultura (LG líquido), crescendo em fermentador de vidro com capacidade para 20 L, por 5 dias (\pm 28°C), conforme (Figura 1). Na inoculação utilizou-se 100 mL de inóculo com 5% de concentração para cada 4 dm³ de biofertilizante fosfatado e potássico (BP e BK) com Húmus de minhoca (HM). Foram coletadas amostras em 5 períodos diferentes após a inoculação, (amostragem a cada 7 dias), para a determinação de nitrogênio total, pH, P e K disponíveis (Tabela 3). O N total foi quantificado por digestão sulfúrica, seguida de destilação pelo método de Kjeldhal em analisador automático Kjeltec (modelo 1030). P e K disponível foram extraídos pelo método de Mehlich 1, sendo determinado o P por colorimetria, com leitura efetuada em espectrofotômetro digital

Spectronic Genesys 2 no comprimento de onda de 660 nm, e o K em fotômetro de chama. O pH em água (1,0:2,5) foi realizado por potenciometria (Potenciômetro digital Quimis Mod. 400 A), de acordo com a metodologia da Embrapa (2009).



Figura 1 – Preparo do Biofertilizante em canteiro. **A:** Biofertilizante + Humos de minhoca; **B:** cultivo de bactéria Diazotrófica NFB 10001; **C:** Cultura da Bactéria pronta para inocular.

3.3. Produção do biofertilizante – bioprotetor (PNPK)

Foi produzido também para teste no experimento o biofertilizante - bioprotetor. Trata-se do biofertilizante misto obtido como descrito acima, inoculado com massa micelial do fungo *Cunninghamella elegans* (UCP 542), o qual apresenta considerável quantidade de quitosana em sua parede celular. Para a produção do bioprotetor, o fungo *C. elegans* foi purificado em placas de Petri (meio BDA) por 10 dias a 28⁰ C. A partir da cultura monospórica de *C. elegans*, o fungo da ordem Mucorales foi cultivado em meio Batata-Dextrose (BD) de acordo com Franco (2005), em Erlenmeyers de 2000 mL, sob agitação a 180 rpm (28 °C), durante 96 h. A massa micelial do fungo foi aplicada numa concentração de 10 %, e em seguida feita a aplicação manual com uso

de regador. O material foi incubado por 30 dias, com amostragens semanais para determinação de pH, N total, P e K disponível, da mesma forma descrita anteriormente.

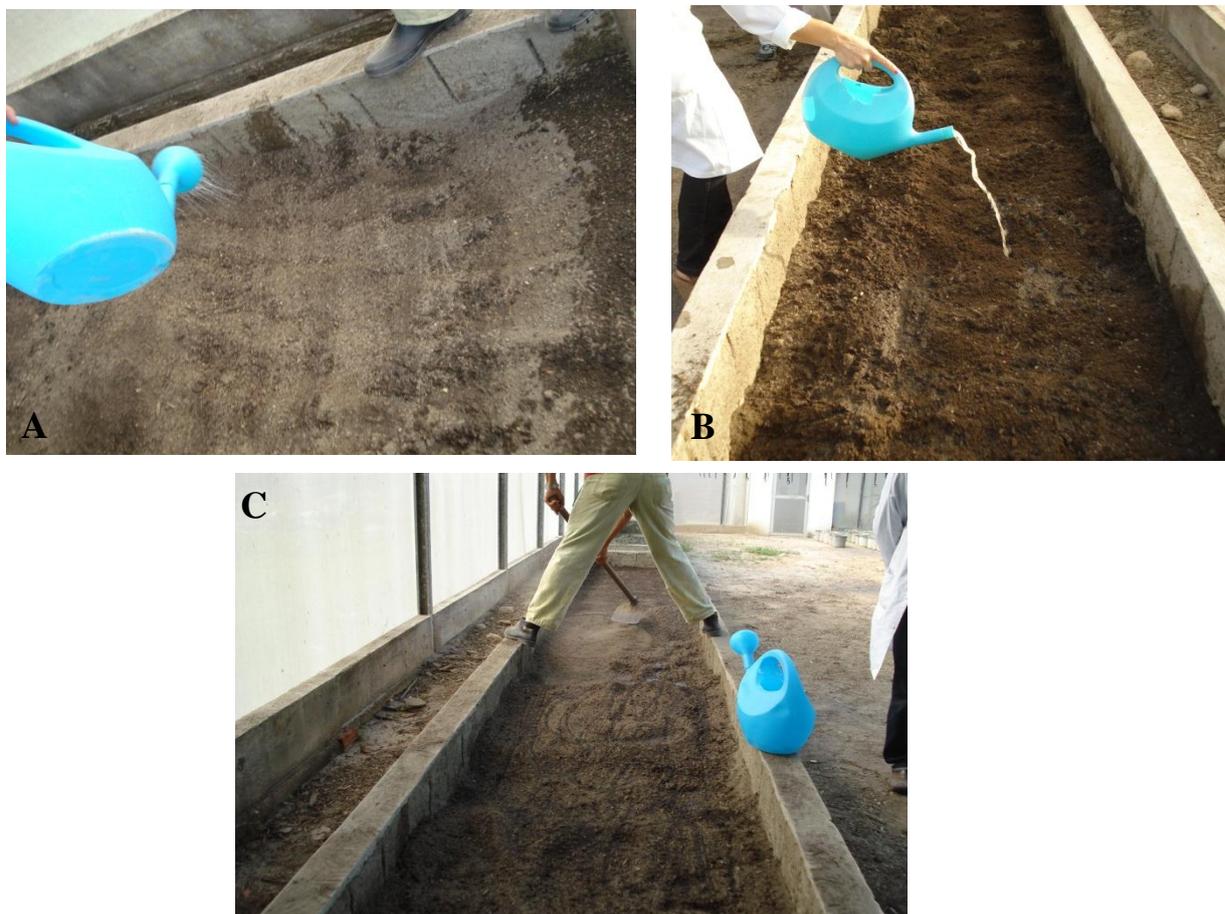


Figura 2 – Preparo do Biofertilizante - Bioprotetor em canteiro. **A e B:** Inoculação do fungo *Cunninghamella elegans*; **C:** Homogeneização do produto após inoculação.

Tabela 1 – Valores de pH, N total e P e K disponíveis no Biofertilizante misto (BNPK), incubado em canteiros, durante 30 dias, à temperatura ambiente.

Períodos	pH	N-total	P disponível	K disponível	Ca trocável	Mg trocável
	H ₂ O _(1:2,5)	g kg ⁻¹				
P0	6,04	4,8	0,82	0,8	0,35	0,39
P7	6,28	5,6	1,23	1,2	0,36	0,41
P14	6,29	7,2	1,36	1,2	0,34	0,45
P21	6,36	8,5	1,37	1,2	0,36	0,46
P28	6,40	10,3	1,39	1,2	0,34	0,45

T0; T1; T2; T3 e T4 referem-se ao período de coletas que foram feitas a cada 7 dias.

3.4.0. Experimento em campo

3.4.1. Localização e classificação do solo

O presente trabalho foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano), *campus* Itapetinga, localizado no município de Itapetinga-BA, no período entre 15 de fevereiro a 25 de abril de 2011. O município de Itapetinga faz parte da Região Sudoeste da Bahia, situando-se em uma faixa de transição entre as áreas úmidas do litoral e a região semiárida do interior baiano. Apresenta relevo local plano a suavemente ondulado, com uma vegetação original de Floresta Estacional Semidecidual, com latitude de 15°18'00"S, longitude de 40°15'32"W, altitude média 268 m e clima do tipo Aw (quente e úmido com estação seca de inverno), segundo a classificação de Köepen, com temperatura do ar média anual de 27,0 °C e umidade relativa do ar de 76%.

O solo usado, de acordo com o Levantamento Exploratório de Reconhecimento dos Solos do Estado da Bahia (Embrapa/Sudene, 1977), foi classificado como um Podzólico Vermelho Amarelo, atualmente classificado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), como Argissolo Vermelho Amarelo textura areno-argilosa. Foram coletadas amostras na camada arável (0-20 cm) e (20-40 cm) com o auxílio de uma sonda, e os resultados das análises químicas e física são apresentados na Tabela 2 e 3.

Tabela 2 - Caracterização química do solo da área cultivada com melão, Itapetinga (BA).

Amostra	pH	P	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺	S	CTC
Prof. (cm)	H ₂ O _(1:2,5)	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----						
(0 – 20)	6,2	22,0	0,12	0,46	4,05	2,60	2,72	7,2	10,0
(20 – 40)	5,6	3,0	0,12	0,27	3,40	1,75	2,64	5,5	8,2

Tabela 3 – Caracterização física do solo da área cultivada com melão, Itapetinga (BA).

Amostra	Granulometria (%)				Umidade Residual	ds ¹	dp ²
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	%	g cm ⁻³	
(0 – 20)	40	30	9	21	2,10	1,40	2,61
(20 – 40)	42	32	7	19	2,15	1,41	2,64

¹Densidade do solo; ²Densidade de partícula.

3.4.2. Preparo da área experimental

No preparo da área do experimento realizou-se a roçagem, seguida de aração, gradagem e sulcagem, para a adição dos respectivos tratamentos (Figura 3).



Figura 3 – Preparo do solo. **A:** Aração da área; **B:** Área gradeada; **C:** Sulcagem da área.

3.4.3. Implantação da cultura

Foram utilizadas sementes do híbrido “10.00” (Siemens), sendo produzidas mudas com o semeio de uma semente por célula. A semeadura foi realizada em 15/02/2011 no IF Baiano. Foram utilizadas bandejas de polipropileno com 450 células, contendo substrato comercial “Vivatto Slim®”, sendo as mudas transplantadas manualmente, dez dias após semeadura (DAS), colocando uma muda por cova. Após uma semana, foi realizado o replantio necessário. As capinas foram realizadas manualmente sempre que necessário.

O melão foi cultivado no espaçamento 2,0 x 0,5 m, contando cada parcela com quatro fileiras de 10 m de comprimento e 8 m de largura, perfazendo uma área total de 80 m², composta por 80 plantas, e com a área útil contendo 36 plantas.

3.4.4. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, composto por 28 parcelas, contando cada parcela com quatro fileiras de 10 m de comprimento e 8 m de largura, perfazendo uma área total de 80 m², composta por 80 plantas, e área útil contendo 36 plantas, totalizando o experimento uma área de 2880 m². Os tratamentos utilizados foram: T1 = Biofertilizante - bioprotetor (PNPK) no nível 1 (4 t/ ha); T2 = Biofertilizante - bioprotetor (PNPK) no nível 2 (8 t/ ha); T3 = Biofertilizante – bioprotetor (PNPK) no nível 3 (12 t / ha); T4 = Biofertilizante misto (BNPK) nível 2 (8 t/ ha); T5 = Biofertilizante misto (BNPK) nível 3 (12 t / ha); T6 = Fertilizantes comerciais (FNPK) e TC = Controle (Húmus de minhoca).

3.4.5. Adubação

Para o cálculo da aplicação de BNPK foi considerado o cálculo de recomendação para fertilização com P e K (fertilizante mineral superfosfato simples e sulfato de potássio). O BNPK foi produzido na proporção MO: BP: BK = (4,0: 0,5: 0,5), com relação ao nitrogênio, considerou o teor de 1% na amostra do biofertilizante (BNPK).

As quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio, para os tratamentos com fertilizante químico (comercial), foram calculadas de acordo com o IPA (2008), em função da análise do solo e da necessidade da cultura. A aplicação dos tratamentos no solo foi realizada em sulcos de 10 m de comprimento, dois dias antes do transplante das mudas para o campo (Figura 4).

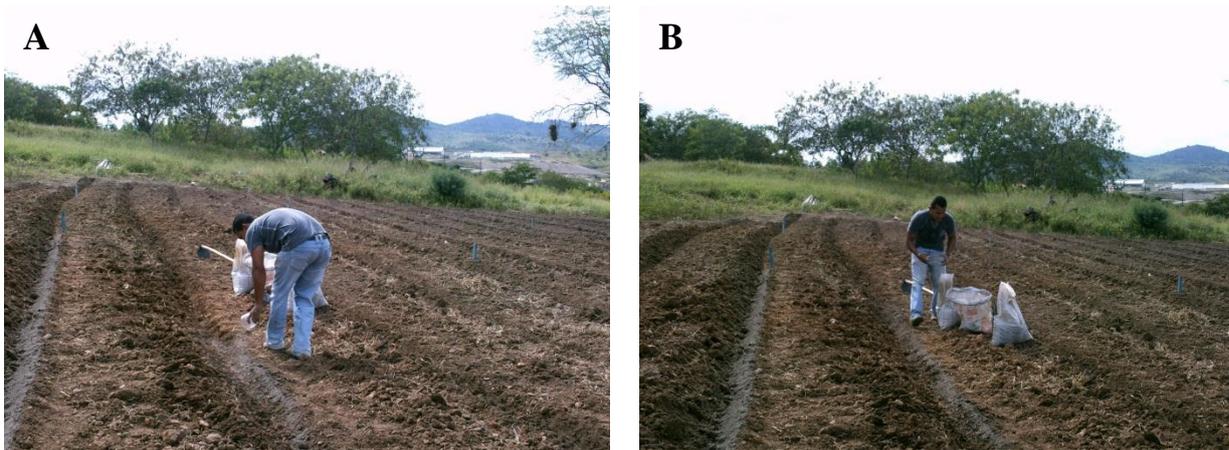


Figura 4 – Adubação do solo. **A e B:** Aplicação dos tratamentos.

3.4.6. Determinações no solo

Para cada parcela foi coletada uma amostra composta de solo, na profundidade de 0-20 cm, no final do ciclo da cultura após a colheita dos frutos, para determinação dos teores de P e K disponível, Ca e Mg trocável e pH, cujas análises foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Agronomia da UFRPE, Recife, Pernambuco.

As amostras de solo foram secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA) utilizada para as determinações químicas, de acordo com a metodologia da Embrapa (2009).

O fósforo foi extraído pela solução extratora (Mehlich 1), também chamada de solução dupla ácida ou de Carolina do Norte, a qual é constituída por uma mistura de HCl 0,05 M e H₂SO₄ 0,0125 M. A determinação foi obtida por leitura da densidade ótica no fotolorímetro, utilizando filtro vermelho de comprimento de onda 660 nm.

O potássio foi determinado após ser deslocado das cargas negativas do solo por meio de uma solução de HCl 0,05 M; este deslocamento para a solução do solo é feito pelo íon H⁺, que passa então a ocupar as suas posições devido à concentração utilizada; posteriormente, a concentração de K⁺ foi determinada por fotometria de chama.

Ca e Mg foram extraídos com solução extratora de KCl 1 mol L⁻¹. As determinações de Ca + Mg trocáveis, foram obtidas pelo método de complexometria, com emprego de EDTA e o Ca trocável pelo método de complexometria com emprego de EDTA e ácido calcon carbônico. O magnésio foi obtido por diferença entre as duas titulações anteriores.

3.4.7. Determinações na planta

As determinações na parte aérea foram realizadas de acordo com as recomendações da Embrapa (2009), sendo as folhas secas em estufa com circulação forçada de ar a 65⁰ C, até atingir peso constante (72 horas). Posteriormente, foi determinada a produção de matéria seca da parte aérea, moída e submetida à digestão nitro - perclórica, de acordo com Malavolta *et al.* (1997). Nos extratos determinou-se P (molibdato de amônio e ácido ascórbico) e S-SO₄⁻² (cloreto de bário), pelo método colorimétrico; K por fotometria de chama, a análise de N total da parte aérea, foi realizada pelo método de Kjeldhal semi-micro (Tedesco *et al.*, 1995). Estas análises foram determinadas no Laboratório de Biotecnologia Ambiental do Departamento de Agronomia da UFRPE-PE.

3.4.8. Determinações nos frutos

O ponto de colheita foi determinado de acordo com o ciclo da cultura. Os frutos foram colhidos aos 70 DAE (dias após emergência). Após a colheita os frutos foram levados para o laboratório do Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos – NECAL da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), sendo avaliada a biomassa fresca da parte aérea (g) e a biomassa média de frutos (g).

A qualidade pós-colheita dos frutos foi avaliada por meio de diversas variáveis, como no suco da polpa dos frutos, determinando-se o teor de sólidos solúveis totais (° Brix), a acidez total titulável e vitamina C.

O teor de sólidos solúveis (SS), vitamina C (vit. C), acidez total titulável (ATT) e relação sólidos solúveis/acidez total (SST/ATT) foram obtidos em 3 frutos coletados por parcela, sendo realizada homogeneização da polpa dos frutos em liquidificador para obtenção do suco, colocado em Becker de 10 mL. As análises foram realizadas no Laboratório do Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos (NECAL) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado com uso de um refratômetro óptico portátil de precisão 0 a 32 °brix, modelo 103, com correção automática de temperatura. A vitamina C foi determinada, imediatamente após o processamento da polpa, por titulometria, utilizando o método da AOAC (1984), com solução de DFI (2,6 diclorofenol – indofenol 0,01%) até coloração róseo-permanente. Utilizou-se 10g de suco diluído em 50 mL de ácido oxálico 2% e os resultados expressos em teor de miligrama de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de suco. A acidez foi determinada por titulação com NaOH (0,1M) até pH 8,1, para tanto foi utilizada amostras da

polpa, de aproximadamente 10g para Erlenmeyer de 125mL, acrescentando-se em seguida 50mL de água destilada (10 mL de suco + 50 mL de água destilada), e como indicador a fenolftaleína de acordo com as normas do (Instituto Adolfo Lutz, 1985). Foi realizada transformação da acidez titulável, segundo Kramer (1973), utilizando-se do fator de correção (volume de NaOH gasto na titulação x 0,0958) que proporcionou valores em mL de ácido cítrico 100 mL⁻¹ de suco (%). A relação entre SST e ATT (RATIO), foi avaliada utilizando o valor do SS obtido no homogêneo de toda polpa. A acidez total titulável (ATT), determinada através de titulometria, como descrita acima.

3.4.9. Variáveis Climáticas

A figura 5 apresenta as temperaturas máxima, média e mínima e a precipitação, observadas no período de duração do experimento 15/02/2011 a 26/04/2011. Os dados foram coletados na Estação Meteorológica instalada no Instituto Federal de Educação Baiano *Campus Itapetinga*, local onde foi conduzido o experimento. A estação meteorológica é administrada pelo INMET (Instituto Nacional Meteorológico) e foram utilizadas médias diárias.

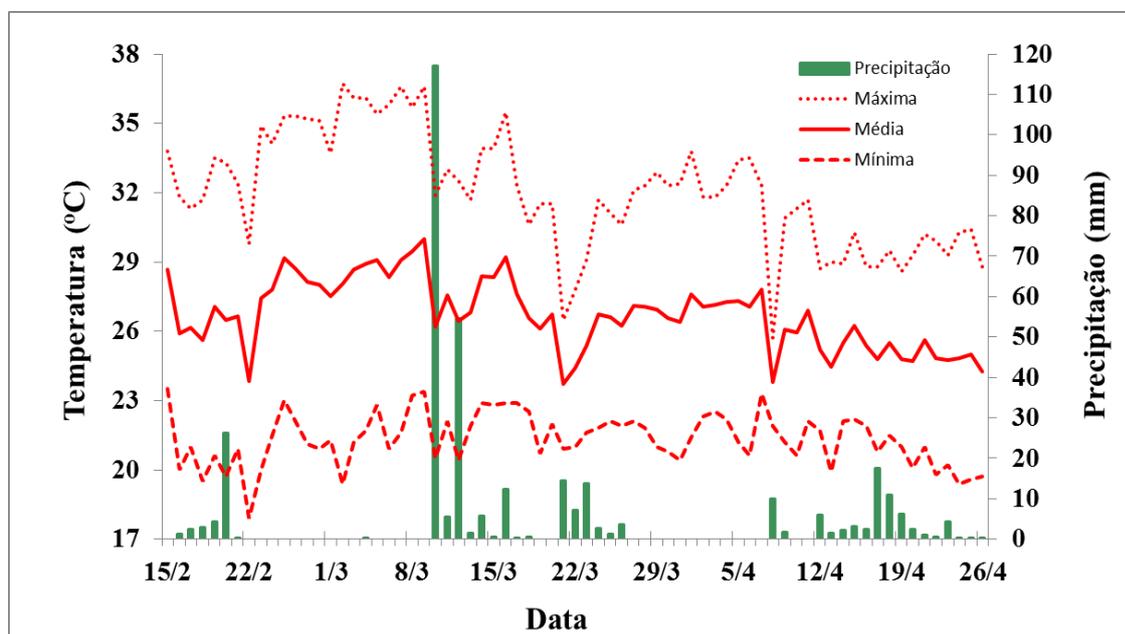


Figura 5 – Temperatura (°C) e Precipitação (mm) registradas pela estação meteorológica durante o período de condução do experimento.

3.5. Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico SAS versão 9.0 (SAS Institute 1996), sendo realizada a ANOVA, e o teste comparativo de médias que tomou como base o Tukey ($p < 0,05$).

4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produtividade

Na Figura 6, estão apresentados valores dos componentes de produtividade de frutos de melão submetidos aos diferentes tratamentos com fontes e níveis de adubação. Foram observados efeitos significativos das diferentes fontes e níveis de adubação sobre a produtividade de melão.

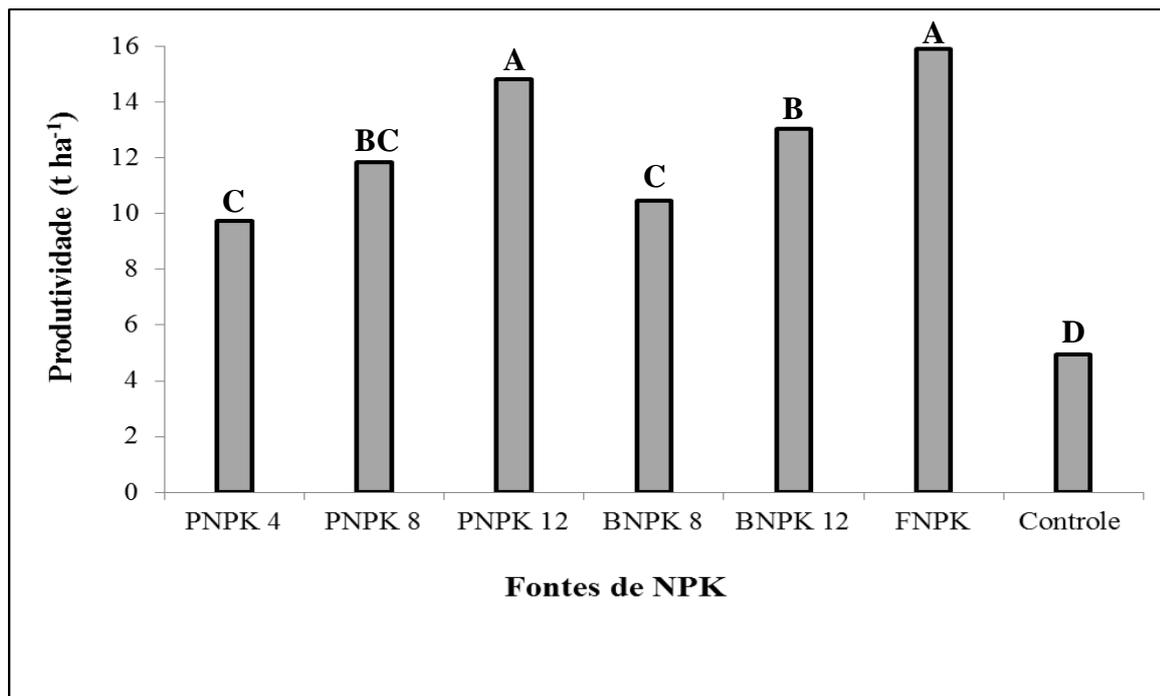


Figura 6 – Efeito da aplicação do Bioprotetor (PNPK), biofertilizante misto (BNPK) e fertilizante convencional (FNPK), na produtividade do meloeiro (cv 10.00) em Argissolo Vermelho Amarelo (textura areno-argilosa) do Sudoeste da Bahia. *Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). C.V. (%) = 6,18.

A adubação com fertilizante comercial promoveu maior produtividade ($15,9 \text{ t ha}^{-1}$), seguido do PNPK na dosagem de 12 t ha^{-1} ($14,8 \text{ t ha}^{-1}$), quando comparado com os outros tratamentos e com o controle ($4,9 \text{ t ha}^{-1}$). Essa diferença de produtividade entre os tratamentos com biofertilizante foi devido às dosagens aplicadas nos tratamentos. As menores doses apresentaram menores produtividades e com relação aos tratamentos Bioprotetor 12 t ha^{-1} e BNPK 12 t ha^{-1} a diferença pode ter ocorrido pelo aumento na disponibilidade dos nutrientes no Bioprotetor, promovida por adição de *Cunninghamella elegans* inoculado no Biofertilizante (BNPK), que produz polifosfato inorgânico e aumenta o teor de N solúvel por cargas promovidas pela desacetilação da quitosana.

Resultados semelhantes foram obtidos por Moura *et al.* (2007), trabalhando com Biofertilizante de rocha fosfatada (BP) e de rocha potássica (BK), em comparação com fertilizantes convencionais, na avaliação comercial do meloeiro no Vale do São Francisco. Pinto *et al.* (2008) trabalhando com o Biofertilizante orgânico (Agrobom) também observaram resultados positivos, quando feita aplicação da substância húmica, e nos dois trabalhos foi utilizado o híbrido AF 682.

Duenhas (2004) avaliando vários adubos orgânicos em meloeiro orgânico verificou maior produtividade utilizando o biofertilizante Agrobom, com as maiores doses de substâncias húmicas (via fertirrigação) e adição de esterco.

Lima *et al.* (2007a) avaliando o efeito residual do Biofertilizante de rocha (BP) e (BK) em alface na região do Cariri, obtiveram resultados interessantes no 1º ciclo da cultura sendo o melhor tratamento a mistura de fertilizante comercial a base de fósforo como superfosfato simples (SFS) e potássio como cloreto de potássio e com o Biofertilizante de rocha fosfatada (BP) e rocha com potássio (BK), na dose mais elevada (o dobro da recomendação). No 2º ciclo, avaliando o efeito residual, os melhores resultados foram obtidos com a mistura de Biofertilizantes de rocha (BP + BK), mostrando o eficiente poder residual do Biofertilizante de rochas com fósforo e com potássio, produzidos com a bactéria *Acidithiobacillus*.

Da mesma forma, para o parâmetro peso médio dos frutos foram observados efeitos significativos dos tratamentos aplicados (Tabela 4). Os melhores resultados foram produzidos com FNPk (1,45 kg), e com o PNPk 12 t ha⁻¹ (1,43 kg) e o BNPk 12 t ha⁻¹ (1,40 kg), em comparação com os outros tratamentos, principalmente em relação ao controle que apresentou o menor resultado (0,79 kg).

Entre os tratamentos Bioprotetor (4 t ha⁻¹ e 8 t ha⁻¹) e Biofertilizante (8 t ha⁻¹) não houve diferença significativa. Silva *et al.* (2009) avaliando a eficiência de fosfatos naturais que possam ser usados no cultivo irrigado do melão orgânico no Submédio São Francisco, encontraram resultados semelhantes aos citados nesse trabalho. Souza *et al.* (2010) usando diversas lâminas de irrigação e diferentes tratamento de adubação potássica na produtividade de melão, mostraram que os melhores valores de peso médio de fruto variaram de 1,610 kg a 2,606 kg.

De acordo com Filgueira (2000), o mercado interno tem preferência por frutos com peso unitário em torno de 2,0 kg, podendo variar de 1,0 a 2,0 kg, já para mercado externo a preferência é por frutos menores, com média de peso em torno de 1,3 kg (DUSI, 1992). Diante destas informações, pode-se admitir que os frutos produzidos nesse experimento atendam os mercados interno e externo.

Para o número total de frutos do ciclo (Tabela 4), o fertilizante comercial e o Bioprotetor (12 t ha⁻¹) foram significativamente superior aos demais tratamentos. Pode ser observado que, em doses maiores de biofertilizante, seguido da inoculação do fungo *C. elegans* os tratamentos apresentam maior número de frutos com relação ao tratamento controle. Duenhas (2004) avaliando adubos orgânicos em dois ciclos de melão observou bons resultados nos tratamentos com adição de esterco, convencional e de maiores doses de substâncias húmicas associado ao biofertilizante Agrobom. Resultados contrários foram observados por Costa *et al.* (2011), avaliando o uso de um fertilizante fosfatado obtido por processo de compostagem e de uma fonte mineral na cultura do melão, e concluíram que o aumento da dose do Bioativo aplicado em fundação não proporcionou crescimento nos componentes de produção do meloeiro.

Tabela 4 – Efeito de Bioprotetor (PNPK), Biofertilizante misto (BNPK) e Fertilizante mineral (FNPK) no número de frutos e peso médio dos frutos de melão (*Cucumis melo*) cultivado em Argissolo Vermelho Amarelo.

Tratamentos t ha ⁻¹	Nº de frutos Frutos ha ⁻¹	Peso médio de frutos kg fruto ⁻¹
PNPK 4	8340 B	1,21 B
PNPK 8	9452 AB	1,25 B
PNPK 12	10286 A	1,43 A
BNPK 8	9174 AB	1,16 B
BNPK 12	9174 AB	1,40 A
FNPK*	10842 A	1,45 A
Controle	6116 C	0,79 C
C.V. (%)	8,61	3,85

* De acordo com a recomendação para melão (IPA, 2008). Na coluna, as médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (p < 0,05).

4.2. Qualidade dos Frutos

No que diz respeito à qualidade dos frutos de melão, a qual Vásquez *et al.* (2005) considera como uma característica de grande importância na comercialização dos frutos, o PNPK (12 t ha⁻¹) apresentou superioridade sobre os demais tratamentos (Tabela 5).

O teor de SST pela aplicação do PNPK (12 t ha⁻¹) foi de 7,87°Brix, sendo esse valor próximo ao mínimo exigido pelos mercados consumidores interno (8°Brix) e inferior ao do mercado externo (9°Brix), segundo Filgueira (2000), no entanto em campo de regiões produtoras de frutos são observados valores menores de SST. Pereira *et al.* (2010), estudando três variedades de melão, cultivados sob proteção com diferentes malhas apresentou teores de SST semelhantes e em torno de (7°Brix). Segundo Ribeiro *et al.* (2009), por ter uma relação direta

com o sabor, há uma necessidade do uso de técnicas de conservação pós-colheita que mantenham o máximo teor de SST no melão orgânico por maior tempo.

Uma das principais razões para a baixa concentração de SST nos frutos foi decorrente de algum fator climático, provavelmente alternância de períodos chuvosos e secos durante o ciclo da cultura, já que houve uma estiagem no período de desenvolvimento vegetativo da cultura e outro no momento em que a planta mais necessitava de água, que foi no desenvolvimento e maturação do fruto, como pode ser observado na figura 5. Pode, inclusive, ser verificado que houve com certeza efeito de fator externo (além do nutricional) tendo em vista a ocorrência de baixo Coeficiente de Variação para as variáveis avaliadas, principalmente considerando ser experimentação em campo.

Tabela 5 – Sólido solúvel total (SST), Acidez total titulável (ATT), Vitamina C e relação SST/ATT em função da aplicação dos tratamentos com Bioprotetor, Biofertilizantes e Fertilizantes químicos, no final da colheita do melão (*Cucumis melo*) cultivado em Argissolo Vermelho Amarelo.

Tratamentos de Fertilização t ha ⁻¹	Determinações avaliadas			
	SST ° Brix	ATT %	Vitamina C mg 100 mL ⁻¹	Relação SST/ATT
PNPK 4	6,06 B	0,18 AB	14,29 B	34,48 AB
PNPK 8	6,95 AB	0,22 A	13,91 B	32,23 AB
PNPK 12	7,87 A	0,19 AB	17,57 A	39,52 A
BNPK 8	6,52 B	0,20 AB	13,51 B	31,71 B
BNPK 12	5,68 B	0,20 AB	12,41 B	28,06 B
FNPK*	6,62 AB	0,20 AB	14,28 B	31,67 B
Controle	6,33 B	0,16 B	13,87 B	38,88 AB
C. V. (%)	9,82	10,52	9,85	10,02

* De acordo com a recomendação para melão (IPA, 2008). Na coluna, as médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O cultivo do melão nesse experimento foi de sequeiro, e isso influenciou muito nos dados de qualidade dos frutos. Batista *et al.* (2009), trabalhando com dois sistemas de irrigação em melão, observaram que a forma de fornecimento de água não influenciou nos teores de sólidos solúveis totais de frutos de melão e obtiveram valores em torno de 11°Brix. Entretanto, Silva e Costa (2003), não recomendam o cultivo do meloeiro no período de chuvas mais intensas, pois as precipitações em excesso causam problemas fitossanitários e redução na qualidade dos frutos, principalmente quando ocorrem próximo ao período de colheita.

Estudos envolvendo duas fontes de Biofertilizante de rocha BP e BK, em comparação com fertilizantes convencionais mostraram resultados de SST entre 7,2 °Brix e 8,5 °Brix (Moura *et al.*, 2007). Araújo (2006), explica que os sólidos solúveis totais exercem influencia no sabor dos frutos por representar de 70 a 90% dos açúcares solúveis. Esse é um fator muito utilizado para assegurar a qualidade do melão, embora não seja o único fator de qualidade. Segundo Taiz e Zeiger (2004), o incremento no SST dos frutos ocorre devido aos compostos químicos, advindos da fotossíntese realizada pela planta, correspondendo principalmente aos carboidratos que são carreados para os frutos.

A variável ATT apresentou diferença estatística apenas entre o controle e os tratamentos de fertilização utilizados, sendo a maior média obtida com adubação PNPk 8 t ha⁻¹ (0,22 %) e o seu menor valor (0,16 %) no tratamento controle (tabela 5). Apesar de a ATT exercer certa influência no sabor dos frutos, no melão essa variação nos níveis de acidez é mínima em função da baixa concentração e a intervenção da mesma no sabor não é muito representativa, podendo justificar a pouca atenção dada a esta variável.

Em relação ao conteúdo de vitamina C, ao observar o efeito das adubações, verificou-se que o tratamento PNPk (12 t ha⁻¹) apresentou valor superior em comparação com os demais tratamentos (Tabela 5). Aroucha *et al.* (2007), trabalhando com quatro variedades, observaram que o conteúdo de vitamina C aumenta com o desenvolvimento dos frutos, independentemente da cultivar, e os valores mais elevados ocorreram aos 35 e 42 dias de desenvolvimento. Gurgel *et al.* (2010), avaliando a qualidade pós-colheita de frutos de duas variedades de meloeiro em função da salinidade da água de irrigação e de doses de potássio, mostraram valores menores de ATT do que os obtidos nesse trabalho.

A relação (SST/ATT) foi significativa entre os tratamentos (Tabela 5). O tratamento PNPk proporcionou uma relação superior comparando com os demais tratamentos (39,52), apesar de não ter havido diferença estatística entre os tratamentos com PNPk (4 e 8 t ha⁻¹) com o controle.

4.3. Análise da Planta

Para a biomassa seca da parte aérea, pode-se observar o efeito dos tratamentos de adubação, na biomassa seca da parte aérea (Figura 7). Os melhores resultados foram obtidos com aplicação do PNPk, no maior nível 12 t ha⁻¹ (49,23 g planta⁻¹), seguido do BNPk 12 t ha⁻¹ (48,03 g planta⁻¹).

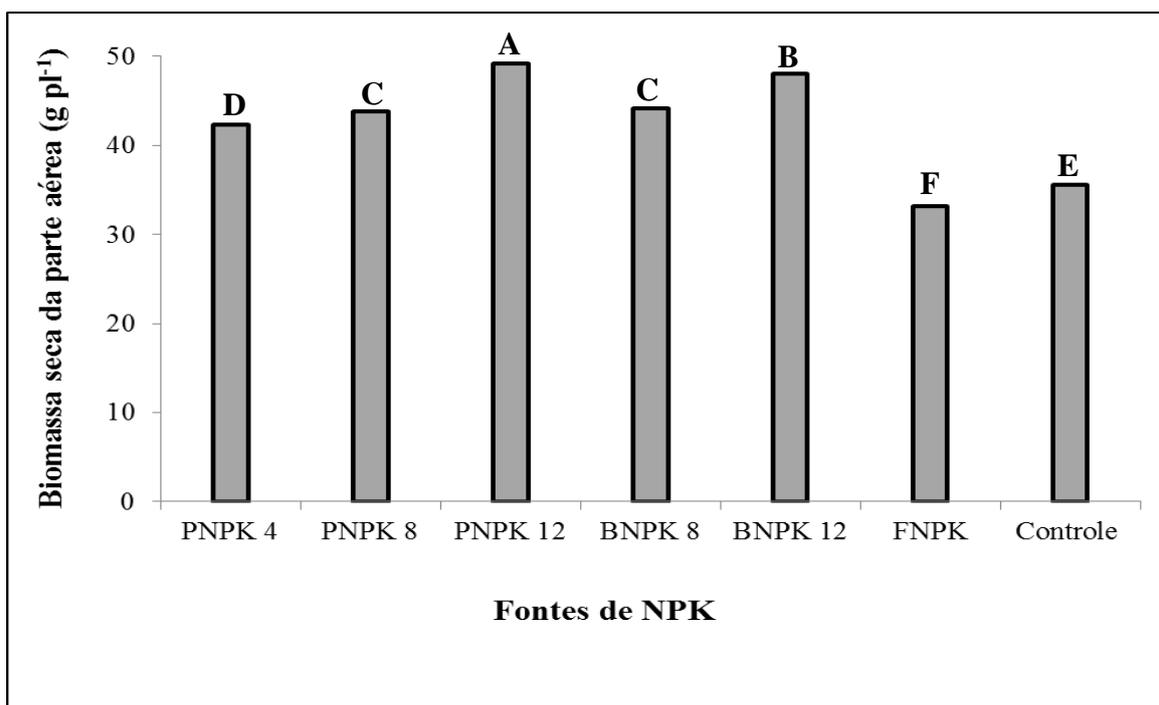


Figura 7 – Efeito da aplicação do Bioprotetor (PNPK), biofertilizante misto (BNPK) e fertilizante convencional (FNPk), na biomassa seca da parte aérea do meloeiro (cv. 10.00), no Argissolo Vermelho Amarelo. *Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). C.V. (%) = 10,9.

Moura *et al.* (2007), aplicando biofertilizantes com P e K verificou resposta na cultura do melão, cultivado no Vale do São Francisco, e Lima (2005) com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) em solo de tabuleiro da Zona da Mata de Pernambuco, encontraram resultados semelhantes ao tratamento com aplicação do PNPk.

O tratamento FNPk proporcionou menor acúmulo de biomassa seca da parte aérea do melão, principalmente quando comparado com a aplicação do PNPk na maior dose. Stamford *et al.* (2006a) e Andrade *et al.* (2009), ambos estudando feijão caupi e utilizando biofertilizantes de rocha, mostraram resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho.

O teor relativo de N total apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Como pode ser observado na tabela 6, o teor de N aumenta à medida que as doses do biofertilizante são maiores. Todos os tratamentos de PNPk e BNPK apresentaram valores de N total na parte aérea do melão maiores que o tratamento FNPk e o controle; sendo o PNPk 12 t ha⁻¹ o que apresentou o teor mais elevado (1,61 g planta⁻¹). Os tratamentos com PNPk provavelmente tiveram valores maiores de N total na parte aérea do melão, provavelmente por ter sido inoculado com bactéria diazotrófica de vida livre (NFB 1001), já que as bactérias diazotróficas de vida livre têm a

capacidade de realizar fixação biológica de nitrogênio sem a necessidade de associação com a planta.

Tabela 6. N total, fósforo, potássio e enxofre (SO_4^{-2}) na parte aérea do meloeiro, em função da aplicação dos tratamentos de fertilização, ao final do ciclo.

Tratamentos (t ha ⁻¹)	N total	P	K	SO ₄ ⁻²
	----- g planta ⁻¹ -----			
PNPK 4	1,19 BC	0,25 B	1,06 B	1,28 A
PNPK 8	1,36 B	0,26 AB	1,13 B	1,39 A
PNPK 12	1,61 A	0,28 AB	1,31 A	1,47 A
BNPK 8	1,30 BC	0,30 AB	1,12 B	1,36 A
BNPK 12	1,46 AB	0,35 A	1,25 AB	1,33 A
FNPK*	1,12 C	0,26 AB	0,86 C	0,85 B
Controle	1,04 C	0,19 B	0,73 C	0,90 B
C. V. (%)	7,67	14,37	6,63	9,76

* De acordo com a recomendação para melão (IPA, 2008). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Lima *et al.* (2010), testando Biofertilizante de rocha P e K em mistura com composto orgânico inoculado com bactéria diazotrófica de vida livre, verificaram que a bactéria NFB 10001 inoculada no substrato orgânico resultou num aumento de 107% no N total aos 34 dias de incubação.

Duenhas (2004) avaliando a aplicação de substâncias húmicas e de esterco em melão observou que o teor de N na planta apresenta redução no decorrer do ciclo da cultura, devido a translocação de nutrientes para os frutos. Alves *et al* (2009), avaliando o estado nutricional do pimentão submetido a diferentes fontes e doses de biofertilizantes, encontraram resultados semelhantes na acumulação de N na parte aérea do pimentão que variou de 30,88 a 33,50 g kg⁻¹ de matéria seca.

Com relação ao P total acumulado na parte aérea do melão os resultados obtidos se encontram na Tabela 6. Observou-se diferença estatística em função da fertilização com PNPk e BNPK, comparando-se com o controle. Além de efeito diferenciado entre os tratamentos com adição de PNPk e BNPK, cujos melhores resultados foram com aplicação do BNPK no nível mais elevado 12 t ha⁻¹ (0,35 g planta⁻¹), apesar deste não ter diferido significativamente dos demais tratamentos com PNPk e BNPK. Resultados semelhantes foram obtidos por Stamford *et*

al. (2006a) comparando biofertilizantes fosfatados com fertilizantes minerais e rocha fosfatada natural, em feijão caupi. Stamford *et al.* (2006b) em solo de tabuleiro de Pernambuco com baixo P e K disponível, na cultura da cana-de-açúcar, também verificaram efeito positivo de biofertilizantes com BP e BK, em comparação com fertilizantes minerais (SFT+KCl) e com rochas fosfatadas e potássicas moídas.

Silva Junior *et al.* (2006), estudando curvas de acúmulo de matéria seca e de absorção de macronutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”, observaram que para o fósforo, os frutos tem contribuição mais elevada (57%) com relação ao acúmulo de P na parte aérea.

Comparativamente, os valores médios estão acima dos 0,14 g planta⁻¹ obtidos por Moura *et al.* (2007), trabalhando com Biofertilizante de rocha BP e BK em melão irrigado cultivado em um Argissolo acinzentado no Vale do São Francisco. Dessa forma, os teores totais médios de N e P (respectivamente 1,61 e 0,28 g planta⁻¹), obtidos com o Bioprotetor na dose 12 t ha⁻¹, são considerados adequados com base nas faixas de teores totais de nutrientes na folha de meloeiro, conforme resultados obtidos por Malavolta *et al.* (1997).

Mesquita *et al.* (2010), avaliando os efeitos do biofertilizante natural e do biofertilizante enriquecido quimicamente, observaram resultados semelhantes em mamoeiro Baixinho de Santa Amália, verificando que as acumulações de P cresceram linearmente, com o aumento das doses de biofertilizantes, da mesma forma observada no presente trabalho. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2010) verificaram que a adubação orgânica não influenciou na absorção de N pelas plantas, porém a absorção de P e Mg mostrou tendência para redução com aplicação de adubo orgânico nas doses mais elevadas.

Com relação ao teor de K o teste de médias mostrou diferença significativa entre os tratamentos aplicados, sendo a maior média apresentada pelo PNPk na dose 12 t ha⁻¹ (1,31 g planta⁻¹) e a menor pelo tratamento controle (0,73 g planta⁻¹), como pode ser observado na tabela 6. Trabalhando com melão no Vale do São Francisco, Moura *et al.* (2007) verificaram diferença significativa entre os tratamentos com a aplicação de P e K, sendo os maiores valores de K obtidos com adição da mistura dos biofertilizantes de rochas (BP+BK) aplicadas nos níveis mais elevados.

Mesquita *et al.* (2010) ao avaliarem os efeitos de biofertilizante natural e biofertilizante enriquecido quimicamente, observaram aumento linear nos teores de K nas folhas do mamoeiro, em função das doses dos biofertilizantes fornecidos, sendo os melhores resultados obtidos com aplicação de biofertilizante quimicamente enriquecido. Dias *et al.* (2008) ao avaliarem os efeitos da adubação mineral e orgânica em plantas de graviola, não observaram diferença significativa para os teores de K nas folhas, contudo foi observada interação significativa na adubação

conjunta de biofertilizante originado do esterco bovino mais adubação mineral com NPK sobre os teores de K.

No presente trabalho a sequência quantitativa dos nutrientes extraídos pelo melão foi a seguinte: $N > SO_4 > K > P$ (Tabela 7). Nos resultados apresentados por Moura *et al.* (2007) para o híbrido AF-682 de meloeiro, a sequência de extração foi $K > N > P > Mg > SO_4$; e no trabalho de Oliveira *et al.* (2010), a sequência em melão “pele de sapo” foi: $K > N > Ca > Mg > P$. Assim, observa-se que N e o K são os nutrientes mais exigidos pelo meloeiro, sendo a necessidade variável de acordo com a cultivar e as condições da pesquisa.

Para enxofre (SO_4) observa-se que os tratamentos com PNPk e BNPk apresentaram maior quantidade de SO_4 na parte aérea do melão, provavelmente em função de reações enzimáticas ocorridas através da oxidação do S elementar pela bactéria do gênero *Acidithiobacillus* que produziu ácido sulfúrico biológico, o que promove maior disponibilidade dos nutrientes presentes nas rochas (fosfato natural e biotita) que foram utilizadas para a produção do PNPk e BNPk. Pode ser observado (Tabela 6) que com aplicação de Biofertilizante e Bioprotetor os valores de SO_4 foram elevados (superior a 30 g kg^{-1}), enquanto o fertilizante mineral e o tratamento controle mostraram concentração média de 25,59 e $25,28 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Moura *et al.* (2007), observaram, nos tratamentos com biofertilizantes concentrações de SO_4 , variação de 8,7 e $7,6 \text{ g kg}^{-1}$. Mesquita *et al.* (2010) mostraram que os teores de SO_4 aumentaram até $7,8 \text{ g kg}^{-1}$, com aplicação de $1,7 \text{ L cova}^{-1}$ de biofertilizante orgânico no limbo foliar do mamoeiro.

4.4. Análise do Solo

4.4.1. pH do solo

Os valores de pH (Tabela 7) em função da fertilização mostram que a aplicação dos tratamentos não tiveram grande efeito. O PNPk e o BNPk e o controle promoveu aumento no pH do solo (pH 6,2) e a aplicação do fertilizante mineral solúvel praticamente não alterou a reação do solo. O efeito do PNPk e do BNPk no aumento do pH do solo, pode ser explicado pela grande quantidade de matéria orgânica na composição dos produtos (4 partes de matéria orgânica e 1 parte de biofertilizante de rochas com P e K), e no tratamento controle só foi adicionada matéria orgânica.

Berger *et al.* (2010) trabalhando com biofertilizante de rochas e materiais orgânicos em caupi, observaram efeito semelhante do Biofertilizante de rocha no pH do solo. Silva *et al.* (2011), avaliando o desenvolvimento da cultura do melão, e a disponibilidade de fósforo em dois

solos do Rio Grande do Norte utilizando três fontes de fósforo (superfosfato triplo, biofertilizante fosfatado e rocha fosfatada), verificaram um ligeiro aumento no valor do pH do solo quando aplicado como fonte de P o Biofertilizante fosfatado em um Latossolo Amarelo.

Tabela 7. pH, P disponível, K disponível, Ca trocável e Mg trocável determinados no solo, em função da aplicação dos níveis de Bioprotetor, Biofertilizantes e Fertilizantes químicos, ao final do ciclo do melão (*Cucumis melo*) cultivado em Argissolo Vermelho Amarelo.

Tratamentos de fertilização	pH	P	K	Ca	Mg
t ha ⁻¹	H ₂ O _(1:2,5)	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----		
PNPK 4	6,9 AB	153,62 AB	0,47 A	5,01 A	2,35 A
PNPK 8	7,1 A	173,67 A	0,33 BC	5,47 A	1,75 A
PNPK 12	6,8 AB	150,56 AB	0,34 BC	5,90 A	2,10 A
BNPK 8	7,1 A	131,35 B	0,43 A	5,33 A	2,78 A
BNPK 12	7,3 A	154,20 AB	0,45 A	4,68 A	2,18 A
FNPK*	6,2 B	39,69 C	0,36 B	4,67 A	2,09 A
Controle	7,1 A	11,76 D	0,30 C	4,18 A	2,12 A
C. V. (%)	5,60	9,26	5,24	28,71	25,29

* De acordo com a recomendação para melão (IPA, 2008). Médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Lima *et al.* (2007b) verificando a eficiência de biofertilizantes produzidos com rocha fosfatada e rocha potássica, mais enxofre inoculado com *Acidithiobacillus*, em mistura com húmus de minhoca no rendimento da alface em dois cultivos consecutivos, observaram que de forma geral não houve redução no pH em função dos tratamentos de fertilização. Oliveira *et al.* (2010), avaliando a eficiência agrônômica de torta de mamona nos atributos químicos do solo observaram redução linear no pH do solo com a adição de doses crescentes do adubo orgânico que promoveu variação de 6,0 para 5,0 no pH do solo. Stamford *et al.* (2004b, 2006b e 2009,) e Moura *et al.* (2006), também mostraram redução no pH do solo após a aplicação de biofertilizantes de rochas com P e K com adição de enxofre elementar inoculado com *Acidithiobacillus*, provavelmente devido ao H₂SO₄ produzido pela bactéria oxidante do enxofre. Contudo nesses trabalhos não foi aplicada matéria orgânica em mistura com o biofertilizante de rochas.

4.5.2. P e K disponível no solo

Os resultados do teor de P disponível no solo demonstraram que os tratamentos com aplicação de PNPk e BNPK apresentaram os teores mais elevados de P no solo (Tabela 7). Houve diferença significativa entre os tratamentos com PNPk e BNPK com o FNPK e o controle, que apresentaram teores mais baixos de P disponível, após o cultivo do melão. Os resultados mostram o efeito positivo das bactérias oxidantes do enxofre (*Acidithiobacillus*) na solubilização de minerais contidos nas rochas. Oliveira *et al.* (2010) trabalhando com adubo orgânico, observaram resultados semelhantes nos teores de P disponível, com adição da dose 10 t ha⁻¹ de torta de mamona. Os autores relatam que o fato ocorreu provavelmente devido a maior disponibilidade de K, inibindo o Ca e evitando a precipitação dos íons fosfatos, elevando assim sua disponibilidade.

Silva *et al.* (2011) estudando o desenvolvimento do melão utilizando diferentes fontes de P verificaram que o biofertilizante fosfatado e o tratamento com aplicação das rochas fosfatadas apresentaram os teores mais elevados de P no solo. No presente trabalho o tratamento com mistura de fertilizantes convencionais apresentaram os teores mais baixos de P disponível no solo, após o cultivo do melão. Stamford *et al.* (2009) também verificaram um efeito significativo do biofertilizante de rochas em comparação com o fertilizante mineral e o controle, em melão no Vale do São Francisco. Lima *et al.* (2007b) avaliando a eficiência de biofertilizantes produzidos com rochas (fosfatada e potássica mais enxofre inoculado com *Acidithiobacillus*) em mistura com húmus de minhoca, observaram efeito residual do biofertilizante com P e K, e da mistura do fertilizante comercial com o biofertilizante potássico na cultura do alface na região do Cariri.

O efeito do PNPk e do BNPK, com desempenho melhor que a mistura com o FNPK, pode ser explicado pelo fato de no solo também ocorrer bactérias oxidantes do enxofre, além de *Acidithiobacillus*, e fungos que produzem fosfatases, quitina e quitosana, como *Cunninghamella elegans* (FRANCO *et al.*, 2005), os quais podem atuar na solubilização de P e K dos biofertilizantes, e, portanto, podem participar efetivamente no aumento da disponibilidade de P e de K para as plantas.

O teor de K disponível no solo (Tabela 7) aumentou significativamente com as doses de BNPK aplicada, variando de 0,43 cmol_c dm⁻³ na dose de 8 t ha⁻¹ para 0,45 cmol_c dm⁻³ na dose 12 t ha⁻¹, enquanto que nos tratamentos com aplicação do PNPk houve um efeito inverso.

Em um Argissolo do Vale do São Francisco cultivado com melão, Stamford *et al.* (2009) mostraram incremento de K disponível no solo quando aplicada a mistura do fertilizante mineral solúvel e o biofertilizante potássico, na dose mais elevada. Lima *et al.* (2007b) verificaram efeito

positivo do fertilizante mineral no K disponível do solo na cultura do alface na região do Cariri, e os melhores resultados foram obtidos quando aplicado KCl e biofertilizante de rocha com K.

Callegari (2010), avaliando os teores de nutrientes no solo durante a ciclo da cultura do melão observou que a disponibilidade de K diminui aos 26 dias de semeadura, devido ao maior consumo de potássio pela planta, visto que o K é vital para a fotossíntese, principalmente na fase de intenso crescimento vegetativo.

4.5.3. Cálcio e Magnésio trocável no solo

Os resultados obtidos para os teores de cálcio trocáveis estão apresentados na (Tabela 7). Para o teor de cálcio trocável não houve diferença significativa entre os tratamentos, no entanto o Bioprotetor 12 t ha⁻¹ apresentou o maior resultado 5,90 cmol_c dm⁻³, seguido do Bioprotetor 8 t ha⁻¹ com 5,47 cmol_c dm⁻³ enquanto que o fertilizante mineral e o tratamento controle apresentaram os níveis mais baixos de cálcio trocável.

Também pode ser observado que o teor de cálcio trocável teve um aumento considerável em relação ao cálcio do solo antes da implantação do experimento (Tabela 1). Provavelmente este resultado ocorreu devido a contribuição da solubilização do cálcio contido na rocha fosfatada que faz parte da constituição do BNPK e do PNPk, especialmente quando aplicados nos níveis mais elevados.

Resultados semelhantes foram obtidos com cana-de-açúcar cultivada em solo do Tabuleiro Costeiro da Zona da Mata de Pernambuco (Stamford *et al.* 2006b), e em melão no Vale do São Francisco (Stamford *et al.* 2009), onde elevados teores de cálcio trocável foram obtidos no solo, após o cultivo, quando foi aplicado o biofertilizante de rocha fosfatada e potássica. Oliveira *et al.* (2010), também verificaram aumento do teor de cálcio trocável no solo, com resultados que variaram de 2,12 cmol_c dm⁻³ na ausência do adubo orgânico a 3,04 cmol_c dm⁻³ quando foram adicionados adubos orgânicos, que proporcionaram maior disponibilidade de cálcio na dosagem correspondente a 6 t ha⁻¹ de adubo orgânico. Vale considerar que o biofertilizante e o bioprotetor foram aplicados em níveis bem mais baixos.

O teor de magnésio trocável não apresentou efeito significativo entre os tratamentos com fertilização, sendo os maiores resultados obtidos com aplicação do BNPK na dose de 8 t ha⁻¹ (2,78 cmol_c dm⁻³), PNPk 4 t ha⁻¹ (2,35 cmol_c dm⁻³) e BNPK 12 t ha⁻¹ (2,18 cmol_c dm⁻³) (Tabela 7). Os menores teores de magnésio trocável foram obtidos com aplicação do FNPk (2,09 cmol_c dm⁻³) e no tratamento PNPk 8 t ha⁻¹ (1,75 cmol_c dm⁻³). Mesmo não havendo diferença significativa, pode-se observar que o teor de magnésio trocável teve um aumento considerável

em relação ao magnésio encontrado no solo antes da implantação do experimento quando comparado com o tratamento BNPK 8 t ha⁻¹ (Tabela 1).

Os resultados para magnésio trocável com elevados valores no solo, são explicados pela solubilização do magnésio contido na biotita, usada na produção do biofertilizante, por efeito da acidez promovida pela bactéria oxidante do S elementar (*Acidithiobacillus*), como constatado por Moura (2006), Stamford *et al.* (2006b) e Stamford *et al.* (2009) usando o mesmo biofertilizante, no melão e na cana-de-açúcar.

Stamford *et al.* (2009) e Andrade (2007) observaram efeito significativo no teor de magnésio trocável do solo quando foram aplicados o Biofertilizante fosfatado e potássico no Vale do São Francisco em melão e na Uva, respectivamente, sendo o maior resultado obtido com o biofertilizante potássico aplicado na maior dose. Oliveira *et al.* (2010) também obtiveram aumentos significativos na concentração de magnésio do solo, com adição do adubo orgânico ao solo, cujos teores variaram de 0,39 cmol_c dm⁻³ sem adubação orgânica a 1,62 cmol_c dm⁻³ quando adicionado 6 t ha⁻¹ de adubo orgânico.

6.0. CONCLUSÕES

Para as condições em que a pesquisa foi desenvolvida, e de acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que:

1. O Bioprotetor (PNPK) foi tão eficiente quanto o Fertilizante solúvel (FNPk), para a produtividade, peso médio e número de frutos;
2. Os valores de sólidos solúveis totais foram incrementados com as doses crescentes de Bioprotetor (4; 8 e 12 t ha⁻¹);
3. A maior produção de biomassa foi obtida com o Bioprotetor no maior nível (12 t ha⁻¹);
4. O maior acúmulo de N total, P, K e SO₄⁻² na parte aérea do meloeiro foi obtido com a aplicação do Bioprotetor (PNPK) e o Biofertilizante misto (BNPK);
5. Os maiores teores de P e K disponível, e Ca e Mg trocável no solo foram obtidos com a aplicação do Bioprotetor e o Biofertilizante.
6. O Biofertilizante e o Bioprotetor além de promover efeito residual, demonstraram potencial como alternativa para substituição dos fertilizantes solúveis.

7.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, N.A.A.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B.G.; TEIXEIRA, G.A.; SOUZA, H.A.; RAMOS, J.D. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em substratos com utilização de superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1117-1124, 2005.

ALVES, G. S.; SANTOS, D.; SILVA, J. A.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 4, p. 661-665, 2009.

ANDRADE, I. P. **Biofertilizante de rochas fosfatadas com enxofre inoculado com *Acidithiobacillus* na adubação da uva (*Vitis vinifera* L.) em planossolo do vale do São Francisco**. 2007, 96f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

ANDRADE, M. M. M.; STAMFORD, N. P.; SOUSA, C. A.; SILVEIRA, A. C. G. A.; FREITAS, ANA D. S.; SANTOS, C. E. R. S. Fertilização mineral e biofertilizante de rochas com *Bradyrhizobium* e fungos micorrízicos arbusculares em caupi. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.3, p.289-282, 2009.

ARAÚJO, F. F.; TIRITAN, C. S.; PEREIRA, H. M.; CAETANO JÚNIOR, O. Desenvolvimento do milho e fertilidade do solo após aplicação de lodo de curtume e fosforita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 05, p. 507-511, 2008.

ARAÚJO, J. M. M. **Eficiência de hidroresfriamento na qualidade pós-colheita de melão cantalupe**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 58p. 2006.

ARAÚJO, J. L. P.; VILELA, M. J. Aspectos socioeconômicos. In: SILVA, H. R. da; COSTA, N. D. (Ed). **Melão: Produção Aspectos técnicos**. Brasília, p.15, 2003.

AROUCHA, E. M. M.; MORAIS, F. A.; NUNES, G. H. S.; TOMAZ, H. V. Q.; SOUSA, A. E. D.; NETO, F. B. Caracterização física e química de melão durante o seu desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 296-301, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 13^a ed. Washington, DC. p.627-845, 1984.

BADAWY, M. E. I.; RABEA, E. I. Potential of the biopolymer chitosan with different molecular weights to control postharvest Gray mold of tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**. doi:10.1016/j.postharvbio.2008.05.018, 2008.

BALDANI, J. I., CARUSO, L., BALDANI, V. L., GOE, S. R., DÖBEREINER, J. Recent advances in BNF with non-legume plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, p. 911–922, 1997.

BALLESTERO, S. D.; JORGE, J. A.; NICOLINO, C. A. C. Efeito da compostagem na solubilização de rochas fosfatadas e potássicas. **Biociência**, v. 2, p. 15-22, 1996.

BATISTA PF; PIRES MMML; SANTOS JS; QUEIROZ SOP; ARAGÃO CA; DANTAS BF. Produção e qualidade de frutos de melão submetidos a dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 246-250, 2009.

BERGER, L. R. R. **Efeito da quitosana e do biofertilizante-bioprotetor na murcha-de-fusário em caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp)**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 75p. 2010.

BERNADI, J. B. Instruções Práticas: a cultura do melão. **Boletim Informativo Agrônomo de Campinas**. Campinas, v.1, n. 2, p. 73-90, 1974.

BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J.A.; FREITAS, J. de A.D. de; TERAPO, D. **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 338p, 2008.

BURITY, H.A.; LYRA, M.C.C.P.; SOUZA, E.S. Efetividade da inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos arbusculares em mudas de sabiá submetidas a diferentes níveis de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.35, p.801-807, 2000.

CALLEGARI, R. A. **Produtividade, qualidade de frutos de meloeiro e evolução do teor de NPK no solo durante um ciclo de produção**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo: Área de concentração em Manejo e Conservação do Solo). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 45p. 2010.

CASSINI, S. T. **Ciclo do nitrogênio**. Disponível em <http://www.inf.ufes.br/~neyval/Gestao_ambiental/Tecnologias_Ambientais2005/Ecologia/CicloNPS.doc> acesso em 15 de outubro de 2010.

CASTRO, L. N.; MELGAR, R. J. Rochas Fosfáticas. In: NIELSO, H.; SARUDIANSKY. In: JORNADA INTERNACIONAL DEL FERTILIZANTES Y ENMIENDAS DEL ORIGEM MINERAL. n. 2, P. 01-237, 2005, Buenos Aires. **Proyecto Cyted n. 13**. Buenos Aires: Fertilizantes y Enmiendas, 2005.

CHEPOTE, R. E. Efeito do composto da casca do fruto de cacau no crescimento e produção do cacaueiro. **Agrotropica**, v.15, n. 1, p. 1- 8, 2003.

COSTA, C. L. L.; BATISTA, J. E.; COSTA JÚNIOR, C. O.; SANTOS, A. P.; SILVA, M. L. Uso de adubo fosfatado na cultura do melão em solos de origem calcária. **Revista Verde**. Mossoró – RN, v.6, n.3, p. 07 – 11, julho/setembro de 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Minerais potássicos no Brasil**. Recife (Boletim de Informações técnicas), 59p. 2005.

DIAS, T.J.; LIMA E.M.de.; FIGUEIREDO, F.L.; CAVALCANTE, L.F. ;Freire;J.L.O.de & CAMPOS, V.B. **Teores foliares de macronutrientes em plantas de gravioleira sob adubação mineral e orgânica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XX, ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE,54,2008, Anais.... ,Vitória/ES: 2008.

DÖBEREINER, J. **Enriquecimento do composto do lixo com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico**. Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisa Agropecuária (Comunicado Técnico n. 11), 10p. 1961.

DUENHAS, L.H. **Cultivo orgânico de melão: Aplicação de esterco e de biofertilizantes e substâncias húmicas via fertirrigação**. Dissertação Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 73p. 2004.

DUSI, A. N. **Melão para exportação: aspectos técnicos da produção**. DENACOOB-Brasília: DENACOOB (Série Publicações Técnicas; 1), 38p. 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Manual de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes**. 2ª ed., Brasília, DF: Embrapa - Informações Tecnológicas, 627p. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 306p. 2006.

EMBRAPA/SUDENE. Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Itapetinga, BA *In: Levantamento Exploratório-Reconhecimento de solos do Estado da Bahia*. Recife, 1977. Disponível em : <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ba>. Acesso em 12 mai. 2011.

FARIA, C.M.B.; FONTES, R.R.. Nutrição e Adubação. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. **Melão, produção e aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Hortaliças, Embrapa Semi-Árido, Embrapa Informações Tecnológicas, p. 40-50, 2003.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **A B C da Olericultura: guia da pequena horta**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 131-136, 1987.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Agricultural Production, Primary Crops**. Disponível em <http://www.fao.org>, Consultado em 30/01/2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO. 2007). : **Statistical Databases**. Disponível em: www.fao.org. Acesso em: 05 mai. 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO. 2006). : **Statistical Databases**. Disponível em: www.fao.org. Acesso em: 05 mai. 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Base de Dados Agrícolas de FAOSTAT – Cultivos primários**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em: 17 abr. 2011.

FRANCO, L. O.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, N. P.; TAKAKI, G. M. C. *Cunninghamella elegans* (IFM 46109) como fonte de quitina e quitosana. **Analytica**, v. 4, p. 40-44, 2005.

FRANCO, L. O.; MAIA, R. C. C.; PORTO, A. L. F.; MESSIAS, A. S.; FUKUSHIMA, K.; TAKAKI, G. M. C. Heavy metal biosorption by chitin and chitosan isolated from *Cunninghamella elegans* (IFM 46109). **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 35, p. 243-247, 2004.

GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; UYEDA, C. A. Qualidade pós-colheita de variedades de melões produzidos sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, Recife, v.5, p.398-405, 2010.

HE ZL; BALIGAR VC; MARTENS DC; RITCHEY KD; KEMPER WD. Factors affecting phosphate rock dissolution in acid soil amended with liming materials and cellulose. **Soil Science Society of American Journal**, v. 60, p. 1596-1601, 1996.

HILLE, D. **Introduction to soil physics**. San Diego: Academic Press. p. 212, 1982.

HILL, N. M.; PATRIQUIN, D. G. Maximizing N₂ fixation in sugarcane litter. In: **International Symposium on Sustainable Agriculture for the Tropics – the Role of Biological Nitrogen Fixation, Programme and Abstracts**. Seropedica, EMBRAPA-CNPAB, p. 59-60, 1995.

HOLANDA, J. S.; SILVA, J.R.; FREITAS, J.A.D. Fertilidade do solo, nutrição e adubação do meloeiro. In: BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J.A.; FREITAS, J.A.D.; TERAPO, D. **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Banco do Nordeste do Brasil. p.127-137, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. v.1. p. 392-395. , 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – (IBGE, 2010). **Banco de dados agregados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 13 jun. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – (IBGE, 2009) **Sistema de recuperação automática-Sidra: Produção agrícola municipal. Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária**. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br>, Consultado em 30/01/2010.

INSTITUTO PERNAMBUCANO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – IPA. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3 ed. revisado/coordenado por Francisco José de Albuquerque Cavalcanti – Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, 212 p. il. 2008.

LAL R. Soil management in the developing countries. **Soil Science**, v.165, p. 319-350, 2000.

LEÃO, A. B. ANDRADE, A. R. S.; CHAVES, L. H.; CHAVES, I. B.; GUERRA, H. O.C. Variabilidade espacial de fósforo em solo do perímetro irrigado Engenheiro Arcoverde, PB. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 38, p. 1-6, 2007.

LIMA, F. S.; STAMFORD, N. P. ; SOUSA, C. S. ; LIRA JÚNIOR, M. A.; MALHEIROS, S. M. M. ; VAN STRAATEN, P. Earthworm compound and rock biofertilizer enriched in Nitrogen by inoculation with free living diazotrophic bacteria. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 27, p. 1-7, 2010.

LIMA, F. S. ; STAMFORD, N. P.; SOUSA, C. S.; BEZERRA, V. R. Biofertilizante PK + vermicomposto enriquecido com nitrogênio através de inoculação com bactérias diazotróficas de vida livre. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 31, Gramado. Resumo. Gramado, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, CD-ROM, 2007.

LIMA, R. A. **Biofertilizantes produzidos com fosfato natural e enxofre inoculado com *Acidithiobacillus* em solo de tabuleiro com baixo P disponível cultivado com cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado - Ciência do solo), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 69p. 2005.

LIMA, R. C. M.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. R. S.; LIRA JÚNIOR, M. A.; DIAS, S. H. Eficiência e efeito residual de biofertilizantes de rochas com PK e enxofre com *Acidithiobacillus* em alface. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 402-407, 2007a.

LIMA, R. C. M.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, E. R. S.; DIAS, S. H. L. Rendimento da alface e atributos químicos de um Latossolo em função da aplicação de biofertilizantes de rochas com fósforo e potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 224-229, 2007b.

LOMBARDI MLCO; LOPES ES; CARDOSO EJBN; SILVA MTR. **Eficiência da dissolução de três fosfatos naturais no solo, pela atividade microbiológica de oxidação de enxofre elementar**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 18. Salvador. Resumos. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 38, 1981.

KELLY, D. P.; WOOD, A. P. Reclassification of some species of *Thiobacillus* to the newly designated genera *Acidithiobacillus* gen. nov., *Halothiobacillus* gen. nov. and *Thermithiobacillus* gen. nov Intern. Jour. Syst. Evol. Microbiol., v. 50, p. 511 – 516, 2000.

KRAMER, A. **Fruits and vegetables**. In: Twigg, B.A. (Ed.). Quality control for the good industry. Westport: AVI. v.2. p.157-227, 1973.

MALAVOLTA E; PIMENTEL-GOMES F; ALCARDE JC. **Adubos e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2002.

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

MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, Í. H. L.; GONDIM, P. C. Teores foliares e exportação de nutrientes do mamoeiro Baixinho de Santa Amália tratado com biofertilizantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, p. 66-76, 2010.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia do solo**. 2ª ed. Larva: editora UFLA, p. 729, 2006.

- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 625p. 2002.
- MOURA, P. M.; STAMFORD, N. P.; DUENHAS, L. H.; SANTOS, C. E. R. S.; NUNES, G. H. de S. Eficiência de biofertilizantes de rochas com *Acidithiobacillus* em melão, no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, Recife, v.2, n.1, p.1-7, 2007.
- MOURA, P. M. **Uso de biofertilizantes de rochas com enxofre e Inoculado com *Acidithiobacillus* em Argissolo Acinzentado do Vale do São Francisco cultivado com melão**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 70p. 2006.
- NAHAS, E. Solubilização microbiana de fosfatos e de outros elementos. *In*: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. **Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Universidade Federal de Lavras, Lavras. p.467-486, 1999.
- NAHAS, E.; CENTURION, J. F.; ASSIS, L. C. Microrganismos solubilizadores de fosfato e produtores de fosfatases de vários solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.43- 48, 1994.
- NASCIMENTO, M.; LAPIDO-LOUREIRO, F. E. **Fertilizantes e Sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, (Série Estudos e documentos n. 61), 66p. 2004.
- OHARA, T.; KOJIMA, A.; WACO, T.; ISHIUCHI, D. Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, **Ornament and Tea**, n.15, p. 880-881, 2000.
- OLIVEIRA, A. E. S.; SÁ, J. R.; MEDEIROS, J. F.; NOGUEIRA, N. W.; SILVA, K. J. P. Interação da adubação organo-mineral no estado nutricional das plantas. **Revista Verde**. Mossoró – RN, v.5, p. 53 – 58, 2010.
- OLIVEIRA, M. C. C.; LOPES, E. S.; SILVA, M. T. R.; NAGAI, R. Influência de oxidação microbiana do enxofre na solubilização de apatita de Araxá. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 1, p. 24-28, 1977.
- PEREIRA, F. H. F.; PUIATTI, M.; FINGER, F. L.; CECON, P. R. & AQUINO, L. A. Produção e qualidade de frutos de melões amarelo e charentais cultivados em ambientes sombreados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.944–950, 2010.
- PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.; RESENDE, G. M. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. **Revista Ceres**. v. 55, p. 280- 286, 2008.
- PRABHAKAR, B.S.; SRINIVAS, K.; SHUKLA, V. Yield and quality of muskmelon (cv. Hara madhu) in relation to spacing and fertilization. **Progressive Horticulture**, v.17, p. 51-55, 1985.

POLL, H.; VENCATO, A. Z.; KIST, B. B.; SANTOS, C.; CARVALHO, C.; REETZ, E. R.; BELING, R. R. **ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul, Editora Gazeta Santa Cruz, 128 p., 2011.

RAIJ, B. V. Condições mínimas de eficiência para fosfatos alternativos ao superfosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.235-239, 1986.

REIS JUNIOR, R. F. B., SILVA, M. F., TEIXEIRA, K. R. S., URQUIAGA, S., REIS, V. M. Identificação de isolados de *Azospirillum amazonense* associados a *Brachiaria* spp., em diferentes épocas e condições de cultivo e produção de fitormônio pela bactéria. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 103–113, 2004.

REIS, V.M.; OLIVEIRA, A.L.M.; BALDANI, V.L.D.; OLIVARES, F.L.; BALDANI, J.I. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. *In*: FERNANDES, M.S., ed. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. p.153-172, 2006.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C.; PINTO, J. M.; TRINDADE, D. C. G.; AMARIZ, A.; SANTOS, A. C. N. Qualidade pós-colheita de melão orgânico submetido à aplicação de doses de biofertilizante, no Submédio do Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**. v. 27, p. 527-533, 2009.

ROBERTS, T. Reservas de minerais potássios e a produção de fertilizantes potássicos no mundo. **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba. (Informações Agronômicas)**, v. 107, p.2-3, 2004.

ROESCH, L. F., CAMARGO, F., SELBACH, P., SÁ, E. S., PASSAGLIA, L. Identificação de cultivares de milho eficientes na absorção de nitrogênio e na associação com bactérias diazotróficas. **Ciência Rural**, v. 35, p. 924–927, 2005.

SANCHEZ, P.A. Soil fertility and hunger in Africa. **Science**, v.295, p.2019-2020, 2002.

SANTOS, K. S. **Atuação de rocha fosfatada com adição de enxofre com *Acidithiobacillus* na solubilização de fósforo e no desenvolvimento de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) em solo de tabuleiro**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. Dissertação de Mestrado. 68 p. 2002.

SEBRAE (2009). Disponível em: < <http://www.sebrae.com.br/setor/fruticultura/o-setor/frutas-de-g-a-z/melao> > Acesso em 13 jun. 2011.

SEYMOUR, G.B.; McGLASSON, W.B. Melons. *In*: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (ed) **Biochemistry of fruit ripening**. Londres: Chapman & Hall, cap. 9, p. 273.- 290, 1993.

SILVA, D. J.; FARIA, C. M. B.; PINTO, J. M.; COSTA, N. D.; GAVA, C. A. T.; DIAS, R. C. S.; GOMES, T. C. A.; ARAÚJO, J. L. P. Cultivo de melão orgânico: fosfatos naturais como fontes alternativas de fósforo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 559-566, 2009.

SILVA, H. R.; COSTA, N. D. **Melão produção: Aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 225p. 2003.

SILVA JÚNIOR, M. J.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. H. T. & DUTRA, I. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.364–368, 2006.

SILVA, M. O.; STAMFORD, N. P.; AMORIM, L. B.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; SILVA, M. O. Diferentes fontes de P no desenvolvimento do meloeiro e disponibilidade de fósforo no solo. **Revista de Ciência Agronômica**, v. 42, p. 268-277, 2011.

SOUSA, A. E. C.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. H. C.; SANTOS, F. S. S. Produtividade do meloeiro sob lâmina de irrigação e adubação potássica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, p.271-278, 2010.

SOUSA, V. F. de; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYD SOBRINHO, C.; COELHO, E. F.; VIANA, F. M. P.; SILVA, P. H. S. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 21). 68p, 1999.

SOUZA, D. L.R. de. **Estudos das Vantagens Competitivas do melão no Ceará**. AGROPOLOS Instituto Agropolos do Ceara. Fortaleza. 56 p. 2006.

STAMFORD, N. P.; MOURA, P. M.; LIRA JÚNIOR, M. A.; SANTOS, C. E. R. S.; DUENHAS, L. H.; GAVA, C. A. T. Chemical attributes of an Argisoil of the Vale do São Francisco after melon growth with phosphate and potash rocks biofertilizers. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 447- 452, 2009.

STAMFORD, N. P., SANTOS, C. E. R. S., SILVA JUNIOR, S., LIRA JUNIOR, M. A., FIGUEIREDO, M. V. B. Effect of rhizobia and rock biofertilizers with *Acidithiobacillus* on cowpea nodulation and nutrients uptake in a tableland soil. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 24, p.1857–1865, 2008a.

STAMFORD, N. P.; LIMA, R. A.; LIRA JUNIOR, M. A. ; SANTOS, C. E. R. S. Effectiveness of phosphate and potash rocks with *Acidithiobacillus* on sugar cane yield and their effects in soil chemical attributes. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 24, p. 2061-2066, 2008b.

STAMFORD, N. P., SANTOS, P. R., SANTOS, C. E. R. S., FREITAS, A. D. S., DIAS, S. H. L., LIRA JUNIOR, M. A. Agronomic effectiveness of biofertilizers with phosphate rock, sulphur and *Acidithiobacillus* in a Brazilian tableland acidic soil grown with yam bean. **Bioresource and Technology**, v. 98, p.1311–1318, 2007.

STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. R. S.; DIAS, S. H. L. Phosphate rock biofertiliser with *Acidithiobacillus* and rhizobia improves nodulation and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) in greenhouse and field conditions. **Tropical Grasslands**, v. 40, p.222–230, 2006a.

STAMFORD, N. P.; LIMA, R. A.; SANTOS, C. E. R. S.; DIAS, S. H. L. Rock biofertilizers with *Acidithiobacillus* on sugarcane yield and nutrient uptake in a Brazilian soil. **Geomicrobiology Journal**, v. 23, p. 261-265, 2006b.

STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. R. S.; SANTOS, P. R.; SANTOS, K. S. R.; MONTENEGRO, A. Effects of rock phosphate, sulphur with and without *Acidithiobacillus* and organic byproducts on mimosa (*Mimosa caesalpinifolia*) grown in a Brazilian tableland soil. **Tropical Grasslands**, v. 39, p. 54-61, 2005.

STAMFORD, N. P.; MOURA, A.M.M.F.; SANTOS, K.S.; SANTOS, P. R. Atuação de *Acidithiobacillus* na solubilização de fosfato natural em solo de tabuleiro cultivado com jacatupé (*Pachyrhizus erosus*). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.28, p.75-83, 2004a.

STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD JUNIOR, W. P.; DIAS, S. L. Biofertilizantes de rocha fosfatada com *Acidithiobacillus* como adubação alternativa de caupi em solo com baixo P disponível. **Analytica**, v. 9, p. 48-53, 2004b.

STAMFORD, N. P.; FREITAS, A. D. S.; SANTOS, C.E.R.S.; FERRAZ, D. S.; MONTENEGRO, A. Nitrogen fixation and growth of cowpea and yam bean in a sodic soil as affected by gypsum and sulphur inoculated with *Thiobacillus* and rhizobia. **Tropical Grasslands**, v. 37, p. 11-17, 2003.

STAMFORD, N.P.; SILVA, J.A.; FREITAS, A.D.S. & ARAÚJO FILHO, J.T. Effect of sulphur inoculated with *Acidithiobacillus* in a saline soil grown with leucena and mimosa tree legumes. **Bioresource and Technology**, v. 81, p. 53-59, 2002.

STAMFORD, T.C.M.; STAMFORD, T.L.M.; STAMFORD, N.P.; NETO, B.B.; CAMPOSTAKAKI, G.M. Growth of *Cunninghamella elegans* UCP 542 and production of chitin and chitosan using yam bean medium. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 1-8, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3ª ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 792p. 2004.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNER, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Departamento de solos, UFRGS, 174 p. 1995.

VAN STRAATEN, P. **Rocks for crops – Agro minerals of sub - Saharan Africa**. (ICRAF: International Center for Research in Agroforestry). Nairobi, Kenya. University of Guelph, Ontario. 338p. 2002.

VÁSQUEZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. S. & SOUSA, V. F. Qualidade pós-colheita de frutos de meloeiro fertirrigado com diferentes doses de potássio e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.199-204, 2005.

VILLELA JUNIOR, L. V., ARAÚJO, J. A. C., FACTOR, T. L. Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 23–27, 2003.

WHITELAW, M.A. Growth promotion of plant inoculated with phosphate-solubilizing fungi. **Advances in Agronomy**, v. 69, p. 99-151, 2000.

WHITAKER, T .W.; DAVIS, G. N. **Cucurbits: botany, cultivation, and utilization**. London: [s.n], 1962.