

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
MESTRADO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

EFEITO DO BOKASHI NO CRESCIMENTO DA
CEBOLINHA, DO COENTRO E EM ALGUNS ATRIBUTOS QUÍMICOS E
BIOLÓGICOS DO SOLO.

NARCISO FERREIRA MOTA

JANEIRO, 2013
FORTALEZA

EFEITO DO BOKASHI NO CRESCIMENTO DA
CEBOLINHA, DO COENTRO E EM ALGUNS ATRIBUTOS QUÍMICOS E
BIOLÓGICOS DO SOLO.

NARCISO FERREIRA MOTA

Dissertação de mestrado submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, da Universidade Federal do Ceará – UFC, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

JANEIRO, 2013
FORTALEZA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- M871e Mota, Narciso Ferreira.
Efeito do Bokashi no crescimento da cebolinha, do coentro e em alguns atributos químicos e biológicos do solo. / Narciso Ferreira Mota. – 2013.
66 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, Fortaleza, 2013.
- Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas
Orientação: Profa. Dra. Vânia Felipe Freire Gomes.
Coorientação: Prof. Dr. Roberto Jun Takane.
1. Biofertilizante. 2. Composto orgânico. 3. Hortaliças. I. Título.

CDD 631.4

FORTALEZA
NARCISO FERREIRA MOTA

EFEITO DO BOKASHI NO CRESCIMENTO DA CEBOLINHA, DO COENTRO E EM
ALGUNS ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO.

Dissertação de mestrado submetida à
Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Agronomia, Área de Concentração em Solos e
Nutrição de Plantas, da Universidade Federal
do Ceará – UFC, como parte das exigências
para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em : ____/ ____/ ____

Prof. Vânia Felipe Freire Gomes - Doutora
(Orientadora)

Prof. Roberto Jun Takane - Doutor
(Co-orientador)

Prof. Paulo Furtado Mendes Filho – Doutor
(Examinador)

Prof. Olmar Baller Weber – Dr.
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

À Consciência Divina por todas as vidas e em todas as formas...

Aos meus ancestrais agricultores, principalmente meus avôs Delfino e Rufino, à minha avó Dolores por me iniciarem no prazer e na luta da interação com a natureza;

Aos meus queridos pais Wilson Mota e Francisca Lima pelo cuidado, carinho, incentivo aos estudos e por todas as lições que com amor me ensinaram;

Aos meus amados filhos e filhas Nashira, Uriel, Davi e Yumê que me ensinaram o prazer do sacro ofício de cuidar da vida e por todas as contribuições que deram para a conclusão desta dissertação;

À minha amada companheira Simone C. Holanda por todo carinho, incentivo e contribuições na produção deste trabalho e na construção de um mundo melhor.

À Universidade Federal do Ceará por tornar possível a conquista desta qualificação acadêmica;

À Professora Vânia Freire Felipe Gomes, pela orientação, sabedoria, compreensão, paciência, confiança e amizade construída no decorrer do curso;

Ao Professor Roberto Jun Takane, pela orientação, pela disponibilização de insumos e equipamentos e ideias sobre Bokashi, pelo apoio e exemplo por entendermos que nosso trabalho é também político e principalmente pela confiança construída ;

Ao Professor Paulo Furtado Mendes Filho, pelas sugestões valiosas e apoio principalmente nas atividades no Laboratório de Microbiologia do Solo;;

Ao Professor Olmar Baller Weber pelo exame cuidadoso da dissertação e suas valiosas contribuições para a conclusão deste trabalho;

Aos Professores do Departamento de Ciências do Solo, principalmente o Professor Raimundo Nonato Assis Júnior e Boanerges Aquino pelos conhecimentos compartilhados e atenção dedicada;

Aos companheiros servidores técnico-administrativos da UFC, Aldo Cirino, Antonio José e Geórgia dos laboratórios do Departamento de Solos e ao companheiro Robson pelas inúmeras contribuições na condução dos trabalhos na horta didática do Departamento de Fitotecnia;

À colega e amiga Aldenia que tanto ajudou na elaboração deste trabalho e nas práticas do Laboratório de Microbiologia

Aos colegas e amigos da Pós Graduação, Everton, Emanuel que contribuíram para a realização desta dissertação;

A todos que de algum modo contribuíram para que este trabalho se tornasse uma realidade visível;

E, finalmente, para você, leitor : obrigado pela luz que refletimos uns nos outros, paz e prosperidade.

RESUMO

Efeito do Bokashi no crescimento da cebolinha, do coentro e em alguns atributos químicos e biológicos do solo.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes doses do Bokashi no crescimento das culturas de coentro, de cebolinha, em alguns atributos químicos do solo e na atividade da biomassa microbiana do solo, para testar as hipóteses de que a utilização do Bokashi no cultivo de cebolinha e coentro melhora o desenvolvimento das plantas em consequência da melhoria do solo. A condução do experimento foi realizada na casa de vegetação do setor de horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará(UFC), situada no Campus do Pici, em Fortaleza, em um período de 60 dias após o transplante das mudas de cebolinha, das bandejas para os vasos plásticos contendo 4kg de solo e um período de 40 dias pro cultivo do coentro. O solo utilizado foi oriundo de área que predomina um Neossolo Quartzarênico, da comunidade do Coqueiro do Alagamar, no município de Pindoretama-CE. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram: T1- [4 kg Solo + 5g Bokashi + (20g composto orgânico = c.o.)]; T2- (4 kg Solo + 10g Bokashi + c.o.); T3-(4 kg Solo + 15g Bokashi + c.o.); T4- (4 kg Solo +20g Bokashi + c.o.); T5- (4 kg S + 20 g Bokashi); T6- (4 kg S + c.o.) e T7- Controle (solo natural). Foram avaliadas a altura e a massa da matéria seca da parte aérea das plantas de cebolinha e do coentro e no solo, o pH, o Carbono orgânico total, o Nitrogenio total e o Fósforo disponível, a colonização micorrízica arbuscular, a respiração basal do solo, o quociente metabólico e o carbono da biomassa microbiana. Pelos resultados obtidos, o Bokashi, na dose de 20 g, foi o que mais favoreceu o desenvolvimento das plantas. Não houve influência nos teores de Nitrogênio total dos solo cultivados, mas os teores do carbono orgânico total e do carbono da biomassa microbiana tiveram um aumento significativo nos tratamentos T4 e T5. A quantidade de esporos de FMA nas amostras de solo analisadas foi menor nos tratamentos com Bokashi e mostrou-se estatisticamente diferente do T7 – Controle, que foi a que apresentou a maior quantidade de esporos. A colonização micorrízica arbuscular aumentou nos tratamentos T6 e T7 que não usavam o Bokashi e foi menor nos tratamentos T4 e T5, que receberam a dose de 20g do Bokashi.

PALAVRAS-CHAVE: composto orgânico, biomassa microbiana, micorriza

ABSTRACT

Effect of Bokashi in chives and coriander growth as well as in some chemical and biological attributes of the soil.

This study aimed to evaluate the effect of different doses of Bokashi in crop growth of coriander and chives, in some soil chemical properties and in microbial biomass activity of soil, to test the hypothesis that the use of the Bokashi in the cultivation of coriander and chives improve plant growth, increases the quality of the soil. The conduct of the experiment was accomplished in the greenhouse horticulture sector of the Department of Plant Science of the Federal University of Ceará (UFC), located in the Campus do Pici, Fortaleza, in a period of 60 days after transplanting the chives seedlings, from trays to plastic pots containing 4 kg of soil and for a period of 40 days pro cultivation of coriander. The soil used was from the area that predominates *Quartzipsamments Neosol from the* community of Coqueiro do Alagamar, in the municipality of Pindoretama-Ce. The experimental design was of completely randomized kind, consisting of seven treatments: T1- [4 kg Soil + 5g Bokashi + (20g organic compound = c.o)], T2-(4 kg soil+ 10g Bokashi + co) , T3-(4 kg soil+ 15g Bokashi + co), T4-(4 kg Solo +20 g Bokashi + co),-T5 (4 kg S + 20 g Bokashi), T6-(4 kg S + co) and T7 - (natural soil)Control. The characteristics evaluated were the height and dry mass of the aerial part of chives and coriander and in the soil, pH, total organic carbon, total nitrogen and available phosphorus, arbuscular mycorrhizal colonization, the soil basal respiration, metabolic quotient and microbial biomass carbon. By the results obtained the Bokashi at a dose of 20 g, was the one that most favored plant development. There was no influence on the levels of total nitrogen of the cultivated soil, but the levels of total organic carbon and microbial biomass carbon had a significant increase in T4 and T5 treatments. The number of AMF spores in the soil samples analyzed was lower in the treatments with Bokashi and was statistically different in T7 - Control, being the highest one. Mycorrhizal root colonization increased in treatments T6 and T7 which were not using the Bokashi and was lower in treatments T4 and T5, which received the dose of 20g of Bokashi.

KEYWORDS: Coriander; Chives; Bokashi; Microbial biomass; Aarbuscular mycorrhizal fungus.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Quociente metabólico (qCO_2) em ($mgC-CO_2\ kgC^{-1}\ h^{-1}$) das amostras de solo cultivado com coentro, nos diferentes tratamentos. Média de quatro repetições 43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Propriedades químicas do solo no município de Pindoretama, da comunidade Coqueiro do Lagamar no Estado do Ceará.	14
Tabela 2. Composição do composto orgânico e do Bokashi.	15
Tabela 3. Quantidade dos insumos utilizados na produção do Bokashi.	16
Tabela 4. Tratamentos, Períodos de aplicações dos tratamentos e doses recomendadas para a cultura da cebolina “Konatsu”.	17
Tabela 5. Tratamentos, Períodos de aplicações dos tratamentos e doses recomendadas para a cultura da coentro Verdão	18
Tabela 6. Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de cebolinha, após 90 dias de cultivo. Média de quatro repetições.	24
Tabela 7. Altura das plantas de cebolinha, após 90 dias de cultivo. Média de quatro repetições.	25
Tabela 8. pH do solo após 90 dias do cultivo com plantas de cebolinha. Média de 4 repetições.	26
Tabela 09. Características químicas do Complexo Sortivo (cmolc.kg^{-1}) das amostras de solos, após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média das quatro repetições.	27
Tabela 10. Teores de fósforo disponível no solo, após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.	28
Tabela 11. Carbono Orgânico Total (COT) do solo após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.	29
Tabela 12. Nitrogênio total do solo, após 90 dias do cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.	30
Tabela 13. Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de coentro após 40 dias de cultivo. Média de quatro repetições.	31
Tabela 14. Altura das plantas de coentro, após 40 dias de cultivo. Média de quatro repetições.	32
Tabela 15. pH do solo após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.	33
Tabela 16. Teores do complexo sortivo (cmolc.kg^{-1}) do solo, após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.	33
Tabela 17. Teores de fósforo disponível no solo aos 40 dias de cultivo do coentro. Média de quatro repetições.	35

Tabela 18. Carbono Orgânico Total (COT) do solo, após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.....	36
Tabela 19. Teores de Nitrogênio Total do solo após 40 dias de cultivo com coentro.	36
Tabela 20. Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo, após 90 dias do cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.	37
Tabela 21. Respiração Basal do solo (RBS) após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.....	38
Tabela 22. Colonização micorrízica arbuscular, em plantas de cebolinha, após 90 dias de cultivo. Média de quatro repetições.	39
Tabela 23. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) do solo após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.....	40
Tabela 24. Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo dos diferentes tratamentos, após o cultivo com o coentro. Média de quatro repetições.....	41
Tabela 25. Respiração basal do solo (RBS) após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.....	42
Tabela 26. Colonização radicular micorrízica arbuscular, em plantas de coentro, após 40 dias de cultivo. Média de quatro repetições.	44
Tabela 27. Número de esporos fungos micorrízicos arbuscular (FMA) do solo, após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.....	45

INDICE

1.INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVO	3
HIPÓTESES	3
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 A Adubação Orgânica	4
2.2 Biofertilizante Bokashi.....	4
2.3 Aspectos da Cultura do Coentro (<i>Coriandrum Sativum</i> L.).....	5
2.4 Aspectos da Cultura da Cebolinha (<i>Allium Fistulosum</i> L.).....	7
2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA)	8
2.6 Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (CBM).....	10
2.7 Respiração Basal do Solo (RBS).....	11
2.8 Quociente Metabólico do Solo (qCO ₂).....	12
3. MATERIAL E MÉTODO	13
3.1 Local da coleta do solo e condução dos experimentos.....	13
3.2 Formulação do composto orgânico e do Bokashi.....	15
3.3 Instalação dos experimentos com a cebolinha “Konatsu Hossonegui” e com o coentro “Verdão.....	16
3.3.1 Experimento com a cebolinha “Konatsu Hossonegui”.....	16
3.3.2 Experimento com o coentro da variedade “Verdão”	17
3.4 Parâmetros avaliados	18
3.4. 1 Altura (cm) e massa da matéria seca da parte aérea (g)	18
3.4.2 Análises Microbiológicas	19
3.4.2.1 Respiração Basal do Solo (RBS)	19
3.4.2.2 Carbono da Biomassa Microbiana (CBM)	20
3.4.2.3 Quociente Metabólico (qCO ₂).....	20
3.4.2.4 Quantificação do número de esporos de FMA no solo	21
3.4.2.5 Colonização micorrizica arbuscular	21
3.4.3 Análises químicas do solo	21
3.4.3.1 Complexo Sortivo e pH.....	22
3.4.3.2 Carbono Orgânico Total (COT)	22
3.4.3.3 Nitrogênio total no solo	22

3.5 Delineamento experimental	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Análises do crescimento das plantas de cebolinha	24
4.1.1 Massa da matéria seca da parte aérea da cebolinha	24
4.1.2 Altura das plantas de cebolinha	25
4.2 Análises química do solo após o cultivo com a cultura da cebolinha	26
4.2.1 pH do solo cultivado com cebolinha	26
4.2.2 Complexo sortivo do solo cultivado com cebolinha.	26
4.2.3 Teor de fósforo disponível no solo cultivado com cebolinha.....	28
4.2.4 Carbono Orgânico Total (COT) do solo cultivado com cebolinha	29
4.2.5 Nitrogênio total do solo cultivado com cebolinha	30
4.3 Análises do crescimento das plantas do coentro	30
4.3.1 Massa da matéria seca da parte aérea do coentro	30
4.3.2 Altura das plantas do coentro	31
4.4 Análises do solo cultivado com coentro	32
4.4.1 Médias do pH do solo cultivado com coentro.	32
4.4.2 Complexo sortivo do solo cultivado com coentro	33
4.4.3 Teor de fósforo disponível no solo cultivado com coentro.	35
4.4.4 Carbono orgânico total (COT) do solo cultivado com coentro.	35
4.4.5 Nitrogênio total do solo cultivado com coentro.	36
4.5 Análises microbiológicas do solo cultivado com cebolinha.....	37
4.5.1 Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo cultivado com cebolinha.	37
4.5.2 Respiração Basal do solo cultivado com cebolinha.....	38
4.5.3 Colonização micorrízica da cultura da cebolinha.....	38
4.5.4 Quantificação dos esporos de FMA no solo cultivado com cebolinha	39
4.6 Análises microbiológicas do solo cultivado com coentro.	41
4.6.1 Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo cultivado com coentro.....	41
4.6.2 Respiração Basal do Solo cultivado com coentro	41
4.6.3 Quociente metabólico do solo cultivado com coentro.....	42
4.6.4 Colonização micorrízica na cultura do coentro.	43
4.6.5 Quantificação dos esporos de FMA no solo cultivado com coentro	44
5. CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais, econômicos e sociais gerados pela utilização de fertilizantes de alta solubilidade e compostos tóxicos para controle de insetos, patógenos e plantas invasoras são conhecidos no mundo. As demandas por alimentos sem resíduos de agrotóxicos, bem como, produzidos em sistemas que não deteriorem as condições do ambiente, são crescentes em todo o mundo (WIEN, 1990a; 1990b), e cada vez mais a população tem buscado alternativas viáveis para a substituição desses fertilizantes químicos para produção de alimentos.

A Agricultura Orgânica, também chamada de biológica ou alternativa, começou a se estruturar nas primeiras décadas do século XX. A partir dos anos de 1960, acelerou-se o crescimento em países desenvolvidos, fruto da preocupação com impacto das técnicas agrícolas sobre a qualidade dos alimentos e do meio ambiente (KHATOUNIAN, 1996).

Segundo Kopke e Haas (1991), a Agricultura Orgânica está baseada nas normas e regulamentação da IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). É proibida a utilização de agrotóxicos e fertilizantes nitrogenados de alta solubilidade, tendo como princípio a aproximação do ciclo de nutrientes e matéria orgânica da unidade produtiva; o uso de esterco e compostos providos na própria propriedade; a fertilização, quando necessária, feita com minerais de baixa solubilidade; se possível, produção de sementes; e a rotação de culturas. Em resumo, técnicas que minimizem o impacto ao ambiente e à saúde humana.

Nos últimos anos, o sistema de produção orgânica com a utilização de biofertilizantes teve um grande crescimento no Brasil. Os biofertilizantes são compostos resultantes da fermentação de matéria orgânica de origem animal, resíduos de colheita em geral, rochas moídas, melão e leite na presença ou ausência de oxigênio em um recipiente chamado biodigestor (BETTIOL et al., 1998). Uma das principais características dos biofertilizantes é a presença de microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos como hormônios e antibióticos (BETTIOL et al., 1998), os quais produzem maiores proteções e induzem resistência das plantas ao ataque de agentes externos. Os fungos produzem bacteriostatos, para garantirem a fonte de seu sustento : a raiz (PRIMAVESI, 1982).

O Bokashi é um mistura de diversos tipos de matéria orgânica farelada submetida à fermentação, predominantemente do tipo láctica. Em geral, a fermentação é obtida utilizando-

se como inóculo, material de serrapilheira, rica em microrganismos como bactérias, leveduras, actinomicetos e outros ocorrentes naturalmente no ambiente. Na confecção do Bokashi esses microrganismos agem sobre a matéria orgânica fermentando-a ocorrendo produção de ácidos orgânicos, vitaminas, enzimas, aminoácidos e polissacarídeos interessantes ao desenvolvimento vegetal (HIGA; WIDIDANA, 1991).

As hortaliças coentro e cebolinha fazem parte da cultura popular brasileira, principalmente no Nordeste onde são apreciados como temperos em diversos pratos tradicionais, onde forma a chamada “parelha”, também conhecida como “cheiro-verde”, que além de sua importância condimentar apresentam alto valor nutritivo.

Presença constante nos cultivos da agricultura familiar cearense, seja em pequenos canteiros nos fundos dos quintais seja produção principal, desde o litoral até as serras, passando pelo sertão semi-árido. Quando produzidos apenas para o consumo familiar são cultivadas perto da casa em pequenos canteiros no solo ou suspensos, para que fiquem protegidos de aves e outros animais domésticos.

O coentro (*Coriandrum sativum* L) é uma hortaliça anual de valor e importância consideráveis. No Brasil, a parte aérea da planta é a mais utilizada na alimentação humana, a qual participa de muitos pratos regionais, especialmente nas regiões Norte e Nordeste.

A cebolinha (*Allium fistulosum*) é uma planta condimentar semelhante à cebola,. Pertence à família Alliaceae. Duas espécies são cultivadas: *Allium fistulosum* (cebolinha verde ou comum) e *Allium schoenoprasum* (cebolinha-de-folhas-finas ou galega). A cebolinha verde é natural do Oriente ou da Sibéria, possui folhas numerosas, fistulosas, com comprimento variando de 25 a 35 cm e cor verde .

OBJETIVO

Avaliar o efeito do Bokashi no crescimento do coentro (*Coriandrum sativum* L) e cebolinha (*Allium fistulosum*, L.) e em alguns atributos químicos e biológicos do solo.

HIPÓTESES

A adubação com Bokashi em solo sob o cultivo do coentro e cebolinha pode influenciar na associação fungos micorrizicos arbusculares e na atividade microbiana do solo.

A adubação com Bokashi pode melhorar o crescimento do coentro e da cebolinha.

A adubação com Bokashi pode melhorar alguns atributos químicos e biológicos do solo sob o cultivo do coentro e cebolinha.

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A adubação orgânica

A necessidade de uma consciência ecológica, aliada à preocupação com os sistemas de produção e distribuição de alimentos convencionais, a contaminação dos mesmos e o receio de produtos oriundos de organismos geneticamente modificados, tem propiciado um crescimento da demanda de alimentos provenientes de sistemas orgânicos.

O adubo orgânico é constituído de resíduos de origem animal e vegetal: folhas secas, gramas, restos vegetais, restos de alimentos, esterco animal que no final do processo de decomposição que da origem ao húmus. Este material é muito importante para as propriedades físicas, química e biológicas dos solos, pois melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e coesão, aumenta a capacidade de retenção de água, ameniza a variação da temperatura do solo, aumenta na capacidade de troca catiônica, aumenta o poder tampão, atuam como quelato e é fonte de nutrientes para as plantas.

A adubação orgânica é importante para a produtividade de muitos solos, tão grande e tão variada são os seus papéis. Alguns adubos orgânicos, mais concentrados, comportam-se de modo mais semelhante ao dos adubos químicos ou minerais, funcionando como fonte de nitrogênio, fósforo, potássio e outros elementos. Entretanto, não devem ser utilizados apenas pelos nutrientes que contêm, mas pelos efeitos benéficos nos solos (MALAVOLTA et al., 2002), tanto nas propriedades químicas, físicas e biológicas. Os agricultores podem dispor de uma variedade de materiais de origem orgânica que são produzidos nos estabelecimentos rurais e que podem ser empregados, seja diretamente ou após receberem tratamento especial, visando melhorar a produtividade e a qualidade do solo.

2.2 Biofertilizante Bokashi

O Bokashi é uma mistura de diversos tipos de materiais orgânicos farelados submetidos à fermentação, predominantemente do tipo láctica. Em geral, a fermentação é obtida utilizando-se como inóculo, material de serrapilheira, rica em microrganismos como bactérias, leveduras, actinomicetos. Na confecção do Bokashi esses microrganismos agem sobre a matéria orgânica fermentado-a ocorrendo produção de ácidos orgânicos, vitaminas,

enzimas, aminoácidos e polissacarídeos interessantes ao desenvolvimento vegetal (HIGA e WIDIDANA, 1991).

O Bokashi é um produto elaborado à partir de um método japonês de compostagem baseado na adição de uma solução líquida de microrganismos anaeróbicos e fermentos do ácido láctico (SOUZA; RESENDE, 2003). É um adubo orgânico concentrado, rico em nitrogênio, fósforo e potássio, que pode ser usado para a substituição dos fertilizantes químicos tradicionais, podendo ser aplicado por ocasião do plantio ou em cobertura (PENTEADO, 2003).

A biomassa microbiana contribui para uma liberação mais lenta dos nutrientes durante a fase de decomposição dos materiais. Assim sendo, para ser absorvido pelas plantas há a necessidade da transformação para a forma mineral através do processo de decomposição da matéria orgânica ou da mineralização. Com isto, ocorre uma lenta liberação dos nutrientes para a solução do solo.

De acordo com Souza e Rezende (2003), o Bokashi pode conter: N=3%; P=2 %; K=1,4 %; Ca=2,2%; Mg=1,1%; Mn=0,018%; Zn=0,011%; Fe=0,090%; B=0,020%; Cu=0,010%; pH=6,0 e relação C/N=12:1. Para esses autores, o uso de doses crescentes deste fertilizante pode afetar diretamente o acúmulo de massa seca, devido a maior disponibilidade de nutrientes no solo.

Há dois processos diferentes de obtenção de fertilizantes orgânicos: no método aeróbico, os farelos misturados passam pelo processo de fermentação ao ar livre. Nesse caso, além da produção de mau cheiro, a dispersão de nitrogênio é muito grande. No processo anaeróbico, a mistura fica acondicionada em sacos plásticos resistentes que retêm o nitrogênio. Os microrganismos benéficos incorporados impedem a proliferação de fungos que causam doenças nas plantas, segundo Primavesi (1982). Outra grande vantagem é o baixo custo do bokashi em relação aos produtos químicos à base de nitrato.

2.3 Aspectos da cultura do coentro (*Coriandrum sativum* L.)

O Coentro (*Coriandrum sativum* L.), é uma das hortaliças cultivadas no Brasil, que é muito apreciada no Ceará, é uma cultura tradicional da agricultura familiar, recebendo pouco incentivo de órgão de pesquisa, sendo escasso os trabalhos que tratam dessa cultura, tanto para os agricultores familiares, quanto para a segurança alimentar do povo nordestino.

O coentro é uma espécie originária dos continentes Europeu e Africano, sendo cultivada há mais de três mil anos. A planta tem um aroma especial que combina muito com diferentes pratos, os frutos secos do coentro são muito utilizados na indústria de bebidas, de produtos alimentares e farmacêuticos. No Brasil, é comum o consumo das folhas frescas, principalmente, como tempero de peixes, carnes, molhos e saladas. As populações das regiões Norte e Nordeste são as maiores consumidoras dessa hortaliça condimentar (FILGUEIRA, 1982).

É uma hortaliça folhosa herbácea, anual, aromática, de raiz superficial, com folhas verde-brilhantes, alternadas e entrecortadas até a inserção do pecíolo. Cultura de clima quente é intolerante a baixas temperaturas, podendo ser semeada ao longo do ano em localidades baixas. É pouco exigente em relação ao solo e tolerante à acidez (FILGUEIRA, 2000). Seu cultivo é predominante em todas as zonas rurais e em áreas periféricas das cidades, em hortas comunitárias, exclusivamente para produção de massa verde, sendo comercializados em molhos, constituindo-se uma boa fonte de vitamina C, pró-vitamina A, cálcio e ferro, (HAAG ; MINAMI, 1998). Ainda segundo estes autores, por ser de ciclo precoce (45-60 dias), garante retorno rápido do capital investido, aumentando a renda das famílias envolvidas na exploração, possibilitando a utilização da mão-de-obra familiar ociosa, tornando-se uma espécie de notável alcance social.

No Nordeste, o cultivo do coentro é uma atividade de notável alcance social, chegando a se constituir na principal fonte de renda de várias comunidades rurais. O município de Vitória de Santo Antão - PE, é considerado o maior produtor de coentro do Brasil (FILHO et al., 1992). No Ceará, o coentro é cultivado em quase todas as micro-regiões por pequenos agricultores, praticamente sem nenhuma orientação técnica, o que aliada à baixa fertilidade dos solos tem ocasionado uma queda da produtividade.

Apesar de absorverem relativamente pequenas quantidades de nutrientes, quando comparadas com outras culturas, as hortaliças folhosas são consideradas exigentes em nutrientes, em função de seus ciclos relativamente curtos. Quanto ao fósforo especificamente, as quantidades exigidas são geralmente baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Entretanto, apesar dessa baixa exigência, a resposta às doses de fertilizantes é geralmente alta, devido à baixa disponibilidade natural de fósforo nos solos brasileiros (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Mesmo em solos já adubados anteriormente, a deficiência de fósforo pode ocorrer, principalmente em locais onde o solo apresenta alta taxa de fixação deste elemento. O seu suprimento adequado, desde o início do desenvolvimento vegetal, é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas, estimula o desenvolvimento radicular, é essencial para a boa formação de frutos e sementes e incrementa a precocidade da produção. A resposta a fósforo é variável de cultura para cultura, ou mesmo entre cultivares da mesma espécie, sendo umas mais eficientes que outras na sua absorção (RAIJ, 1991).

Mesmo sendo o fósforo, um dos nutrientes que o coentro mais responde (FILGUEIRA, 2000), pouco se conhece a respeito dos níveis ideais deste elemento a serem aplicados no solo, visando a obtenção de rendimentos satisfatórios. As recomendações encontradas na literatura indicam uma grande variação nos níveis de P_2O_5 recomendados para esta cultura. Filgueira (1982) e Pedrosa et al. (1984), recomendaram $5g.m^{-2}$ e $700 kg. ha^{-1}$ de superfosfato simples em adubação de plantio, respectivamente. Segundo Filgueira (2000), para se obter rendimento satisfatório de massa verde no coentro em solos com teor baixo a médio de fósforo, deve ser fornecido à cultura de $100 a 180 kg. ha^{-1}$ de P_2O_5 , na adubação de plantio.

2.4 Aspectos da cultura da cebolinha (*Allium fistulosum* L.)

A cebolinha comum (*Allium fistulosum* L.) possui folhas alongadas e tubulares, macias, aromáticas e de alto valor condimentar, muito apreciadas pela população humana. As cultivares mais conhecidas são Todo Ano, Futonegui e Hossonegui (COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA, 1987; MAKISHIMA, 1993; FILGUEIRA, 2000; HEREDIAZ. et al., 2003). Sendo também uma cultura pouco estudada, apesar de ser bastante cultivada no Brasil.

Sua origem é o Oriente ou Sibéria, sendo na Idade Média difundida para a Europa. (EMBRATER, 1980; COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA, 1987; HEREDIA. et al., 2003). Foi introduzida no Brasil por imigrantes portugueses, por ser um condimento apreciado pela população.

A cebolinha tem folhas cilíndricas e fistulosas, com 30 a 50 cm de altura, de coloração verde escura, tendendo para o glauco. Produz pequeno bulbo cônico, envolvido por uma película rósea, com perfilhamento e formação de touceira (FILGUEIRA, 2000). É considerada uma cultura perene com uma faixa de temperatura média para o cultivo entre 8 e 22 °C, suportando frios prolongados e existindo cultivares que resistem bem ao calor, vegeta

melhor em condições amenas, apresentando maior perfilhamento nos plantios de fevereiro a julho regiões produtoras do Brasil. (MAKISHIMA, 1993).

A colheita da cebolinha inicia-se entre 55 e 60 dias após o transplântio ou entre 85 e 100 dias após a semeadura, quando as folhas atingem de 0,20 a 0,40 m de altura. O rebrotamento é aproveitado para novos cortes, podendo um cultivo ser explorado por dois a três anos, principalmente quando são conduzidos em condições de clima ameno (EMBRATER, 1980; COTIA, 1987; MAKISHIMA, 1993; FILGUEIRA, 2000).

2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA)

As micorrizas do tipo arbuscular são associações simbióticas e mutualistas comuns em 80 % das espécies de plantas existentes. Nessa associação, ambos se beneficiam, os fungos absorvem nutrientes do solo através da rede de hifas externas e os transferem à planta hospedeira em troca de substrato energético (fotoassimilados), ocorrendo uma perfeita integração morfológica e funcional, estabelecendo-se, portanto, uma inter-relação biotrófica (SILVEIRA, 2000).

As micorrizas arbusculares caracterizam-se por apresentar estruturas únicas como os arbúsculos e vesículas, onde ocorrem a troca de nutrientes e armazenamento de substâncias, respectivamente.

Na associação entre plantas-fungos vários benefícios são apresentados como, amenização dos estresses bióticos e abióticos, maior resistências a doenças e pragas, maior agregação do solo, melhor absorção de água e nutriente, principalmente os de pouca como o fósforo (SIQUEIRA; MOREIRA 2006). A micorrização representa um importante mecanismo para a maximização do uso de fertilizantes fosfatados aplicados aos solos deficientes e com elevada capacidade de fixação de fosfatos, como os predominantes nos trópico, uma vez que as micorrizas usam o fósforo da fração solúvel do solo, pois as suas hifas consegue ir além da zona de depleção do mesmo. As fruteiras destacam-se como o grupo de plantas onde as micorrizas mereceram maior atenção no que se refere aos efeitos benéficos da simbiose (OLIVEIRA; TRINDADE, 2000).

Vários fatores afetam a formação e o desempenho dos fungos micorrízicos. Dentre os fatores químicos do solo, os nutrientes, principalmente o nitrogênio e o fósforo, influem afetando principalmente o estabelecimento da simbiose. A tolerância dos fungos micorrízicos a diferentes faixas de pH varia de acordo com a espécie fúngica, a capacidade de germinação

e colonização (MALUF et al., 2000). Embora o papel preponderante das micorrizas seja reconhecido na melhoria da nutrição mineral das plantas, outros efeitos também são proporcionados pela associação, como o aumento na absorção de água, mudanças hormonais favoráveis à planta hospedeira, exclusão de patógenos radiculares, resistência à seca, à salinidade e presença de metais pesados. (OLIVEIRA; TRINDADE, 2000).

A relação entre os FMA e a planta hospedeira pode ser mutualística, neutra ou parasítica, dependendo das circunstâncias. Apesar de comumente ser citado como simbiose, devido a predominância do mutualismo, associações onde os FMA assumem posturas neutras ou parasíticas não são raras. De forma geral, as plantas possuem pouco domínio sobre o controle dos níveis de colonização radicular, desenvolvimento e competição por carboidratos dos fungos (SMITH; READ, 1996).

Em campos cultivados, o efeito parasítico dos FMA pode surgir, quando a disponibilidade de nutrientes é muito elevada, principalmente do fósforo. De acordo com Peng et al. (1993), em plantas micorrizadas submetidas a altas doses de P, há um aumento significativo de ácidos graxos nas raízes fibrosas, que estaria diretamente relacionados com o alto consumo em C para produção de novas raízes e ao consumo também pelo FMA, deprimido, assim, o desenvolvimento da parte aérea.

Resultados de diversos trabalhos de pesquisa com FMA possibilitam estimar a potencialidade de benefícios que essa associação traria à produção vegetal e ao ambiente, pela possibilidade de economia de fertilizantes e defensivos agrícolas, caso já fosse possível aplicá-la comercialmente em campo nas principais culturas econômicas (BAREA; JEFFRIES, 1995). Pesquisas sobre a aplicabilidade das associações micorrízicas na agricultura têm revelado que ainda existem lacunas no conhecimento sobre a biologia e ecologia do fungo (ARYAL; XU, 2000). Aparentemente, os benefícios efetivos dos FMA na produção agrícola são mais promissores em circunstâncias cuja colonização potencial dos fungos nativos é estimulada indiretamente através de manejos de solos e rotação de culturas (MARSCHNER, 1995).

Os benefícios obtidos pelas práticas com enfoque mais ecológico sobre os FMA e a importância disso no alicerçamento da sustentabilidade agrícola também foram estudados. Boddington e Dodd (2000), testando o efeito do manejo agrícola sobre os FMA nativos, verificaram que a perturbação sobre a densidade de esporos, diversidade de espécies e comprimento de micélio extra-radicular é menor em áreas de manejo agroflorestral, quando

comparado com o sistema intensivo e monocultural. De acordo com Eriksson (2001), os índices de colonização micorrízica são bem maiores em agroecossistemas mais diversificados e com baixo nível de interferência por práticas agrícolas. Além disso, cultivos rotacionados ou consorciados e manejos conservacionistas, como o uso de cobertura morta ou adubação verde, também promovem a comunidade de FMA (MILLER ; JACKSON, 1998; JORDAN et al., 2000).

2.6 Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (CBM)

A determinação do carbono da biomassa microbiana do solo possibilita avaliações do nível de degradação ou perda da capacidade produtiva de um determinado solo devido à sua função catalizadora nas transformações bioquímicas do solo, e representa um compartimento lábil de muitos nutrientes que são reciclados rapidamente (AZEVEDO et al, 2007). Dessa forma, a biomassa e a atividade microbiana devem fazer parte dos estudos de ciclagem da matéria orgânica e de nutrientes, tendo como enfoque sua contribuição na decomposição e mineralização da matéria orgânica e, conseqüentemente, na fertilidade do solo. Além disso, a quantificação da biomassa e atividade microbiana quando associadas a outros fatores como valores de pH e teor do C orgânico, permitem uma avaliação sistemática do manejo adotado e possivelmente na obtenção de melhores índices de aferição da sustentabilidade (GAMA-RODRIGUES; DE-POLLI, 2000).

A biomassa microbiana representa o compartimento central do ciclo de carbono no solo e, de acordo com as condições edafoclimáticas do ecossistema e da composição dos resíduos vegetais sobre a superfície, pode funcionar como compartimento de reserva (nutrientes facilmente disponíveis) ou como catalisador na decomposição da matéria orgânica. Tanto a quantidade como a qualidade dos resíduos vegetais nos sistemas produtivos podem causar alterações na comunidade microbiana. Os microrganismos são sensíveis a essas modificações e, por isso, tornam-se adequados como indicadores biológicos. Estimativas a respeito da biomassa microbiana possibilitam associar nutrientes imobilizados com a fertilidade e potencial produtivo (MERCANTE, 2001).

A biomassa é uma medida da população microbiana viva do solo como um todo, que apesar de ser muito dinâmica, de certo modo, é pouco informativa quando interpretada por si só. Sua quantificação significa, de acordo com Grisi (1996), estimar o potencial microbiano de um solo e sua capacidade de transformação; quantificar substâncias relacionadas às

quantidades de elementos essenciais à vida microbiana, vegetal e animal; relacionar estas quantidades de microrganismos com formas inorgânicas de interesse agrônomo e ecológico no solo e relacionar as características acima com qualidade do solo e produtividade agroecológica.

O CBM está entre os atributos mais citados como de grande importância em estudos da qualidade do solo, sendo influenciado de forma diferenciada por sistemas conservacionistas ou degradadores (ISLAM; WEIL, 2000). As determinações de CBM são importantes para avaliação do tamanho do reservatório mais ativo e dinâmico da matéria orgânica do solo, o qual é constituído basicamente por fungos, bactérias e actinomicetos.

2.7 Respiração Basal do Solo (RBS)

O termo respiração do solo é definido como a absorção de O_2 e/ou liberação de CO_2 por todas as entidades vivas e metabolicamente ativos no solo. Comumente considera-se a respiração do solo como o resultado da atividade respiratória de bactérias, fungos, algas e protozoários no solo, incluindo as trocas gasosas que resultam de ambos os metabolismos aeróbio e anaeróbio. As bactérias e os fungos são os principais responsáveis pela maior liberação de CO_2 via degradação da matéria orgânica (MO)

A vantagem de se medir CO_2 ao invés de O_2 está no fato do CO_2 refletir a atividade tanto de microrganismo aeróbios quanto de anaeróbios (GAMA-RODRIGUES; DE-POLLI, 2000).

A RBS possui uma estreita relação com as condições abióticas do solo, entre elas a umidade, temperatura e aeração. Cattelan e Vidor (1990) detectaram influência destas características, além da disponibilidade de substrato no solo, sobre a RBS e o carbono da biomassa microbiana do solo (BMS), a disponibilidade de C no solo tem sido descrita como fonte contribuidora para o aumento da RBS (CATTELAN; VIDOR, 1990).

A atividade dos organismos no solo é considerada um atributo positivo para a qualidade do solo, sendo a respiração do solo um indicador sensível da decomposição de resíduos, do giro metabólico do carbono orgânico do solo (COT) e de distúrbios no ecossistema (PAUL et al., 1999).

Uma alta taxa de respiração, indicativo da alta atividade biológica, pode ser uma característica desejável se considerada como um sinal de rápida decomposição de resíduos

orgânicos em nutrientes disponíveis para as plantas. Uma alta atividade respiratória pode resultar tanto de um grande “pool” de substratos de C-lábil, onde a decomposição da matéria orgânica é intensa (uma floresta tropical, por exemplo), como da rápida oxidação de um pequeno “pool” decorrente, por exemplo, da quebra de agregados do solo promovida pela aração ou gradagem, a qual expõe material orgânico que outrora se encontrava protegido da ação de várias populações microbianas com atividade aeróbia, ou como resultado da incorporação momentânea de resíduos culturais pela aração. (ISLAM; WEIL, 2000).

Desse modo, altas taxas de respiração podem indicar tanto um distúrbio ecológico, como a incorporação de resíduos, como um alto nível de produtividade do ecossistema.

2.8 Quociente Metabólico do Solo (qCO_2)

Anderson & Domsch (1993) propuseram que quociente metabólico do solo (qCO_2) é definido pela razão entre a respiração basal por unidade de biomassa microbiana do carbono do solo e por unidade de tempo, como atributo que permite a identificação de solos contendo biomassa mais eficiente na utilização de C e energia, os quais refletem ambientes com menor grau de distúrbio ou estresse (CHAER; TÓTOLA, 2007). O quociente metabólico, também denominado de respiração específica, é maior em comunidades ecologicamente imaturas ou comunidades que estejam sob alguma situação de estresse, onde os microrganismos precisam gastar uma grande quantidade de energia por unidade de biomassa. O quociente metabólico deve ser interpretado com cuidado, uma vez que uma baixa taxa de respiração específica pode indicar que parte da microbiota é pouca ativa devido a escassez de substrato, ou devido à proteção física causada pelos agregados do solo (SPARLING, 1997)

O quociente metabólico do solo (qCO_2), é obtido pela razão entre a RBS por unidade de BMS-C e tempo, sendo usado para estimar a eficiência do uso de substrato pelos microrganismos do solo (ANDERSON; DOMSCH, 1993), podendo ser utilizado como sensível indicador de estresse quando a BMS-C é afetada, sendo ambas as ferramentas importantes no entendimento das transformações e perdas nos compartimentos orgânicos do solo.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Local da coleta do solo e condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no Campus do Pici, em Fortaleza, Ceará. A temperatura média e a luminosidade média do interior da casa de vegetação foram respectivamente 31° C e 46 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, a irrigação sistemática manteve o solo dos vasos com 70 % da capacidade de campo.

O solo utilizado no experimento foi coletado a uma profundidade de 0 a 20 cm, no município de Pindoretama, na comunidade denominada Coqueiro do Lagamar no Estado do Ceará. O solo foi analisado com relação às suas características químicas no laboratório de análises de solo e água do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (Tabela 1).

Tabela 1: Propriedades químicas do solo no município de Pindoretama, da comunidade Coqueiro do Lagamar no Estado do Ceará.

Composição granulométrica (g kg ⁻¹)					Classificação textural	Grau de flocculação (g 100 g ⁻¹)	Densidade (g cm ⁻³)		Umidade (g 100g ⁻¹)			pH		CE (dS m ⁻¹)	
Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Argila natural			Global	Partícula	0,033 MPa	1,5 MPa	Água Útil	Água			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,4	0,26		
Complexo Sortivo (Cmol _c kg ⁻¹)								V (%)	m %	PST	C (g kg ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	C/N	MO (g kg ⁻¹)	P Assimilável (mg kg ⁻¹)
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	S	T								
1,30	1,30	0,15	0,02	0,00	0,00	2,8	2,8	100	-	5	4,02	0,43	9	6,93	10

3.2 Formulação do compostos orgânico e do Bokashi

O composto orgânico foi produzido no setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, a partir da mistura de esterco de gado bovino (30 % , v/v), folhas de cajueiro e leguminosas trituradas (70 % , v/v), os quais foram colocados para compostagem durante 80 dias, período no qual foram utilizados para compor com o solo dos vasos na medida de 5 g de composto por kg de solo; esta medida foi obtida à partir de cálculos dos teores de fósforo do solo original e do composto orgânico, para compor uma mistura solo/composto orgânico que resultasse um solo com aproximadamente 10 mg de fósforo por kg do solo. Amostras do composto orgânico e do Bokashi foram retirada para análise das características químicas (complexo sortivo, pH, carbono orgânico total, fósforo disponível e nitrogênio total) no laboratório de Análise de Solos/ Água e Plantas do Departamento de Solos da UFC conforme a tabela 2.

Tabela 2. Composição do composto orgânico e do Bokashi.

	(g/kg)						(mg/kg)		
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Zn
Composto									
Orgânico	15,7	2,3	5,3	5,0	6,1	5,1	3,6	2.110	117,7
Bokashi	21,3	4,4	10,1	5,4	6,6	1,7	3,4	1.962	178,6

A formulação do Bokashi foi composta de 40 Litros de arroz cozido, 20 Litros de feijão cozido (sobras do Restarante Universitário da UFC) e peneirados, 500 g de carvão, 200 g de rapadura, 160 g de leite fermentado (lactobacilos) e 400g de termofosfato de rocha (15 % de P₂O₅) e 10 litros de água, conforme a tabela 3.

Tabela 3: Quantidade dos insumos utilizados na produção do Bokashi.

Produto	Quantidade
Arroz cozido	40 Litros
Feijão cozido	20 Litros
Água	10 Litros
Carvão em pó	500 g
Rapadura	200 g
Leite fermentado (Lactobacilos)	180 g
Termofosfato de rocha	400 g

3.3 Instalação dos experimentos com a cebolinha “Konatsu Hossonegui” e com o coentro “Verdão”

3.3.1 Experimento com a cebolinha “Konatsu Hossonegui”

No cultivo da cebolinha “Konatsu” (Experimento 1), as sementes foram distribuídas em bandejas de plástico de 162 células com substrato de pó de coco mais o composto orgânico citado anteriormente (Tabela 2). Após um período de 30 dias, as plantas foram selecionadas de acordo com a uniformidade e o vigor, e foram transplantadas para vasos plásticos de polietileno preto, com capacidade de 4 Litros (20 cm de diâmetro e 16 cm de altura), contendo 4 kg de solo oriundo da comunidade Coqueiro do Lagamar no município de Pindoretama-Ce, onde foram aplicados os sete tratamentos (Tabela 4). O solo foi misturado com 20 g do composto orgânico (5g.kg^{-1} de solo) em dose única, sendo essa dose adicionada de forma que o solo natural tivesse 10mg de P por kg, para dar suporte nutricional às plantas, que foram irrigadas diariamente, três vezes ao dia.

As quantidades do Bokashi utilizadas atenderam as recomendações de Oliveira, et al, (2009), enquanto que as épocas de aplicação foram escolhidas em função do ciclo da cultura e também por informações de produtores habituados com a produção dessa hortaliça.

Tabela 4: Tratamentos, períodos de aplicações dos tratamentos e doses recomendadas para a cultura da cebolina “Konatsu”.

	TRATAMENTOS	Períodos de aplicações dos tratamentos	DOSES
T1	Solo (S) + Composto Orgânico (CO) + Bokashi (B 1)	Início (S + CO); Quizenalmente (B1=5g)	4 kg S + 20g CO +5g B
T2	Solo (S) + Composto orgânico (CO) + Bokashi (B 2)	Início (S + CO); Quizenalmente (B2=10g)	4 kg S + 20g CO + 10 g B
T3	Solo (S) + Composto orgânico (CO) + Bokashi (B 3)	Início (S +CO); Quizenalmente (B3=15g)	4 kg S + 20g CO + 15 g B
T4	Solo (S) + Composto orgânico (CO) + Bokashi (B 4)	Início (S +CO); Quizenalmente (B4=20g)	4 kg S + 20g CO + 20 g B
T5	Solo (S) + Bokashi (SB 4)	Quizenalmente (SB4=20g)	4 kg S + 20 g B
T6	Solo (S) + Composto orgânico (CO)	Início (Tranplântio)	4 kg S + 20g CO
T7	Solo (controle)	-	4 kg S

3.3.2 Experimento com o coentro da variedade “Verdão”

No cultivo do coentro, foram usadas aproximadamente doze sementes por vaso, após a germinação, foi realizado o desbaste, deixando-se quatro plantas por vasos, que receberam os tratamentos citados abaixo (Tabela 5).

As plantas de coentro da variedade “Verdão” foram cultivadas em vasos plásticos de polietileno preto, com capacidade de 4 Litros (20 cm de diâmetro e 16 cm de altura), contendo 4 kg de solo oriundo da comunidade Coqueiro do Lagamar no município de Pindoretama-Ce, onde foram aplicados os sete tratamentos (Tabela 5). O solo foi misturado com 20 g do composto orgânico (5g.kg^{-1} de solo) em dose única, sendo essa dose adicionada de forma que o solo natural tivesse 10mg de P por kg, para dar suporte nutricional às plantas, que foram irrigadas diariamente, três vezes ao dia.

As épocas de aplicação foram escolhidas em função do ciclo da cultura e também por informações de produtores habituados com a produção dessa hortaliça.

Tabela 5: Tratamentos, períodos de aplicações dos tratamentos e doses recomendadas para a cultura do coentro Verdão

	TRATAMENTOS	Períodos de aplicações dos tratamentos	DOSES
T1	Solo (S) + Composto Orgânico (CO) + Bokashi (B1)	Início (S + CO); Semanalmente (B1=5g)	4 kg S + 20g CO +5g B
T2	Solo (S) + Composto orgânico (CO) + Bokashi (B 2)	Início (S + CO); Semanalmente (B2=10g)	4 kg S + 20g CO +10 g B
T3	Solo (S) + Composto orgânico (CO) + Bokashi (B 3)	Início (S +CO); Semanalmente (B3=15g)	4 kg S + 20g CO + 15 g B
T4	Solo (S) + Composto orgânico (CO) + Bokashi (B 4)	Início (S +CO); Semanalmente (B4=20g)	4 kg S + 20g CO + 20 g B
T5	Solo (S) + Bokashi (SB 4)	Semanalmente (B4=20g)	4 kg S + 20 g B
T6	Solo (S) + Composto orgânico (CO)	Início (Tranplântio)	4 kg S + 20g CO
T7	Solo (controle)	-	4 kg S

3.4 Parâmetros avaliados

Os parâmetros avaliados foram: altura das plantas, matéria seca da parte aérea, respiração basal do solo (RBS), carbono da biomassa microbiana (CBM), coeficiente metabólico (qCO_2), quantificação de esporos de FMA no solo, colonização micorrízica, complexo sortivo, pH, carbono orgânico total, nitrogênio total e fósforo disponível no solo.

3.4.1 Altura (cm) e massa da matéria seca da parte aérea (g)

A altura das plantas de coentro e cebolinha foram determinadas aos 40 e 90 dias após o plantio respectivamente. Por ocasião da colheita, as plantas foram medidas pela altura.

Após as medições, as plantas de coentro e cebolinha foram colhidas e separadas a parte aérea das raízes, foram pesadas para obtenção da matéria verde da parte aérea e em seguida a parte aérea foi colocada em sacos de papel e postas para secar em estufa com circulação de ar em temperatura em torno de 65 °C, até atingir peso constante. Ao serem retiradas da estufa, as plantas foram pesadas em balança analítica, para determinação da massa seca (MS).

3.4.2 Análises Microbiológicas

Como indicadores biológicos, foram avaliados: Respiração Basal do Solo (RBS), Carbono da Biomassa Microbiana (CBM), Quociente metabólico (qCO_2), Colonização micorrízica e Quantificação de esporos de FMA no solo.

3.4.2.1 Respiração Basal do Solo (RBS)

A respiração basal do solo foi estimada por 10 dias, sendo as leituras realizadas, todos os dias, no mesmo horário. As amostras de solo foram mantidas em 70% da capacidade de campo.

Foram pesadas 50g de solo de cada tratamento e adicionadas em potes de vidro hermeticamente fechados, contendo copos descartáveis com 20 mL de NaOH à 0,5 N (ALEF, 2005), onde foram mantidas na capacidade de campo e incubadas durante 7 dias. O período total de avaliação da respiração basal foi de 10 dias.

O C-CO₂ produzido pela respiração do solo foi capturado por uma solução de NaOH 0,5 mol L⁻¹, procedendo-se a titulação com HCl 0,25 mol L⁻¹, tendo como indicador a fenolftaleína a 1%. Foram mantidos frascos controle ou branco que não contenham amostras de solo. A quantificação de CO₂ liberado é apresentado em mg de C-CO₂ por kg⁻¹ de solo, durante o intervalo de tempo utilizado no monitoramento. A equação utilizada para obter este valor é:

$$C-CO_2 \text{ (mg)} = (B-V) \times M \times 6 \times (V^1/V^2)$$

A quantificação do total de C-CO₂ produzido é igual ao somatório dos valores obtidos durante cada amostragem (Mendonça & Matos, 2005).

Onde:

B: Volume gasto no Branco (mL)

V: volume do HCl gasto na amostra (mL)

M: concentração real de HCl (mol L⁻¹)

6: massa atômica do carbono = (12) dividido pelo número de mols de CO₂ que reagem com NaOH = (2).

V1: volume total de NaOH usado na captura do CO₂ (mL)

V2: volume de NaOH usado na titulação (mL)

A quantidade total de C-CO₂ produzido é igual ao somatório dos valores obtidos durante cada amostragem.

3.4.2.2 Carbono da Biomassa Microbiana (CBM)

O carbono da biomassa microbiana do solo foi determinado através do método de fumigação - extração segundo Vance et al (1987). Utilizando-se para a lise celular dos microrganismos, 1 ml de Clorofórmio P.A. (CHCl₃) isento de etanol, aplicado diretamente na amostra de 20 g do solo, em frasco de vidro de 100mL fechado e guardado em local escuro, com temperatura em torno de 28° C. Após a fumigação, os solos foram transferidos para Erlenmeyers, aos quais foram adicionados 50 ml de K₂SO₄ (0,5 mol L⁻¹). Os extratos foram agitados durante 30 minutos e filtrados. Da solução filtrada, retirou-se uma alíquota de 8 mL, para Erlenmeyers de 250 mL, acrescentando 2 ml de K₂Cr₂O₇ (0,5 mol L⁻¹), 10 mL de H₂SO₄ P.A, 5 mL de ácido orto-fosforico P.A, 70 mL de água destilada e 4 gotas de difenilamina. Em seguida, estas soluções foram tituladas com sulfato ferroso amoniacal Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ 6H₂O 0,033M. O fator de conversão (kC) usado para converter o fluxo de C para C da biomassa microbiana foi de 0,33, de acordo com Sparling e West (1988). Os valores do carbono presente na biomassa microbiana foram calculados pela equação:

$$CBM = (C_i - C_{ni}) / K_c = \text{mg kg}^{-1} \text{ de C no solo onde :}$$

CBM = carbono presente na biomassa microbiana do solo; C_i = carbono presente na amostra fumigada; C_{ni} = carbono presente na amostra não fumigada; K_c = fator de conversão de 0,33; utilizado para converter o fluxo de C para CBM (SPARLING; WEST, 1988).

3.4.2.3 Quociente Metabólico (qCO₂)

O cálculo do quociente metabólico (qCO₂) foi realizado por meio da divisão da quantidade de CO₂ liberado por hora pelo CBM, ou seja, RBS/CBM (ANDERSON; DOMSCH, 1978). Este índice prediz que a biomassa microbiana torna-se mais eficiente a partir do momento que menos carbono é perdido na forma de CO₂ pela respiração, possibilitando, assim, uma maior incorporação de carbono aos tecidos microbianos, segundo Tótola e Chaer, (2002), valores mais elevados de qCO₂>2 indicam maior consumo de carbono prontamente mineralizável, elevando-se as perdas de C.

3.4.2.4 Quantificação do número de esporos de FMA no solo

Os esporos de fungos micorrízicos arbusculares foram extraídos do solo pelo método de peneiramento úmido (GERDEMANN; NICHOLSON, 1964). A contagem foi realizada após o peneiramento dos esporos, colocados em 60 mL de água destilada, de onde retirou-se amostra de 4mL para proceder observação em placa de Petri dimensionada sob microscópio - estereoscópio. Após a extração, foi determinado o número total de esporos por 100 g de solo.

3.4.2.5 Colonização micorrízica arbuscular

A colonização micorrízica radicular das plantas de coentro e cebolinha com FMA foi determinada aos 40 e 90 dias do plantio, respectivamente. Foram separadas as raízes das plantas coletadas de cada vaso e lavadas em água corrente para a eliminação de resíduos de solo. Após a limpeza, as raízes foram colocadas em álcool a 70 % para a conservação e avaliação posterior da colonização micorrízica.

A determinação da colonização micorrízica foi realizada de acordo com o método de coloração descrito por Phillips e Hayman (1970), onde as raízes são clareadas pelo aquecimento a 90°C em solução aquosa de KOH 10%, complementada através da acidificação das raízes com ácido acético a 5 %, e posterior utilização de tinta de caneta a 5 % (VIERHEILIG et al., 1998).

Após a coloração das raízes, foram observadas estruturas fúngicas na região do córtex radicular das plantas de coentro e cebolinha, através da técnica de Giovanetti e Mosse (1980). O grau de colonização micorrízica foi avaliado em termos percentuais, tomando-se por referência três graus: baixo (até 20% de colonização radicular), médio (30% a 80% de colonização radicular) e alto (acima de 80% de colonização radicular), conforme Giovanetti e Mosse, 1980.

3.4.3 Análises químicas do solo

Os solos, antes e após do cultivo, foram analisados com intuito de avaliar as características químicas naturais e os possíveis benefícios da utilização da adubação orgânica inicial com o Bokashi. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Solos/Água/Planta do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará.

Foram analisados e avaliados o complexo sortivo, pH, carbono orgânico total, nitrogênio total e fósforo assimilável do solo.

3.4.3.1 Complexo Sortivo e pH

Os íons trocáveis Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ foram extraídos com acetato de amônio a pH 7,0, onde Ca^{+2} e Mg^{+2} quantificados por titulometria com EDTA 0,025 N, sendo Na^+ e K^+ determinados por fotometria de chama. A acidez potencial total ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) foi extraída pela solução de acetato de cálcio a pH 7,0 e quantificado por titulometria com NaOH 0,1 N.

O fósforo disponível (P) foi extraído por Mehlich 1 e determinado por colorimetria. A determinação do pH foi realizada em água (1: 2,5) por potenciometria. Toda a metodologia das análises químicas está de acordo com EMBRAPA (1997).

3.4.3.2 Carbono Orgânico Total (COT)

Foi determinado, de acordo com Yeomans e Bremner (1998), por oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio ($0,167 \text{ mol L}^{-1}$) em meio sulfúrico H_2SO_4 ; o excesso de dicromato, após a oxidação, foi titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, na presença do indicador difenilamina (EMBRAPA, 1997).

3.4.3.3 Nitrogênio total no solo

O nitrogênio total no solo foi determinado por meio de digestão sulfúrica, seguida de destilação no microdestilado de Kjeldahl. O nitrogênio contido no extrato foi quantificado por titulação com ácido clorídrico $0,02 \text{ mol L}$, de acordo com metodologia de Tedesco et al., (1995).

3.5 Delineamento experimental

Os experimentos obedeceram a um delineamento inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram constituídos por respectivamente, quatro repetições e cada vaso continha quatro plantas, totalizando 28 unidades experimentais em cada experimento.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A análise dos dados foi realizada utilizando-se os programas ASSISTAT da Universidade Federal de Campina Grande e o Excel da Microsoft.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises do crescimento das plantas de cebolinha

4.1.1 Massa da matéria seca da parte aérea da cebolinha

A massa da matéria seca da parte aérea cebolinha, apresentou diferenças estatísticas significativas como pode ser observada na tabela 6. O tratamento T4 foi o que apresentou o maior valor de massa seca entre todos os tratamentos, diferindo estatisticamente dos tratamentos T1, T6 e T7 que apresentou menor massa da matéria seca, pois não recebeu nenhum tipo de adubação. Este resultado indica que a dose de 20g quinzenais de Bokashi foi a mais eficiente entre as doses utilizadas nos tratamentos, e a que mais contribuiu no aumento da massa das plantas.

Resultados semelhantes foram também verificados por Oliveira e Leite (2008), ao testar doses diferentes de Bokashi no cultivo de alho (*Allium sativum*), constataram aumento linear na produtividade de bulbos comerciais (diâmetro acima de 32 mm) com a elevação das doses de Bokashi.

Tabela 6. Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de cebolinha, após 90 dias de cultivo. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de cebolinha (g/planta)
T1	2,62 bc
T2	3,39 ab
T3	3,77 ab
T4	4,09 a
T5	3,19 abc
T6	1,75 c
T7	0,29 d
CV (%)	23,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.1.2 Altura das plantas de cebolinha

A altura das plantas de cebolinha diferiu estatisticamente como pode ser observado na tabela 7. Os tratamentos que receberam a maior dose de Bokashi T4 e T5 (20g), mostraram valores superiores quando comparados aos tratamentos onde não se usou o Bokashi, T6 e T7, e quando se aplicou apenas 5g do Bokashi.

Este aumento no crescimento das plantas da cebolinha coincide com os dados obtidos por Oliveira e Leite (2008), onde a elevação nas doses de Bokashi possibilitou também ganho linear na massa de bulbos comerciais, o aumento na massa de bulbos comerciais provavelmente foi resultante do incremento linear no número de bulbilhos por bulbo e na massa de bulbilhos com a elevação das doses de Bokashi .

Tabela 7. Altura das plantas de cebolinha, após 90 dias de cultivo. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Altura da parte aérea das plantas de cebolinha (cm)
T1	42,99 bc
T2	48,20 ab
T3	49,80 ab
T4	54,58 a
T5	49,87 ab
T6	38,70 c
T7	24,27 d
CV (%)	8,02

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.2 Análises químicas do solo após o cultivo com a cultura da cebolinha

4.2.1 pH do solo cultivado com cebolinha

De acordo com as análises estatísticas podemos observar que os valores de pH no solo cultivado com cebolinha não apresentaram diferenças estatísticas, entre os tratamentos utilizados (Tabela 8). Porém quando comparadas estas amostras com a amostra do solo inicial, não cultivado, percebe-se que o cultivo promoveu uma elevação do pH de 7,4 (Tabela 1) para uma média de 8,3.

Tabela 8. pH do solo após 90 dias do cultivo com plantas de cebolinha. Média de quatro repetições.

Tratamentos	pH
T1	8,50 a
T2	8,07 a
T3	8,37 a
T4	8,27 a
T5	8,40 a
T6	8,12 a
T7	8,32 a
CV (%)	4,19

T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.2.2 Complexo sortivo do solo cultivado com cebolinha

Os teores de Ca^{2+} avaliados no solo cultivado com cebolinha, foram baixos, de acordo com os níveis sugeridos por Fernandes et al. (1993). Os tratamentos T4 e T3 de acordo com a análises estatística, apresentaram os maiores teores de Ca^{2+} , e foram significativamente diferentes de T6 e T7, que apresentaram os menores valores dentre os tratamentos avaliados (Tabela 9). Esse resultado também foi observado por Santos et al. (2008), que considerou que a aplicação de adubos orgânico pode proporcionar alterações significativas nos atributos químicos do solo, aumentando a disponibilidade de Cálcio.

Tabela 9. Características químicas do Complexo Sortivo (cmolc.kg^{-1}) das amostras do solo, após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média das quatro repetições.

Tratamentos	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^{2+}	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	CTC
T1	1,55 ab	1,10 bc	0,07 b	0,63 a	0,22 c	3,59 bc
T2	1,57 ab	1,40 abc	0,08 b	0,68 a	0,27 c	3,44 bc
T3	1,77 a	1,75ab	0,09 ab	0,68 a	0,25 c	4,54 ab
T4	1,72 a	2,07 a	0,10 ab	0,77 a	0,35 bc	5,02 a
T5	1,60 ab	1,80 ab	0,12 a	0,58 a	0,60 bc	4,71 ab
T6	1,27 b	0,80 c	0,08 b	0,66 a	0,52 bc	3,23 c
T7	1,30 b	0,70 c	0,07 b	0,63 a	1,00 a	3,69 bc
CV (%)	9,17	28,01	16,17	28,9	29,29	9,91

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.; T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ; T6= solo+c.o.; T7= controle.

Por outro lado os teores de Mg^{2+} foram considerados elevados, apenas nos tratamentos onde utilizou-se o Bokashi, T1,T2,T3,T4 e T5 quando comparados com os níveis sugeridos por Fernandes et al. (1993). No presente trabalho, podemos considerar que houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos que receberam o Bokashi, T3, T4 e T5, e os tratamentos que não receberam, T6 e T7. Entre os tratamentos que receberam as doses de Bokashi, houve uma maior diferença estatística significativa entre os tratamentos T4 com valor de $2,07 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ de Mg^{2+} e T1 com apenas $1,10 \text{ cmolc.kg}^{-1}$ de Mg^{2+} , o que ressalta a maior eficiência da dose de 20g do Bokashi, colocada quinzenalmente no tratamento T4.

O íon Na^+ apresentou teores médios segundo as recomendações de Tomé Jr. 1997. No presente trabalho, não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos avaliados, todavia houve um aumento geral em todos os tratamentos avaliados no solo após o cultivo da cebolinha, quando comparado com o solo antes do cultivo. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Duenhas (2004), que verificaram um aumento do teor de Na^+ relacionado com a adição do Bokashi.

De forma generalizada, os tratamentos apresentaram baixos teores de K^+ , todavia somente no tratamento T5 (0,12) houve um aumento desse valor, que nos índices genéricos de classificação de Tomé Jr. (1997), é considerado como um teor médio.

Todos os tratamentos analisados, apresentaram um aumento nos valores da CTC, em comparação com o solo natural analisado antes do início do plantio (Tabela 1). Após o cultivo os valores da CTC apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos que utilizaram e os que não utilizaram o Bokashi. Este é um aspecto de grande

importância, pois sugere que o Bokashi utilizado no cultivo orgânico pode conduzir ao aumento da CTC. Estes resultados contrastam com os observados por Duenhas (2004), que constatou uma diminuição na CTC ao final do experimento com uso do Bokashi .

A acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) diferiu entre os diferentes tratamentos, sendo mais elevada no controle (T7) e menor nos tratamentos que receberam o Bokashi. Os resultados apresentados no experimento não concordam com os resultados encontrados por Xavier (2004), que encontraram um aumento da acidez potencial relacionada aadição de adubo orgânico.

4.2.3 Teor de fósforo disponível no solo cultivado com cebolinha

Os teores de P disponível no solo diferiram entre os tratamentos aplicados (Tabela 10). As menores médias foram apresentadas pelos tratamentos T6 (16,77 mg.kg⁻¹) e T7 (10,28 mg.kg⁻¹) que não receberam o Bokashi, enquanto que, houve um incremento no teor de P, nos tratamentos T4 (103,33 mg.kg⁻¹) e T5 (93,09 mg.kg⁻¹) respectivamente que receberam as maiores doses de Bokashi. Estes tratamentos praticamente apresentaram o dobro dos teores de P, encontrados nos tratamentos que receberam as menores doses do adubo, T1 e T2, conforme pode-se observar na tabela 10.

Tabela 10: Teores de fósforo disponível no solo, após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Teores de fósforo disponível(mg.kg ⁻¹)
T1	27,49 cd
T2	35, 54 cd
T3	57,76 bc
T4	103,33 a
T5	93,09 ab
T6	16,77 d
T7	10, 28 d
CV (%)	34,45

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, P < 0,05.

T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

Dessa forma constatou-se que o Bokashi na dose mais alta, contribuiu para o aumento do P disponível no solo após o cultivo com a cebolinha, o que concorda com

Andreola et al. (2000), que associaram o aumento do P disponível, ao tratamento em que foi utilizada a adubação orgânica.

4.2.4 Carbono Orgânico Total (COT) do solo cultivado com cebolinha

Os teores médios de COT das amostras de solo nos diversos tratamentos do solo cultivado com da cebolinha são apresentados na tabela 11.

Tabela 11: Carbono Orgânico Total (COT) do solo após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Carbono Orgânico Total (g.kg ⁻¹)
T1	6,22 de
T2	6,42 cd
T3	7,47 c
T4	11,37 a
T5	9,62 b
T6	5,60 e
T7	4,67 f
CV (%)	5,83

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

Analisando os teores de carbono orgânico total, nota-se que os tratamentos apresentam diferença estatística significativa entre si. O tratamento-controle T 7, foi o que apresentou o menor estoque de COT (4,67 g.kg⁻¹). Em contrapartida nos tratamentos T4 e T5 ocorreram os maiores valores do estoque de COT (11,3 e 9,6 g.kg⁻¹), nos demais tratamentos ocorre uma gradual redução nos teores de carbono relacionado com a diminuição da quantidade de Bokashi aplicada. A redução no aporte de carbono não se deve unicamente à redução da quantidade de resíduos adicionados, mas também, ao aumento da atividade microbiana, causada por melhores condições de aeração, temperaturas mais elevadas e alternância mais frequente de umedecimento e secagem do solo (MARCHIORI JUNIOR; MELO, 2003).

4.2.5 Nitrogênio total do solo cultivado com cebolinha

Os resultados do nitrogênio total do solo sob o cultivo da cebolinha dos diversos tratamentos são apresentados na tabela 12. Os teores de N variaram entre 0,42 e 1,05(g.kg⁻¹), que é característico dos solos arenosos e com baixos teores de matéria orgânica. Novamente o tratamento T4 foi o que apresentou a maior média entre os tratamentos utilizados, possivelmente devido a maior dosagem de Bokashi aplicada ao mesmo.

Tabela 12: Nitrogênio Total do solo, após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Nitrogênio (g.kg ⁻¹) total do solo cultivado com cebolinha
T1	0,63 ab
T2	0,84 ab
T3	0,94 ab
T4	1,05 a
T5	0,84 ab
T6	0,63 ab
T7	0,42 b
CV (%)	33,35

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, P < 0,05. T1= 5g de Bokashi+c.o.; T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ; T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.3 Análises do crescimento das plantas do coentro

4.3.1 Massa da matéria seca da parte aérea do coentro

As medidas referentes a massa da matéria seca da parte aérea do coentro são apresentadas na Tabela 13. Verificou-se que a produção de matéria seca ao final do ciclo produtivo da cultura, 40 dias, diferiu estatisticamente entre os tratamentos.

Os valores do peso da matéria seca das plantas de coentro dos tratamentos T4 (20g), T5 (20g de Bokashi) e T3 (15g) foram os mais elevados, e diferiram estatisticamente do tratamento T6-SC (sem Bokashi) e do T7-Controle, que apresentaram os menores valores de peso da matéria seca. Podendo ser constatado que a utilização do Bokashi incrementou o

peso da matéria seca da parte aérea do coentro, especialmente nos tratamentos que receberam as maiores doses do adubo. Fato encontrado por Maia (2006), ao trabalhar com o Bokashi na cultura do melão, constatou um melhor desenvolvimento nas plantas com a utilização do biofertilizante. Também no trabalho de Holfle, Santos e Ramos (2009), resultados obtidos evidenciaram o efeito positivo do Bokashi, ao aumentar produção de matéria seca da parte aérea de mudas de mamão, adubadas com esse biofertilizante.

Tabela 13: Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de coentro após 40 dias de cultivo. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Massa da matéria seca da parte aérea das plantas do coentro (g/planta)
T1	0,555 abc
T2	0,687 ab
T3	0,877 a
T4	0,942 a
T5	0,857 a
T6	0,210 c
T7	0,420 bc
CV (%)	29,03

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.3.2 Altura das plantas do coentro

A altura média das plantas do coentro foi maior nos tratamentos que receberam as maiores doses de Bokashi e foram estatisticamente superiores, quando comparadas aos tratamentos que não receberam o Bokashi (Tabela 14). Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Takaiama e Mota (2005), que ao usarem o Bokashi na

dosagem de 100g.m^{-2} no cultivo de alface, obtiveram plantas mais vigorosas e de excelente qualidade.

Também no trabalho de Holfle, Santos e Ramos (2009), observaram o efeito positivo da utilização do Bokashi, na produção da matéria seca da parte aérea de mudas de mamão.

Tabela 14. Altura das plantas de coentro, após 40 dias de cultivo. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Altura da parte aérea das plantas do coentro (cm)
T1	19,35 b
T2	20,22 ab
T3	23,02 ab
T4	23,31 ab
T5	27,12 a
T6	16,54 b
T7	18,81b
CV (%)	15,90

Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.4 Análises do solo cultivado com coentro

4.4.1 pH do solo cultivado com coentro.

Os valores do pH do solo após 40 dias do cultivo com coentro, encontram-se na tabela 15. Observa-se que não houve diferença entre os valores do pH de todos os tratamentos aplicados. Contudo quando comparadas estas amostras com a amostra inicial do solo antes do plantio do coentro, pode-se perceber uma redução do pH de 7,4 para uma média aproximada de 6,3 após o cultivo. Possivelmente este fato decorre da atividade rizosférica das plantas de coentro. Resultado este, que é o oposto do que ocorreu com o cultivo da cebolinha, onde foi observada a elevação do pH após o cultivo com esta cultura.

Tabela 15. pH do solo após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.

Tratamentos	pH
T1	6,09 a
T2	6,30 a
T3	6,13 a
T4	6,22 a
T5	6,22 a
T6	6,69 a
T7	6,51 a
CV (%)	5,19

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.4.2 Complexo sortivo do solo cultivado com coentro

Os teores de Ca^{2+} foram baixos, de acordo com os níveis sugeridos por Tomé Jr . (1997). As plantas do tratamento T4, apresentaram os maiores valores dos dos solos plantados com cebolinha, e foram estatisticamente diferentes do T5 e T7, que apresentaram os menores valores de cálcio. Embora o T1 tenha apresentado o maior teor de cálcio, não diferindo estatisticamente de T4, que recebeu a maior dose de Bokashi (Tabela 16).

Tabela 16. Teores do complexo sortivo (cmolc.kg^{-1}) do solo, após 40 dias de cultivo com o coentro. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^{2+}	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	CTC
T1	1,27 a	1,00 b	0,17 cd	0,52 ab	1,73 c	4,69 bc
T2	1,02 ab	1,12 b	0,25 bc	0,50 ab	2,14 ab	5,03 b
T3	0,92 abc	1,22 b	0,35 ab	0,54 ab	2,39 a	5,42 ab
T4	1,05 ab	2,20 a	0,41 a	0,63 a	2,22 a	6,51 a
T5	0,82 bc	1,97 a	0,41 a	0,63 a	2,14 ab	5,97 ab
T6	0,97 abc	1,02 b	0,13 cd	0,46 b	1,81 bc	4,39 bc
T7	0,62 c	0,65 b	0,10 d	0,47 b	1,65 c	3,49 c
CV (%)	17,29	22,89	22,33	12,53	8,19	11,46

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

Os teores de Mg^{2+} foram considerados altos, segundo valores sugeridos por Tomé Jr. (1997), observou-se em todos os tratamentos onde se utilizou o Bokashi, mas os teores dos

tratamentos T4 e T5 diferenciam-se estatisticamente dos demais, possivelmente por serem os que receberam as maiores doses do adubo.

O íon Na^+ apresentou médios teores em todos os tratamentos, sendo constatada diferença estatística entre os tratamentos T4 e T5 com as maiores doses de Bokashi, em relação a T6 e T7 ambos, sem o Bokashi. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Duenhas (2004), que verificou um aumento do teor de Na^+ relacionado com a adição das doses crescentes do Bokashi.

De forma generalizada, os tratamentos apresentaram teores médios a altos de K^+ . Os tratamentos que receberam o Bokashi nas doses maiores (T4 e T5), foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos, sendo estatisticamente igual apenas ao T3. Todos os tratamentos analisados, apresentaram um aumento quando em comparação com o solo natural, analisado antes do início do plantio (Tabela 1). Após o cultivo os valores da CTC foram estatisticamente diferentes nos tratamentos T4, com maior CTC, T1 com valor médio e no tratamento T7-Controle que apresentou o menor valor de CTC. Estes resultados devem estar relacionados à utilização do biofertilizante nos tratamentos que foram adubados com Bokashi. Este é um aspecto de grande importância, pois sugere que os insumos utilizados em áreas de cultivo orgânico podem afetar diretamente a atividade dos microrganismos e conduzir ao aumento da fertilidade do solo. Estes resultados contrastam com os observados por Duenhas (2004), que constatou uma diminuição na CTC do solo, ao final do experimento.

A acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$) foi significativamente afetada pelos tratamentos aplicados ao solo. Os resultados da análise de acidez potencial apresentados no experimento concordam com os resultados encontrados por Theodoro et al. (2003), Xavier (2004), Duenhas (2004), que encontraram um aumento de acidez potencial relacionada com a adição de Bokashi. Neste experimento os maiores valores de acidez potencial, ocorreu nas amostras dos tratamentos T3 e T4 onde utilizou-se as maiores doses de Bokashi 15 e 20g/vaso/semana respectivamente, sendo registrado o menor valor no tratamento T7-Controle.

4.4.3 Teor de fósforo disponível no solo cultivado com coentro.

Os teores de P disponível apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os diversos tratamentos (Tabela 17). As menores médias foram detectadas nos tratamentos T6 e T7 que não receberam o Bokashi, enquanto que nos tratamentos que receberam Bokashi, houve aumento nos teores de P, proporcional ao incremento das doses aplicadas do Bokashi. Os tratamentos T4 e T5, apresentaram os maiores teores, pois o Bokashi proporcionou um aporte significativo deste nutriente, conforme pode-se observar na tabela 17. Os dados deste trabalho estão de acordo com os resultados de Ourives et al. (2010), que observaram a elevação dos teores de P no solo, conforme a elevação das doses de Bokashi aplicadas.

Tabela 17. Teores de fósforo disponível no solo após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Fósforo disponível (mg.kg⁻¹)
T1	27.49 cd
T2	35.54 cd
T3	57.76 bc
T4	103.33 a
T5	93.09 ab
T6	16.77 d
T7	10.28 d
CV (%)	34.45

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.; T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ; T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.4.4 Carbono orgânico total do solo cultivado com coentro (COT)

Analisando-se os teores de carbono orgânico total no solo (Tabela 18), nota-se que os tratamentos apresentam diferença estatística entre si, sendo que nos tratamentos T4 e T5 foram observadas as maiores médias de COT, que foram diretamente proporcionais às doses de Bokashi. A queda dos valores de COT em função da redução do aporte do Bokashi, pode ser um indicativo de que essa redução no aporte de carbono não se deve unicamente à redução da quantidade de resíduos adicionados, mas também, ao aumento da atividade microbiana, causada por melhores condições de aeração, temperaturas mais elevadas e

alternância mais frequentes de umedecimento e secagem do solo (MARCHIORI JUNIOR; MELO, 2003).

Tabela 18: Carbono Orgânico Total (COT) do solo, após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Carbono Orgânico Total (g.kg ⁻¹)
T1	6,07 de
T2	6,60 cd
T3	7,30 c
T4	10,95 a
T5	9,32 b
T6	5,57 e
T7	4,37 f
CV (%)	5,71

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.4.5 Nitrogênio total do solo cultivado com coentro

Os resultados de nitrogênio total do solo, sob o cultivo do coentro nos diversos tratamentos são apresentados na tabela 19. Os teores de N variaram entre 0,16 e 0,31 g.kg⁻¹, que é característico dos solos arenoso e com baixos teores de matéria orgânica. Os tratamento nos quais foram utilizado o biofertilizante, apresentaram maiores médias entre os tratamentos, possivelmente devido a dosagem de Bokashi aplicada nos mesmos.

Tabela 19: Teores de Nitrogênio Total do solo após 40 dias de cultivo com coentro.

Tratamentos	Nitrogênio Total do solo (g.kg ⁻¹)
T1	0,29 a
T2	0,29 a
T3	0,31 a
T4	0,29 a
T5	0,29 a
T6	0,19 a
T7	0,16 a
CV (%)	33,35

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.5 Análises microbiológicas do solo cultivado com cebolinha

4.5.1 Carbono da biomassa microbiana do solo cultivado com cebolinha(CBM)

Na tabela 20 são apresentados os valores do CBM, onde pode-se verificar que a maior média ocorreu no tratamento T4, que a exceção do T5, foi estatisticamente superiores aos outros tratamentos. Nos tratamentos que não utilizaram o Bokashi T6 e T7, a diferença estatística foi significativamente menor, o que sugere a importância do Bokashi como um estimulante do carbono da biomassa microbiota do solo. Os resultados encontrados nos experimentos coincidem com as observações de Passianoto et al. (2001) e Matsuoka et al.(2003), que atribuíram o aumento ou a redução do carbono da biomassa microbiana ao conteúdo de matéria orgânica no solo.

Tabela 20. Carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), após 90 dias do cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Carbono da biomassa microbiana do solo (mg.kg ⁻¹)
T1	611,50 cd
T2	628,75 bcd
T3	697,50 bc
T4	808,50 a
T5	718,25 ab
T6	560,00 d
T7	554,75 d
CV (%)	7,03

* Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.5.2 Respiração basal do solo cultivado com cebolinha

Tabela 21. Respiração basal do solo (RBS), após 90 dias do cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Respiração basal do solo cultivado com cebolinha (mg C-CO ₂ . kg ⁻¹)
T1	126,4 b
T2	142,7 b
T3	168,5 ab
T4	176,3 a
T5	170,9 a
T6	118,2 bc
T7	106,1 c
CV (%)	2,89 %

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

As quantidades de C-CO₂ liberadas do solo de cada tratamento encontram-se na Tabela 21. Os tratamentos T3, T4 e T5 apresentaram uma maior produção de C-CO₂ e foram estatisticamente diferentes dos outros tratamentos, possivelmente devido ao maior aporte de carbono, oriundo das duas maiores doses do Bokashi adicionadas aos respectivos tratamentos. A produção de C-CO₂ no tratamento T7, foi estatisticamente menor do que nos demais tratamentos que receberam o Bokashi, o que sugere uma atividade diferenciada dos microrganismos neste último tratamento, em relação aos tratamentos que receberam a adubação orgânica com Bokashi.

4.5.3 Colonização micorrízica da cultura da cebolinha

A colonização micorrízica radicular das plantas de cebolinha, diferiu entre os tratamentos com Bokashi e os tratamentos que não receberam o adubo. A diferença entre os tratamentos com Bokashi, sendo o grau de colonização inversamente proporcional à quantidade do bioadubo aplicada, conforme pode-se observar na tabela 22. Os percentuais de colonização observados foram considerados médios pelos critérios pré-estabelecidos no material e métodos, à exceção dos tratamentos T1, T6 e T7, cujo grau de colonização variou

de 89 a 94%, sendo considerado alto. A menor disponibilidade de nutrientes nesses tratamentos pode ter favorecido a colonização radicular pelos fungos micorrízicos.

Tabela 22. Colonização micorrízica arbuscular, em plantas de cebolinha, após 90 dias de cultivo. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Colonização micorrízica radicular das plantas de cebolinha (%)
T1	89,25 b
T2	81,50 c
T3	76,00 d
T4	65,50 f
T5	69,50 e
T6	87,00 b
T7	94,50 a
CV (%)	1,64

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$ T1= 5g de Bokashi+c.o.; T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ; T6= solo+c.o.; T7= controle. Dados percentuais transformados em arcseno da $\sqrt{\%}$.

A menor colonização com FMA nos tratamentos com doses crescentes do Bokashi, possivelmente devido ao maior aporte de nutrientes. Isto sugere que a associação fungo- raiz torna-se mais eficiente quanto menor a dose de adubo aplicada, o que é um indicativo da capacidade de resiliência das plantas e dos fungos para sobreviverem em ambientes com restrição de matéria orgânica e nutrientes, o que concorda com Silva Júnior, 2008.

4.5.4 Quantificação dos esporos de FMA no solo cultivado com cebolinha

A quantidade do número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares no solo cultivado com a cebolinha, foi maior nos tratamentos T7 e T6 (Tabela 21), onde não se utilizou o Bokashi, estes resultados que estão de acordo com Hayma (1970), citado por Maia (2006), relata que os fatores que estimulam ou inibem a colonização radicular, também estimulam ou inibem a esporulação, ressaltando que nesses dois processos sempre costumam estar relacionados entre si. Dessa forma ficou explícito que as elevação das doses do Bokashi influenciaram na redução da esporulação dos FMA, uma vez que os maiores valores ocorreram nos solos que não receberam o adubo.

Tabela 23. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) no solo, após 90 dias de cultivo com cebolinha. Média de quatro repetições.

Tratamentos	No. de esporos de FMA no solo cultivado com cebolinha (unidade. 100g⁻¹ solo)
T1	876,5 c
T2	746,5 d
T3	658,5 e
T4	538,5 g
T5	591,5 f
T6	982,5 b
T7	1894,5 a
CV (%)	20 %

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$ T1= 5g de Bokashi+c.o.; T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ; T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.6. Análises microbiológicas do solo cultivado com coentro

4.6.1 Carbono da biomassa microbiana do solo cultivado com coentro(CBM)

Os valores das quantidades de CBM do solo são apresentados na tabela 22. A maior média ocorreu no tratamento T4, que foi estatisticamente superior aos outros tratamentos, os teores de CBM vão decrescendo proporcionalmente à quantidade de Bokashi aplicada e nos tratamentos que não utilizaram o Bokashi: T6 e T7, a diferença estatística foi significativamente menor, o que sugere a importância do Bokashi como um estimulante do aumento do carbono da biomassa microbiana do solo. Os resultados encontrados nos experimentos concordam com as observações de Passianoto et al. (2001) e Matsuoka et al. (2003), que atribuíram o aumento ou a redução do carbono da biomassa microbiana do solo ao aporte de matéria orgânica no solo.

Tabela 24. Carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Carbono da biomassa microbiana do solo (mg.kg ⁻¹)
T1	558,00 e
T2	663,75 d
T3	776,75 c
T4	944,25 a
T5	863,25 b
T6	533,50 e
T7	380,50 f
CV (%)	4,75

Medias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, P < 0,05 T1= 5g de Bokashi+c.o.; T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

4.6.2 Respiração basal do solo cultivado com coentro

As quantidades de C-CO₂ liberadas em cada tratamento podem ser verificadas na tabela 27. O tratamento T3, T4 e T5 apresentaram uma maior produção de C-CO₂ que os outros tratamentos, o que ocorre uma maior oxidação da matéria orgânica por organismos aeróbios do solo. Nos tratamentos T1, T6 e T7 a produção menor de C-CO₂,

estatisticamente diferenciada dos demais tratamentos, sugere uma atividade quantitativamente inferior dos microrganismos destes últimos tratamentos.

Tabela 25. Respiração basal do solo após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Respiração basal do solo cultivado com coentro (mg C-CO ₂ . kg ⁻¹)
T1	81,77 c
T2	104,92 bc
T3	134,40 ab
T4	145,00 a
T5	138,95 ab
T6	82,25 c
T7	76,35 c
CV (%)	12,25

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, P < 0,05.

B1= 5g de Bokashi+c.o.;B2=10g de Bokashi + c.o. ; B3= 15g de Bokashi + c.o.; B4= 20g de Bokashi+ c.o.; SB4= 20g de Bokashi ;SC= solo+c.o.; C= controle.

4.6.3 Quociente metabólico do solo cultivado com coentro.

Os maiores valores do quociente metabólico ocorreram nos tratamentos T4 e T5, onde foi aplicado a dose 20 g de Bokashi, demonstrando que esses tratamentos tiveram uma maior perda do potencial de incorporação de C-CO₂, demonstrando a diferença estatística destes tratamentos quando comparados aos outros. Nos tratamentos T3 e T6 que apresentaram os menores valores de qCO₂, sugerem uma melhor condição de equilíbrio na microbiota, favorecendo uma melhor utilização do C-CO₂, resultando na diminuição da perda deste elemento.

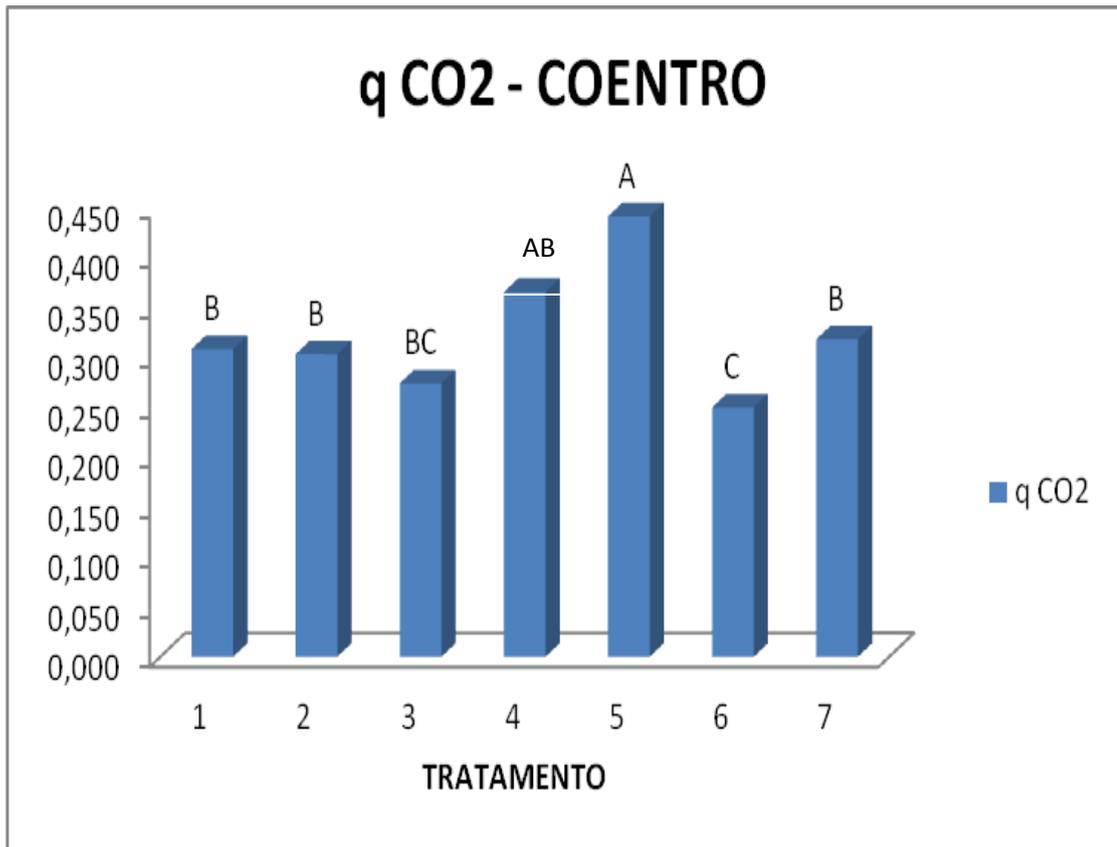


Figura 1. Quociente metabólico (qCO_2) das amostras de solo cultivado com coentro, nos diferentes tratamentos, ($mgC-CO_2 \cdot kgC^{-1} \cdot h^{-1}$). Média de quatro repetições .

4.6.4 Colonização micorrízica arbuscular na cultura do coentro.

Nas amostras analisadas, foram observadas diferenças estatísticas significativas nos valores de colonização radicular, nos diferentes tratamentos do experimento com coentro. Os dados demonstram que quanto maior a aplicação de Bokashi, menor é a porcentagem de colonização, conforme ocorreu nos tratamentos T4 e T5, que diferiram estatisticamente dos demais. O tratamento T7 e T6, apresentaram as maiores porcentagens de colonização radicular, embora não diferiram estatisticamente dos tratamentos T1, T2 e T3. Este resultado sugere que o maior aporte de nutrientes através do biofertilizante, inibe o desenvolvimento da colonização radicular nas plantas de coentro pelo fungo micorrízico arbuscular, o que é comprovado por Trindade e Farias (2000), e difere de Saraiva (2009) que obteve resultados onde as diferentes doses do biofertilizante Bokashi não afetou a intensidade de colonização.

Tabela 26. Colonização micorrízica arbuscular, em plantas de coentro, após 40 dias de cultivo. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Colonização radicular da cultura do coentro (%)
T1	34,5 a
T2	33,5 a
T3	30,0 a
T4	22,0 b
T5	19,8 b
T6	36,6 a
T7	36,0 a
CV (%)	

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$ T1= 5g de Bokashi+c.o.; T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle. Dados percentuais transformados em arcseno da $\sqrt{\%}$.

4.6.5 Quantificação dos esporos de FMA no solo cultivado com coentro

A quantidade do número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares no solo cultivado com o coentro, foi maior nos tratamentos T7-Controle e T6 (solo com composto orgânico), que apresentaram diferença estatística significativa entre si e em relação aos demais tratamentos (Tabela 25).

O tratamento T7 apresentou uma maior quantidade de esporos de FMA no solo cultivado com coentro, possivelmente devido a influência do Bokashi na baixa produção de esporos de FMA. Pois o maior aporte de nutrientes disponibilizados pelo Bokashi, especialmente a presença do elevado teor de fósforo, que pode ter inibido a esporulação dos FMA, resultado semelhante ao encontrado por Maia (2006), que observou um decréscimo no número de esporos do solo, nos tratamentos que receberam o Bokashi.

Tabela 27. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) no solo, após 40 dias de cultivo com coentro. Média de quatro repetições.

Tratamentos	No. de esporos de FMA no solo cultivado com coentro (unidade. 100g⁻¹ solo)
T1	920 c
T2	836 cd
T3	897 c
T4	685 d
T5	745 cd
T6	1196 b
T7	2419 a
CV (%)	10,06

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. T1= 5g de Bokashi+c.o.;T2=10g de Bokashi + c.o. ; T3= 15g de Bokashi + c.o.; T4= 20g de Bokashi+ c.o.; T5= 20g de Bokashi ;T6= solo+c.o.; T7= controle.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir :

- O Bokashi, na dose de 20g por vaso de 4 Litros; favorece o crescimento das plantas de cebolinha e do coentro.
- A aplicação do Bokashi até a dose de 20g eleva o teor de Nitrogênio e Fósforo no solo.
- O uso do Bokashi eleva os teores de carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico total do solo cultivado com cebolinha e coentro.
- A aplicação do Bokashi reduz a colonização micorrízica radicular das plantas e a quantidade de esporos produzidos pelos FMA no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, J. B. **Recomendações técnicas para cultivo de hortaliças**. EMBRAPA - Hortaliça, Brasília-DF, 2007.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 10, n.3, p.215-221, 1978.
- ANDERSON, J. P. E. ; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology & Biochemistry*, v.36, n.4, p. 581-589, 2004.
- ARYAL, U. K.; XU, H. L. Mycorrhizal Association and Their Manipulation for Long Term Agricultural Stability and Productivity. **Journal of Crop Production** , v. 3, n. 1, 285-302. 2000.
- BALOTA et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 22:641-649, Rio de Janeiro (RJ), 1998.
- BAREA, J. M.; JEFFRIES, P. Arbuscular mycorrhizas in sustainable soil plant systems. *In: VARMA, A.; HOCK, B. (Ed.) Mycorrhiza: Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology*. New York: Springer-Verlag, 1995. p. 521–560.
- BETTIOL, W. et al. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 22p.
- BODDINGTON, C. L.; DODD, J. C. The effect of agricultural practices on the development of indigenous arbuscular micorrizal fungi. I. Field studies in an Indonesian ultisol. **Plant and Soil**, v 218. n, 1. P 137-144. 2000.
- CARRIJO, O. A.; LIZ , RS; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v, n. 4 p. 533-535, dez. 2002.
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n. 2, p. 125 - 132, maio/ago. 1990.
- CERRATO, M.E; LEBLANC,H.A.; KAMEKO,C. Potencial de mineralización de nitrogênio de bokashi, compost y lombricompost producidos em La Universidad Earth. Universidad EARTH Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica. *Tierra Tropical* (2007) 3 (2): 183-197 ISSN: 1659-2751

DUENHAS, L. H. Cultivo de melão: aplicação de esterco, de biofertilizantes e de substâncias húmicas via fertirrigação. 2004. 73f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) Universidade de São Paulo:Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,Piracicaba-SP.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro –RJ, 1997, 212p.

FERNANDES, F.A. Matéria orgânica e características físicas e químicas de Podzóis Hidromórficos no Pantanal Mato-Grossense: alterações pelo uso com pastagens cultivadas. . Dissertação (Mestrado) Piracicaba: CENA/USP, 1993.74p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do sisvatr para Windows versão 4.o. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos, 2000. Anais. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 2000. P. 225-258.

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

GAMA-RODRIGUESE. F. & DE-POLLI, H. Biomassa na ciclagem de nutrientes. In: **FERTBIO 2000: Biodinâmica do Solo**, Santa Maria, 2000. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2000, v.1. p.1-14.

GERDEMANN, J. W. & NICHOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogene extracted from soil by wetsieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**. [S. l], v. 46, p. 235-244, 1963.

GRISI, B. M. Biomassa e atividade de microrganismos do solo: revisão metodológica. **Revista Nordestina de Biologia**, v.10, p.1-22, 1996

HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Cargill, 1998. p.447-474.

HAYMAN, D. S.(1970). Endogene spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. *Transaction of the British Mycological Society*, 54,53.

HEREDIA Z. et al. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**, Set 2003, vol.21, no.3, p.574-577.

HIGA, T.; WIDIDANA, G.N. Changes in the soil micoflora induced by effective microrganism. In:INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1., 1989, Khon Kaen. Proceedings... Washington: Agricultural Research Service/USDA, 1991. p.153-162.

HORTIVALE. Sementes de coentro Verdão: informativo ao agricultor. 2p, 1987 (Boletim Informativo).

ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.79, n.1, p.9-19, 2000.

JORDAN, N. R. et al. Arbuscular-mycorrhizal fungi: potential roles in weed management. **Weed research**, v. 40, n. 5, p. 397-410, 2000.

KANEKO, Márcia Gonçalves. Produção de coentro e cebolinha em substratos regionais da Amazônia à base de madeira em decomposição (paús). 58 p. **Dissertação**(Mestrado) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília/ 2006

KHATOUNIAN, C. A.; SANTOS, L. G. de C.; ALTÉIA, A. A. K. **Produção orgânica de hortaliças**. Londrina: IAPAR, 1996.

MAGRINI, Flaviane Eva, CAMATTI-SARTORI, Valdirene, VENTURIN,Leandro. Avaliação Microbiológica, pH e Umidade de Diferentes Fases de Maturação do Biofertilizante Bokashi. Resumos do VI CBA e II CLAA

MAIA, Ana M. – Atividade da Microbiota do Solo associada ao melão cultivado com composto orgânico Bokashi. Fortaleza-Ce.. 69p. **Dissertação** (Mestrado) Universidade Federal do Ceará. 2006.

MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-CNPq: EMBRAPA-SPI, 1993. 116 p. (Coleção Plantar, 4).

MALUF, A. M. et al. Influência da calagem e da micorriza vesículo-arbuscular no desenvolvimento de cultivares de leucena tolerante e intolerante ao alumínio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 24, p. 2001-2007, jan./mar. 2000

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p. 1177-1182, 2000.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 889p London: Academic Press, 1995.

MATSUOKA, M.; MENDES, I.C.; LOUREIRO, M.F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.425-433, 2003.

MENDES FILHO, P. F. (2004). Potencial de reabilitação do solo de uma área degradada, através da revegetação e do manejo microbiano. 152p. **Tese** (Doutorado). Piracicaba, Universidade de São Paulo.

MENDONÇA, E. de S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos e análises**. Viçosa: UFV, 2005. 107p.

MERCANTE, F.M. Biomassa e atividade microbiana: indicadores de qualidade do solo. **Direto no Cerrado**, 9-10, 2001.

MILLER, R. L ; JACKSON, L. E. Survey of vesicular-arbuscular mycorrhizae in lettuce production in relation to management and soil factors. **The Journal of Agricultural Science**, v. 130, n. 2, p. 173-182, 1998.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 2ed. 729 p.

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

OLIVEIRA, A. A. R.; TRINDADE, A. V. **Micorrizas na agricultura**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2000/artigo.2004-12-07.2542740041/>> Acesso em: 07 de dez. de 2010

OLIVEIRA, J. R. A.; MENDES, I. C.; VIVALDI, L. Carbono da biomassa microbiana em solos de cerrado sob vegetação nativa e sob cultivo: avaliação dos métodos fumigação-incubação e fumigação-extração. **Revista brasileira de ciência do solo**, v.25, p.863-871, 2001.

OLIVEIRA et al. 2009 OLIVEIRA, F.A.; SILVA, D.J.H. da; LEITE, G.L.D.; JHAM, G.N.; PICANÇO, M.C. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae**, v.119, p.182-187, 2009.

OURIVES,O.E.A.; SOUSA G.M.; SANTOSD.H.; Fertilizante orgânico como fonte de fósforo no cultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia v.40, n.2, p.126-132, jun 2010.

PAUL, E. A. et al. Evolution of CO₂ and soil carbon dynamics in biologically managed, row-crop agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, v. 11, n. 1, p. 53-65, 1999.

PASSIANOTO, C. C. et al. Atividade e biomassa microbiana no solo com aplicação de dois diferentes lodos de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.2, p.125-130. 2001

PEDROSA, F.S. et al. Aspectos da cultura do coentro. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 10, n. 120, p. 75-78, 1984.

PENG, S.; EISSENTAT, D. M.; CRAHAM, J. H.; WILLIAMS, K.; HODGE, N. C. Growth depression in mycorrhizal citrus at high-phosphorus supply. **Plant Physiology**, v 101. n,3. P. 1063-1071. 1993.

PENTEADO, S. R. **Introdução à Agricultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

PRIMAMAVESI, Ana. **Manejo Ecológico do solo**. Livraria Nobel, editora e distribuidora. 1982. 541p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFOS, 1991. 343p.

SANTOS, BR; FERREIRA, S; SOUZA, RJ; GOMES, LAA; MACÊDO, FS. 2007. Efeito de doses de Bokashi em cultivares de alho não vernalizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 4. Anais Porto Seguro. **Horticultura Brasileira** 25

SARAIVA, J.P.B. Atividade da microbiota do solo e desenvolvimento de mudas de bananeira biofertilizadas. **Dissertação** (Mestrado) 98p. Universidade Federal do Ceará, 2009.

SAVIN, M.C.; GÖRRES, J.H.; NEHER, D.A.; AMADOR, J.A. Biogeophysical factors influencing soil respiration and mineral nitrogen content in an old field soil. **Soil Biology & Biochemistry**, v.33, n.4-5, p. 429-438, 2001.

SILVA JÚNIOR, J.M.T. Fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento do meloeiro cultivado com substrato em pó de coco, solo e vermicomposto. **Dissertação** (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, 2008.

SILVEIRA, A. P. D. Micorrizas. In: Cardoso, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Eds.) **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira do Solo, 1992. p. 257-282.

SILVEIRA, A. P. D. Avaliação dos fungos micorrizicos e sua importância ambiental. In: Friguetto, R.T.S; Valarini, p.j. **Manual técnico**: Indicadores biológico e bioquímicos da qualidade do solo. Jaguariúna: EMBRAPA, 2000. p. 61-77.

SIQUEIRA, J. O. **Micorrizas: perspectivas e desafios para o Século XXI**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999, **Anais...**Brasília. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999.

SMITH S. E.; READ, D.J. **Mycorrhizal symbiosis**. 2 ed. San Diego: Academic Press. 1996. 605 p.

SOUSA, J. L. de & REZENDE, p. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Editora Aprende Fácil. 2003, 556 p.

SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: Calibration in situ using microbial respiration and ¹⁴C labeled cells. **Soil Biology & Biochemistry**, v.20, n.3, p.337-343, 1988.

SPARLING, G. P. Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: PANKHURST, C.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R. (Eds.). **Biological indicators of soil health**. Cambridge: CAB International, 1997. p. 97-120.

TAKAYAMA, L; MOTTA, I.S. Condicionadores de solo para serem adicionados a substratos utilizados na formação de mudas e à adubação orgânica de cultivos em geral. **Cadernos de Agroecologia**, Vol 5 N.1, 2010. Corumbá-MS

Embrapa Agropecuária Oeste

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre, 1995. 174 p.

THEODORO, V. C. A.; ALVARENGA, M. I. N.; GUIMARÃES, R. J.; MOURÃO, M. J. Carbono da biomassa microbiana e micorrizada em solo sob mata nativa e agroecossistemas cafeeiros. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.25 n. 1, p. 147-153, 2003.

TOMÉ JUNIOR, J.B **Manual para Interpretação de análise de solo**. Guaíba, Livraria e editora agropecuária.1997. 247 p.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: **Tópicos em Ciência do Solo**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, v.2, p. 195-276, julho, 2002.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 19, n.6, p.703- 707, 1987.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1998.

WIEN, H.C. Sustainable commercial vegetable production with minimal use of synthetic fertilizers and pesticides: apostlude. **Hortscience**, v. 25, p. 170-171, 1990a/1990b.

XAVIER, F.A da S. Compartimento da matéria orgânica do solo em sistemas agrícolas convencional e orgânico na região da Chapada da Ibiapaba-Ce. Fortaleza.2004.71p. **Dissertação** (Mestrado)- Universidade Federal do Ceará). 2004.

ZÁRATE, Néstor Antonio Heredia; VIEIRA, Maria do Carmo; ONO, Fábio Benedito; SOUZA, Marcondes de Souza. Produção e renda bruta de cebolinha e de coentro, em cultivo solteiro e consorciado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 149-154, abr./jun. 2005.