



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**EFEITO DE DOSES DO COMPOSTO ORGÂNICO BOKASHI
NA QUALIDADE DO SOLO INFECTADO COM *FUSARIUM* sp
E CULTIVADO COM MELANCIA.**

JESCIKA ALVES RIBEIRO PEREIRA

**DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG**

POMBAL/PB

2016

JESCIKA ALVES RIBEIRO PEREIRA

**EFEITO DE DOSES DO COMPOSTO ORGÂNICO BOKASHI
NA QUALIDADE DO SOLO INFECTADO COM *FUSARIUM* sp
E CULTIVADO COM MELANCIA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Coordenação Curso de Agronomia da
Universidade Federal de Campina Grande,
como um dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Adriana Silva Lima

POMBAL/PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

P436e

Pereira, Jescika Alves Ribeiro.

Efeito de doses do composto orgânico Bokashi na qualidade do solo infectado com *Fusarium sp* e cultivado com melancia / Jescika Alves Ribeiro Pereira. – Pombal, 2016.

40 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

"Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Adriana Silva Lima".

Referências.

1. Solo Infectado - Atributos.
 2. Solo - Microorganismos.
 3. Respiração Edáfica.
 4. Biomassa Microbiana.
 5. Melancia (*Citrullus lanatus*).
- I. Lima, Adriana Silva. II. Título.

CDU 632.12(043)

JESCIKA ALVES RIBEIRO PEREIRA

**EFEITO DE DOSES DO COMPOSTO ORGÂNICO BOKASHI
NA QUALIDADE DO SOLO INFECTADO COM *FUSARIUM* sp
E CULTIVADO COM MELANCIA.**

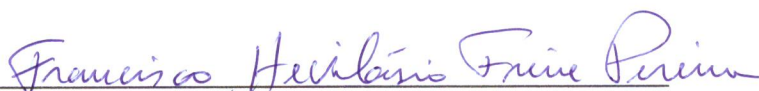
Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: ____ / ____ /2016

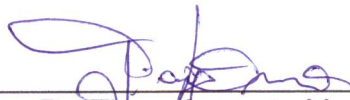
BANCA EXAMINADORA:



Orientadora - Prof^a. Dra. Adriana Silva Lima
(UFCG/CCTA/UAGRA)



Membro - Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira
(UFCG/CCTA/UAGRA)



Membro - Dr. Tiago Augusto Lima Cardoso
(UFCG/CCTA/UAGRA)

Pombal-PB

2016

DEDICATÓRIA

A Deus, por ter abençoado e iluminado meus passos para conseguir superar todas as adversidades pessoais e acadêmicas.

Aos meus pais por todo o amor e esforço que fizeram por mim para que este sonho fosse concretizado.

Muito Obrigada!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por minha vida e por todas as bênçãos concedidas. Graças a Ele que consegui seguir em frente nesta caminhada.

À Universidade Federal de Campina Grande e a todos que fazem parte dessa instituição e trabalham para a formação de novos profissionais.

Ao programa PIBIC/CNPq/UFCG, pelos dois anos de bolsa de iniciação científica.

Aos técnicos de Laboratório pela assistência e contribuição para a execução desse trabalho. Em especial a Francisco por todo apoio técnico e disponibilidade para realização de análises. Agradeço a Tiago Augusto que me acompanhou desde o início até a conclusão dessa etapa, sempre paciente, divertido e companheiro.

À Marcia Aparecida e a Alessandra por terem me proporcionado dar os primeiros passos na iniciação científica e por todos os ensinamentos.

À Adriana Silva Lima por ter me recebido tão bem como orientada, pela atenção, consideração e conhecimentos transmitidos. Agradeço também pela oportunidade de auxiliar nas aulas da disciplina de Microbiologia Geral como monitora.

Ao Professor Dr. Francisco Hevilásio e ao Dr. Tiago Augusto por terem aceitado fazer parte da banca e darem suas preciosas contribuições para este trabalho.

Aos meus amigos da turma de Agronomia 2011.1 por todos os momentos que pudemos presenciar durante todos esses anos e que ficaram para sempre em minha memória. Agradeço em especial a Laíza por todo o apoio e amizade durante todos esses anos. A Fernanda e Lara agradeço também pela amizade e grande contribuição para realização desse trabalho.

Aos meus pais Ana Lúcia e Luzimarques por tudo que fizeram e fazem por mim, por todo esforço e incentivo e por sempre terem acreditado no meu potencial.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram durante esta caminhada, **muito obrigada!**

LISTA DE FIGURAS

Páginas

- Figura 1-** Erlenmeyer contendo substrato areno-orgânico com crescimento micelial de *Fusarium* sp. (A), testemunha sem o fungo (B) e resultado do teste de pureza (C). Pombal, PB- 2016. 19
- Figura 2-** Respiração ($\mu\text{g C-CO}_2.100 \text{ cm}^3$ solo) do solo fertilizado com Bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. Tratamentos: (T1) dose semanal de 14 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T2) dose semanal de 28 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T3) dose semanal de 56 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T4) dose semanal de 128 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T5) testemunha sem aplicação de Bokashi com *Fusarium* sp; (T6) Testemunha sem aplicação de Bokashi e sem *Fusarium* sp. Pombal-PB, 2016. 25
- Figura 3-** Respiração ($\mu\text{g C-CO}_2.100 \text{ cm}^3$ solo) do solo fertilizado com Bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. Nos intervalos de amostragem 0, 30 e 60 dias após o plantio da melancia, Pombal-PB, 2016. 26
- Figura 4-** Carbono da biomassa microbiana ($\mu\text{g C-CO}_2.\text{g}^{-1}$ solo) do solo fertilizado com Bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. (A) Tratamentos: (T1) dose semanal de 14 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T2) dose semanal de 28 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T3) dose semanal de 56 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T4) dose semanal de 128 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T5) testemunha sem aplicação de Bokashi com *Fusarium* sp; (T6) Testemunha sem aplicação de Bokashi e sem *Fusarium* sp. (B) Nos intervalos de amostragem 0, 30 e 60 dias após o plantio da melancia. Pombal-PB, 2016. 28
- Figura 5-** Quociente metabólico (QCO_2) ($\mu\text{g C-CO}_2.100 \text{ cm}^3$ solo) do solo fertilizado com Bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. (A) Tratamentos: (T1) dose semanal de 14 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T2) dose semanal de 28 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T3) dose semanal de 56 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T4) dose semanal de 128 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T5) testemunha sem aplicação de Bokashi com *Fusarium* sp; (T6) Testemunha sem aplicação de Bokashi e sem *Fusarium* sp. (B) Nos intervalos de amostragem 0, 30 e 60 dias após o plantio da melancia. Pombal-PB, 2016. 30

LISTA DE TABELAS

Páginas

Tabela 1: Resumos das análises das variâncias para os dados de Respiração ($\mu\text{g C-CO}_2 \cdot 100 \text{ cm}^3 \text{ solo}$), Carbono da biomassa microbiana ($\mu\text{g C-CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{ solo}$) e Quociente metabólico (QCO₂) ($\mu\text{g C-CO}_2 \cdot 100 \text{ cm}^3 \text{ solo}$) do solo fertilizado com Bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. Tratamentos: (T1) dose semanal de 14 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T2) dose semanal de 28 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T3) dose semanal de 56 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T4) dose semanal de 128 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T5) testemunha sem aplicação de Bokashi com *Fusarium* sp; (T6) Testemunha sem aplicação de Bokashi e sem *Fusarium* sp. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Pombal- PB, 2016.

24

RESUMO

JESCIKA ALVES RIBEIRO PEREIRA. **EFEITO DE DOSES DO COMPOSTO ORGÂNICO BOKASHI NA QUALIDADE DO SOLO INFECTADO COM *FUSARIUM* sp E CULTIVADO COM MELANCIA.** Pombal - PB Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Maio de 2016. 40 p. Trabalho de Graduação. Curso de Agronomia. Orientadora: Prof^a Adriana Silva Lima.

Muitas doenças afetam a melancia destacando-se as podridões de raízes. O uso de resíduos orgânicos como o Bokashi constitui uma alternativa para redução de patógenos e melhoria da qualidade do solo, tornando-o supressivos. Objetivou-se avaliar o efeito do composto orgânico Bokashi nos atributos biológicos e bioquímicos indicadores da qualidade do solo infectado com *Fusarium* sp, cultivado com melancia. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação no CCTA/UFCG, campus de Pombal onde foram avaliadas doses semanais do composto orgânico Bokashi (14mL, 28mL, 56mL e 112mL/planta) no solo, utilizando-se a cv. de melancia 'Crimson Sweet'. Para atender a esta finalidade, foram coletadas amostras de solo em cada subparcela, em diferentes tempos (0, 30, e 60 dias após o plantio da melancia) onde foram avaliados atividade microbológica (respiração edáfica), carbono da biomassa microbiana e quociente metabólico (qCO_2). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso constituído de seis tratamentos (doses de Bokashi e testemunhas positiva e negativa) com cinco repetições. Houve correlação significativa entre os tratamentos e intervalos de coleta, onde os atributos biológicos e bioquímicos avaliados apresentaram comportamentos variados.

Palavras-chave: atributos do solo, microrganismos do solo, respiração edáfica, biomassa microbiana, *Citrullus lanatus*.

ABSTRACT

JESCIKA ALVES RIBEIRO PEREIRA. **BIOLOGICAL EFFECT OF COMPOUND ORGANIC DOSES Bokashi IN SOIL QUALITY INFECTED WITH FUSARIUM sp IN WATERMELON CROPS** Pombal – PB, Center for Agri-food Science and Technology, UFCG, May, 2016. 40 p. Monograph. Agronomy Course. Supervisor: Prof. Dr.Eng. Adriana Silva Lima.

Many diseases affect watermelon highlighting the roots of rots. The use of organic waste such as Bokashi is an alternative for the reduction of pathogens and improve the quality of the soil, making it suppressive. This study aimed to evaluate the effect of organic compost Bokashi in biological attributes and biochemical indicators of soil quality infected with *Fusarium sp* cultivated with watermelon. The work was conducted in a greenhouse in the CCTA / UFCG campus of Pombal where weekly doses of organic compost were evaluated Bokashi (14mL, 28ml, 56mL and 112mL / plant) in the ground, using cv. Watermelon Crimson Sweet. To meet this purpose, soil samples were collected in each subplot at different times (0, 30, and 60 days after planting watermelon) which were evaluated microbiological activity (soil respiration), microbial biomass carbon and metabolic quotient (qCO_2). The experimental design was a randomized block consisting of six treatments (doses of Bokashi and positive and negative controls) with five repetitions. There was a significant correlation between treatments and ranges collection where the biological and biochemical attributes evaluated presented different behaviors.

Keywords: soil properties, soil microorganisms, soil respiration, microbial biomass, *Citrullus lanatus*

SUMÁRIO

	Páginas
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 A Cultura da Melanciaira	10
2.2 Doenças Radiculares na Melanciaira	10
2.3 Adubos Orgânicos.....	11
2.4. Indicadores Biológicos da Qualidade do Solo.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Características gerais.....	18
3.2 Produção do inóculo de <i>Fusarium</i> sp.....	18
3.3 Obtenção do composto orgânico Bokashi.....	20
3.4 Efeito de doses do composto orgânico Bokashi sobre <i>Fusarium</i> sp....	20
3.5 Coletas de amostras de solo	21
3.6 Avaliação dos atributos biológicos e bioquímicos do solo.....	21
3.7 Análises estatísticas.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÕES.....	32
6. REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Fusarium* sp é considerado um dos mais importantes e é amplamente distribuído no solo e em associação com plantas (MENEZES & SILVA-HANLIN 2009). O gênero inclui uma série de espécies patogênicas de vegetais com importância econômica causadores de murchas, podridões, morte de plântulas, aborto de flores, podridões de armazenamento e outras doenças. É de ocorrência cosmopolita e infecta uma vasta gama de hospedeiras (ZIPCODEZOO, 2014).

No solo, o *Fusarium* sp pode sobreviver por 10 anos ou mais, sendo um fungo parasita que entra por aberturas causadas por nematóides ou por outros danos nas raízes para alcançar o sistema vascular e se espalhar pelos vasos, bloqueando-os parcialmente e reduzindo o suprimento de água para a planta (KIMATI et al. 2005).

Em um levantamento de doenças na cultura da melancia realizado durante os anos de 2011 e 2012 entre os municípios de Patos, São João do Rio do Peixe, Pombal, Lagoa e Paulista, situados no sertão da Paraíba verificou-se alta incidência de patógenos, sobretudo do gênero *Fusarium* sp predominante em amostras vegetais provenientes de todos os municípios citados anteriormente (OLIVEIRA et al., 2012).

Além da melancieira diversas culturas de interesse agrônomo podem ser afetadas por inúmeros fungos fitopatogênicos que são veiculados pelo solo. Geralmente tais patógenos têm capacidade de sobreviver por longos períodos nesse ambiente por meio da formação de estruturas de resistência, as quais garantem condições ideais na ausência da planta hospedeira.

Devido a essas características o controle das doenças causadas por patógenos veiculados pelo solo é considerado uma tarefa difícil, pois o solo é um ambiente complexo, onde medidas de controle têm sua eficiência bastante prejudicada ou sua aplicação dificultada (BEDENDO, 2011).

Uma alternativa para redução de doenças radiculares seria o aproveitamento de resíduos orgânicos da propriedade e da indústria rural, inoculados com misturas de microrganismos benéficos (DUARTE et al. 2006).

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 fornecem maior proteção e induzem resistência às plantas contra ataque de agentes externos. A utilização de tais fertilizantes orgânicos é uma ferramenta essencial na recuperação de solos degradados e na produção agrícola, pois são grandes os efeitos benéficos sobre as propriedades químicas, físicas, físico-químicas e biológicas do solo (OURIVES, 2010).

Dentre os biofertilizantes, destaca-se o Bokashi que é um composto de materiais orgânicos farelados, cuja fermentação é obtida utilizando-se como inóculo fermento, material de serrapilheira, rica em microrganismos como bactérias, leveduras, actinomicetos e outros ocorrentes naturalmente no ambiente (CAMATTI SARTORI, 2013).

A adição do Bokashi às plantas promove o aumento da atividade microbiana, proporcionando uma competição entre os microrganismos benéficos e patogênicos, principalmente, em se tratando dos causadores das doenças radiculares, constituindo-se dessa forma de uma alternativa para o manejo dos mesmos. Além disso, o auxilia no equilíbrio entre os nutrientes, dando destaque para a melhoria das propriedades químicas, biológicas e físicas do solo (ISHIMURA, 2004). Tais características influem diretamente na qualidade do solo, sendo esta entendida, resumidamente, como sua capacidade de manter uma produção de modo sustentável.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da incorporação de doses do composto orgânico Bokashi nos atributos biológicos e bioquímicos indicadores da qualidade do solo infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da melancia

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma hortaliça de grande importância no Brasil, principalmente para o Nordeste brasileiro, pois nesta região as condições climáticas são favoráveis a sua produção, proporcionando grande aceitação por parte do mercado consumidor.

No Estado da Paraíba o cultivo da melancia é realizado em praticamente todas as microrregiões, sendo o Sertão Paraibano responsável por 38,24 % da produção no estado (IBGE, 2013).

O cultivo intensivo e contínuo dessa olerícola tem ocasionado o aumento de doenças radiculares, que são favorecidas pela monocultura podendo muitas vezes inviabilizar a produção. Conseqüentemente acarreta-se efeitos danosos ao solo como a perda das propriedades físico-químicas das áreas cultivadas, além da destruição dos macro e microrganismos que agem na manutenção das boas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (CHAGAS; TOKESHI, 2006).

2.2 Doenças radiculares na melancia

Geralmente, solos com baixo teor de matéria orgânica tendem a apresentar menor diversidade biológica, dessa forma, uma vez introduzidos, os patógenos se estabelecem com facilidade, pois encontram menor competição e poucos inimigos naturais (MICHEREFF et al. 2001).

Dentre os patógenos que infectam a melancia destaca-se àqueles que causam danos ao sistema radicular como o fungo *Fusarium* sp. que é favorecido pela monocultura intensiva, além de possuir ampla distribuição geográfica e da capacidade de sobreviver em solos por meio de estruturas de resistência, as quais garantem condições ideais na ausência da planta hospedeira.

Os patógenos de solo e do sistema radicular são controlados pela ação de medidas que atuam destruindo as unidades propagativas, ou seja, os propágulos; prevenido a formação do inóculo no solo ou destruindo o inóculo presente em

resíduos infestados; reduzindo o vigor e a virulência do patógeno e promovendo o desenvolvimento das plantas (BETTIOL 1991).

O uso de insumos orgânicos, tais como esterco animal, restos de cultura, adubação verde e de vários outros resíduos urbanos no solo, podem, pelo menos temporariamente, suprimir o crescimento e a atividade de microrganismos patogênicos das plantas, existentes no solo. A razão disso é que os próprios insumos introduzem populações externas de microrganismos com uma larga variabilidade fisiológica. Muitos deles são denominados microrganismos "benéficos", que podem controlar ativamente os patógenos da planta e melhorar a qualidade do solo, contribuindo para a produção e proteção da planta (CHAGAS; TOKESHI, 2006).

2.3 Adubos orgânicos

Os compostos orgânicos podem atuar nos fitopatógenos diretamente pela produção de compostos químicos, como ácidos graxos voláteis, ácido nitroso, amônia e isotiocianatos, ou indiretamente favorecendo o aumento da população dos antagonistas (GAMLIEL; TAPLETON, 1993; LAZAROVITZ, 2001).

Além do fornecimento de nutrientes, os adubos orgânicos como o Bokashi, o composto orgânico, biofertilizantes e outros, são fundamentais para aumentar a atividade biológica do solo auxiliando no controle de doenças e aumentando o rendimento das culturas. O Bokashi, excelente adubo para aplicações em cobertura, é um composto de farelos bastante rico em nutrientes e de efeito menos duradouro no solo que o composto orgânico (ALBUQUERQUE et al., 2011).

Esses compostos são usados como inoculantes para aumentar a biodiversidade e o número de microrganismos naturais benéficos do solo e da planta integrando o equilíbrio microbiológico (CHAGAS; TOKESHI, 2006). Segundo esses autores o Bokashi tem a propriedade de estabilizar nutrientes na forma orgânica como quelatos orgânicos, aminoácidos, açúcares e outras que não sejam disponibilizados na forma de sais solúveis. Transporta nutriente e microrganismos ao solo, proporcionando uma nutrição equilibrada e o fortalecimento do vegetal aos ataques de pragas e doenças.

Substâncias estimulantes vegetais como enzimas e ácidos orgânicos, dentre outros, estimulam o equilíbrio da biota do solo, favorecendo a mesofauna e os

microrganismos benéficos (fungos filamentosos, actinomicetos, bactérias fixadoras de nitrogênio, fungos micorrizos, *Trichoderma*, e outros). Além disso o Bokashi é um produto a base de farelos com baixo custo de transporte e fácil aplicação, podendo ser utilizados os equipamentos convencionais para aplicação de adubos sólidos.

Segundo Ghini et al. (2006) uma das alternativas para o manejo de patógenos veiculados pelo solo é o uso de fontes de matéria orgânica. A matéria orgânica contribui para o controle de patógenos devido ao aumento da atividade microbiana e à melhoria das características físicas e químicas do solo. A redução ou eliminação do inóculo do microrganismo fitopatogênico, pode ser atribuída à antibiose, hiperparasitismo, predação, ou estímulo à germinação de propágulos com consequente exaustão (GHINI et al., 2001).

Os efeitos dos compostos orgânicos sobre os fitopatógenos podem variar de acordo com a interação patógeno-hospedeiro e com o tipo e origem do composto orgânico (PEREIRA et al., 1996).

Reis et al., (2005) relatam que, a qualidade e a quantidade de material orgânico acrescentado ao solo determinarão o aumento da densidade de uma, ou de várias espécies de microrganismos selecionadas por este substrato e, caso a espécie beneficiada seja antagônica a um fitopatógeno alvo de controle, os danos provocados pelo mesmo aos hospedeiros poderão ser minimizados.

A ação dos compostos orgânicos na redução das doenças causadas por patógenos habitantes do solo é amplamente reconhecida, visto que, vários adubos verdes, resíduos de culturas e muitos outros materiais orgânicos têm sido usados na busca desse efeito (PAPAVIZAS; DAVEY, 1960; OSUNLAJA, 1990; FENILLE; & SOUZA, 1999; SILVA; PEREIRA, 2008; FERRAZ et al., 2007; AMBROSIO et al., 2008).

2.4. Indicadores biológicos da qualidade do solo

No solo, fatores de natureza química, física e biológica interagem continuamente, resultando em uma diversificada comunidade de organismos, com praticamente representantes de todos os reinos biológicos. Os microrganismos edáficos apresentam alta densidade e diversidade biológica, sofrendo influência de vários fatores determinantes para sua composição, função e ocorrência e que reflete

o ambiente complexo, heterogêneo e dinâmico do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

As relações e interações entre as diversas populações de organismos edáficos representados principalmente pelos microrganismos, contribuem para a manutenção da vida do solo, além de outros processos ligados à cadeia trófica. A importância dos microrganismos também está associada a sua participação nos ciclos biogeoquímicos.

A matéria orgânica de diversas origens é utilizada na agricultura, para vários fins, entre eles, destaca-se o estímulo à atividade microbiana, que pode, inclusive, limitar a atividade dos patógenos veiculados pelo solo.

A qualidade do solo refere-se à capacidade do solo de funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado de forma a sustentar a produtividade biológica, manter ou aumentar a qualidade ambiental e promover a saúde de plantas, animais e dos homens (DORAN; PARKIN, 1994). A preocupação com a qualidade do solo tem crescido nos últimos anos, e se intensifica quando o uso e mobilização intensiva faz diminuir a capacidade em manter uma produção biológica sustentável (CARVALHO et al., 2004). O emprego de práticas não sustentáveis pode causar a degradação da qualidade física, química e biológica, diminuindo a qualidade do solo (COSTA et al., 2003).

A relação entre o uso e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo comportamento de seus atributos físicos, químicos e biológicos (DORAN; PARKIN, 1994). Neste sentido, indicadores de qualidade do solo são atributos mensuráveis que influenciam sua capacidade para desempenhar funções de produção agrícola e ambiental e são sensíveis às mudanças no uso da terra, práticas de manejo e de conservação do solo (BREJDA et al.; 2000).

Segundo Tótola e Chaer (2002), um indicador de qualidade do solo pode ser simplesmente uma variável mensurável, como a temperatura do solo, um processo como a taxa de mineralização da matéria orgânica ou um índice, no qual se incluem inúmeras medidas do solo: densidade, porosidade, matéria orgânica e outros.

Os mesmos autores afirmam que os indicadores devem fornecer algumas medidas da capacidade do solo de funcionar respeitando a vegetação e a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a saúde humana e animal. Os indicadores também devem ser usados para medir mudanças no funcionamento do

solo ou limitações do ecossistema, ser compreensíveis e úteis para o agricultor, estudiosos e ambientalistas e, preferencialmente, de fácil e barata mensuração, funcionando assim, como um instrumento para auxiliar na exploração racional do solo. Relatam ainda que um dos desafios da atualidade tem sido desenvolver formas e parâmetros que tenham o objetivo de quantificar diferentes atributos que estão relacionados com a sustentabilidade, traduzindo-os na forma de indicadores de qualidade do solo.

Devido à alta sensibilidade à atividade antrópica dos atributos microbiológicos e por sua simplicidade de determinação, estes apresentam grande potencial de utilização como indicadores da qualidade de solos (TÓTOLA et al. 2002). Esses indicadores biológicos têm desempenhado importante papel na determinação dos impactos ambientais causados pelas atividades agrícolas, exploração dos recursos ambientais como fonte de energia, entre outras atividades.

Os atributos biológicos do solo podem ser considerados indicadores de alguns processos que ocorrem no solo em resposta às perturbações antropogênicas, podendo constituir-se importantes variáveis para prever a qualidade dos ecossistemas agrícolas. Apesar disso, estudos de resposta microbiológica de sistemas edáficos a intervenções antrópicas são relativamente escassos para as condições do Nordeste brasileiro (PÓRTO et al. 2009).

As propriedades biológicas e bioquímicas do solo, tais como: a atividade enzimática, a taxa de respiração, a diversidade e a biomassa microbiana são indicadores sensíveis que podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso agrícola, sendo ferramentas para orientar o planejamento e a avaliação das práticas de manejo utilizadas (TURCO et al., 1994; SANTANA; BAHIA FILHO, 1998; DORAN; PARKIN, 1996).

Quanto maior for a diversidade de organismos do solo, maior será a capacidade de recuperação do solo ou área degradada, essa diversidade de microrganismos possibilita que um solo saudável se recupere de um fator estressante mesmo que parte da comunidade microbiana seja eliminada e concluem que esta é uma prática viável para melhorar a qualidade biológica do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A respiração do solo representa a soma total da atividade metabólica do solo e os processos biológicos dos microrganismos sendo avaliada tanto pelo consumo

de O₂ como pela produção de CO₂, por titulação ou condutividade elétrica (quando é capturado por NaOH ou KOH) (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A respiração microbiana apresenta grande potencial de utilização como indicador da qualidade de solos em áreas degradadas, relacionando-se com a perda de carbono orgânico do sistema solo-planta para a atmosfera, reciclagem de nutrientes e resposta a diferentes estratégias de manejo do solo.

A matéria orgânica do solo influencia em largo alcance propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sendo considerado por alguns autores o mais importante indicador de qualidade do solo (BOLINDER et al., 1999). A extensão a qual a matéria orgânica contribui para a qualidade do solo depende não somente da qualidade da matéria orgânica, mas também da atividade da fauna do solo e condições do meio ambiente; em particular temperatura e umidade, a qual condições de mineralização se processa diretamente seus efeitos na atividade microbiana do solo (QUÉDRAOGO et al., 2001). Mudanças pequenas na matéria orgânica do solo (MOS) podem ser detectadas somente por monitorização da fração ativa da MOS, tal como a fração do carbono lábil e o C da biomassa microbiana.

Dentre outros benefícios gerados pela MOS, destacam-se a melhoria das condições físicas do solo e o fornecimento nutrientes para o crescimento microbiano (SILVA; RESCK, 1997), o que resulta em maior ciclagem de nutrientes e aumento da CTC do solo (PAES et al., 1996). Estes e outros benefícios conferem à MOS um papel fundamental na avaliação da qualidade do solo (MIELMICZUK et al., 2003).

Dentre os atributos relacionados com a MOS, o carbono da biomassa microbiana do solo, embora represente uma pequena fração (< 5%), também é considerado um sensível indicador da qualidade do solo (VARGAS; SCHOLLES, 2000). Desde o estudo de Jenkinson (1966), outros trabalhos comprovam que a determinação da biomassa microbiana do solo pode fornecer informações relevantes sobre o funcionamento dos ecossistemas e sobre a qualidade do solo, havendo, inclusive, indicações de que os atributos microbiológicos apresentam maior sensibilidade do que os químicos e físicos, refletindo rapidamente alterações pelo manejo do solo ou das culturas (WARDLE, 1992, 1998; BALOTA et al., 1998, 2003; FRANCHINI et al., 2007).

A biomassa é a fração viva da matéria orgânica do solo e representa um reservatório de nutrientes para as plantas; pelo processo de decomposição da

matéria orgânica, promove a sustentabilidade biológica e a produtividade nos ecossistemas (PEREZ et al., 2005). Medidas de certas características da fração ativa da matéria orgânica e atividades metabólicas em solo têm sido usadas para indicar mudanças na qualidade do solo (AJWA et al., 1998). O tamanho, composição e atividade da microbiota do solo têm sido frequentemente utilizados em estudos de monitoramento das alterações ambientais decorrentes da exploração agrícola. No entanto, verifica-se que essas variáveis isoladamente não expressam adequadamente os processos biogeoquímicos que ocorrem nos ecossistemas, devendo ser combinados entre si, de forma a produzir relações (ANDERSON, 2003; HARRIS, 2003).

Trabalhos têm demonstrado que os quocientes microbianos (qMIC) e metabólicos (qCO₂) são sensíveis aos efeitos ambientais e antropogênicos, podendo serem considerados indicadores de perturbações dos ecossistemas (HARRIS, 2003). Gama-Rodrigues (1997) verificaram que o qCO₂ foi um indicador sensível para estimar o potencial de decomposição da MOS.

Os resultados de C e N da biomassa microbiana do solo, quando associados aos resultados da atividade microbiana (CO₂ liberado) e atributos químicos, como C orgânico e N total, possibilitam a obtenção de índices microbianos que expressam a dinâmica do C e N de maneira mais adequada que os valores absolutos (MONTEIRO; GAMA-RODRIGUES, 2004). A relação entre C da biomassa microbiana e o C orgânico do solo reflete a qualidade da MOS, assim como a eficiência de conversão do C do solo em C microbiano. Da mesma maneira, a relação entre N da biomassa microbiana e o N total do solo indica a eficiência de conversão do N do solo em N microbiano (SPARLING, 1992).

A quantificação do C da biomassa microbiana (CBM), respiração basal (C-CO₂) e suas relações como, por exemplo, quociente metabólico (qCO₂), tem sido utilizado para estudar os processos de ciclagem e transformação de nutrientes (MALUCHE-BARETTA et al., 2006), bem como avaliar a dinâmica da matéria orgânica do solo (GAMA-RODRIGUES, 1999; ANDERSON, 2003).

Devido à alta sensibilidade relacionada à atividade antrópica e à simplicidade de determinação, atributos microbiológicos (densidade e diversidade de grupos funcionais de microorganismos) e bioquímicos (biomassa microbiana e atividade de microorganismos heterotróficos) apresenta grande potencial de utilização como

indicadores da qualidade de solos degradados em recuperação dessa forma, a avaliação dos atributos biológicos permite identificar as principais limitações do ecossistema impactado, propondo medidas estratégicas que busque manter a sustentabilidade de ecossistemas, fazendo dessa forma uma comparação com área-referência ou natural sem impacto de atividades antrópicas.

A matéria orgânica do solo (MOS) apresenta potencial para ser utilizada como atributo-chave da qualidade do solo (DORAN & PARKIN, 1994; MIELNIEZUK, 1999), pois além de satisfazer o requisito básico de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando na infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão (GREGORICH et al., 1994). Todavia em algumas situações, notadamente naquelas induzidas por sistema de manejo com histórico de adoção de curto prazo, este indicador pode não ser um eficiente discriminador das alterações na qualidade do solo.

A biomassa microbiana também é considerada um reservatório de nutrientes de rápida ciclagem, apresentando associação com a fertilidade do solo.

A Biomassa microbiana é um dos componentes que controlam funções-chave no solo, como a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica, ou transformações envolvendo os nutrientes minerais para os ecossistemas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Consequentemente, solos que mantêm alto conteúdo de BM são capazes não somente de estocar mais nutrientes, mas também de ciclar mais nutrientes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características gerais

O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande – Pombal-PB entre abril e junho de 2014. O experimento foi conduzido em casa de vegetação onde foram aplicadas diferentes doses do composto orgânico Bokashi em solo inoculado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. Foi utilizado o híbrido de melancia ‘Quetsali’ (Tipo Crimson Sweet) cultivado em vasos de 10 dm³ contendo seis litros de solo areno-argiloso. O composto orgânico Bokashi apresenta em sua formulação Nitrogênio = 0,7%, Fósforo (P₂O₅) = 0,5%, Potássio (K₂O) = 0,5%, Carbono Orgânico = 15%, Matéria Orgânica = 25%, Relação C/N = 18:1, pH = 7,5 e CTC = 250 mmolc/kg.

3.2 Produção do inóculo de *Fusarium* sp

O *Fusarium* sp foi obtido de plantas de melancia cultivada no município de Pombal-PB apresentando sintomas de podridão no colo e murcha. O inóculo do patógeno foi cultivado em erlenmeyers contendo substrato areno-orgânico composto de três partes de esterco curtido, uma parte de areia lavada e 2% de aveia (v/p), onde foram adicionados 20 mL de água destilada para cada 100 mL de substrato conforme a metodologia proposta por Lefèvre e Souza (1993).

Foram utilizados 28 erlenmeyers, onde em cada um foram adicionados 500 mL do substrato. O substrato foi autoclavado durante uma hora a 120°C, com intervalo de 24 horas. Posteriormente, em câmara asséptica, foram transferidos dez discos de 5 mm de diâmetro retirados dos bordos das colônias do fungo em crescimento, para os erlenmeyers contendo substrato areno-orgânico.

Os erlenmeyers contendo o inóculo com *Fusarium* sp foram mantidos em estufa tipo BOD a 30°C no escuro, por quinze dias, sendo periodicamente agitados com o objetivo de homogeneizar a infestação. Também, foram mantidos erlenmeyers sem o fungo, nas mesmas condições dos frascos com o micélio, utilizado como testemunha e agitado periodicamente durante 15 dias (Figura 1 A e B).

Os inóculos produzidos nos erlenmeyers foram submetidos ao teste de pureza. O teste foi realizado em condições assépticas, onde foram retirados dez pequenos torrões de cada erlenmeyer e plaqueados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA acrescido de antibiótico (BDA+A).

As placas foram mantidas em câmara de crescimento do tipo B.O.D. por três dias a temperatura de 28°C (Figura 1C). O inóculo de *Fusarium* sp foi adicionado dez dias antes da semeadura de melancia nos vasos contendo solo esterilizado, e as plantas foram mantidas no telado até 72 dias após a semeadura.

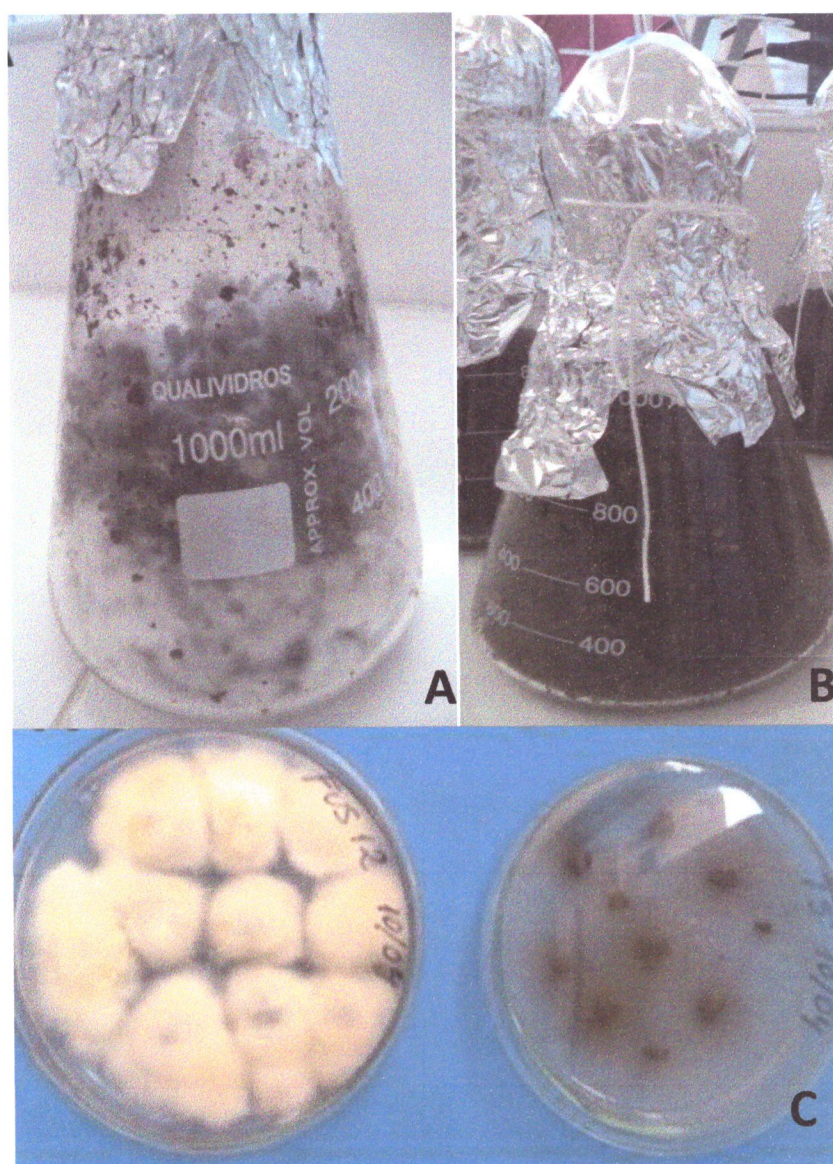


Figura 1. Erlenmeyer contendo substrato areno-orgânico com crescimento micelial de *Fusarium* sp. (A), testemunha sem o fungo (B) e resultado do teste de pureza (C).

3.3 Obtenção do composto orgânico Bokashi

O composto orgânico Bokashi foi adquirido na forma sólida, desse modo, para que o mesmo fosse aplicado junto com a irrigação teve que ser dissolvido. A recomendação de aplicação de Bokashi é que seja dissolvido 25 kg em 500 L de água e mantê-lo por uma semana para que ocorra a fermentação. O Bokashi foi preparado semanalmente, em quantidade suficiente para suprir a necessidade de cada tratamento.

3.4 Efeito de doses do composto orgânico Bokashi sobre *Fusarium sp*

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial de 6x3 com seis tratamentos (doses de Bokashi com e sem *Fusarium sp*) e três tempos (0, 30 e 60 dias após o plantio da melancia), com cinco repetições, distribuídos da seguinte forma:

- 1- Dose semanal de 14 mL de Bokashi e com *Fusarium sp*;
- 2- Dose semanal de 28 mL de Bokashi e com *Fusarium sp*;
- 3- Dose semanal de 56 mL de Bokashi e com *Fusarium sp*;
- 4- Dose semanal de 112 mL de Bokashi e com *Fusarium sp*;
- 5- Testemunha sem aplicação de Bokashi e com *Fusarium sp*;
- 6- Testemunha sem aplicação de Bokashi e sem *Fusarium sp*;

Em cada vaso de 10 dm³ foram adicionados seis litros de solo areno-areoso. Adicionou-se dez dias antes da semeadura da melancia cerca 5% do inóculo de *Fusarium sp* produzido (p/v: peso do inóculo por volume de solo no vaso).

A irrigação foi feita diariamente com solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) a 50% e a adição de Bokashi foi feita semanalmente de acordo com cada tratamento.

3.5 Coletas de amostras de solo

As amostras foram coletadas de cada subparcela, em diferentes tempos (0, 30 e 60 dias após o plantio da melancia). A coleta foi realizada a cinco centímetros de distancia do colo da planta e cinco centímetros de profundidade. Após coletadas, as amostras, foram devidamente identificadas, e levadas ao Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFMG) onde permaneceram armazenadas em refrigerador até a realização das análises.

3.6 Avaliação dos atributos biológicos e bioquímicos do solo

A respiração microbiana do solo foi mensurada pela captura do C-CO₂ produzido no solo pelo NaOH em ambiente hermeticamente fechado (ALEF; NANNIPIERI, 1995; CURL; RODRIGUEZ-KABANA, 1972; STOTZKY, 1965). Em um recipiente plástico foi adicionado três frascos contendo 50 g de solo, 30 mL de solução de NaOH 0,5 mol L⁻¹ para a captura do C-CO₂ e 30 mL de H₂O para manter a umidade constante. O recipiente foi fechado e mantido no escuro por 48 horas a temperatura ambiente. Após o período de incubação, foi pipetado 10 mL de solução de NaOH 0,5 mol L⁻¹ para um erlenmeyer de 125 mL, onde foi adicionado 10 mL de solução de BaCl₂ 0,005 mol L⁻¹ e três gotas de fenolftaleína 1%.

A titulação foi realizada imediatamente após a adição do indicador com solução de HCl 0,25 mol L⁻¹. Esse procedimento foi realizado para todas as amostras de solo e mais seis amostras em branco. Para cada amostra foram realizadas duas repetições analíticas. O cálculo para obtenção dos valores de C-CO₂ foi feito de acordo com a fórmula:

$$\text{C-CO}_2 (\text{mg}) = (\text{B}-\text{V}) \times \text{M} \times 6 \times (\text{V}^1/\text{V}^2) \text{ onde:}$$

B = volume do HCl no branco (mL);

V = volume de HCl gasto na amostra (mL)

M = concentração real do HCl (mol L⁻¹)

6 = massa atômica do carbono(12) dividido pelo numero de mols de CO₂ que reagem com o NaCl (2)

v1 = volume total de NaOH usado na captura do CO₂ (mL)

v2 = volume de NaOH usado na titulação (mL)

O carbono da biomassa foi avaliado empregando-se o método da irradiação/incubação, o qual apresenta como princípio básico a eliminação de microorganismos pela irradiação eletromagnética de forno de micro-ondas (FERREIRA et al., 1999; ISLAM & WEIL, 1998; BROOKES et al., 1982). Cada amostra de solo foi subdividida em amostras irradiadas e não irradiadas.

Para obtenção das amostras foi pesado em placa de Petri 20 g de solo para irradiação e 20 g em erlenmeyer onde não houve o uso de irradiação. As amostras foram submetidas à irradiação em microondas de acordo com o tempo calculado. Após a irradiação as amostras foram transferidas para erlenmeyers, sendo identificadas de acordo com o procedimento. Após a identificação dos erlenmeyers, foi adicionado 80 mL da solução extratora K₂SO₄. As amostras foram agitadas por 30 minutos em agitador horizontal a 150 rpm. Em seguida as amostras foram mantidas por 30 minutos em repouso e filtradas em recipientes com o auxílio de papel filtro quantitativo.

A determinação do carbono presente nos extratos foi realizada pipetando-se 10 mL do extrato filtrado para um erlenmeyer de 125 mL, onde foi adicionado 2 mL da solução de K₂Cr₂O₇ 0,066 mol L⁻¹. Foi adicionado 10 mL de H₂SO₄, onde esperou-se a queda da temperatura. Posteriormente, adicionou-se 50 mL de água destilada. Para a titulação adicionou-se três gotas do ferroin como indicador e sulfato ferroso amoniacal 0,03 mol L⁻¹. Esse procedimento foi realizado para todas as amostras de solo e mais seis amostras em branco, sendo três contendo o K₂SO₄ e três sem o K₂SO₄. Após a obtenção dos valores de carbono presente na biomassa microbiana, estes foram submetidos a seguinte fórmula:

$$C_{mic} = (C_i - C_{ni}) / K_c \text{ onde:}$$

C_i = amostra irradiada;

C_{ni} = amostra não irradiada,

sendo **K_c** = 0,33, para o método de irradiação extração de CBM

O quociente metabólico (q_{CO_2}) foi calculado pela razão entre a taxa de respiração e o carbono de biomassa (ANDERSON; DOMSCH, 1993).

3.7 Análises estatísticas

Os dados obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos a uma análise exploratória, com o intuito de verificar se os mesmos atendem aos pressupostos da análise de variância. Em seguida os dados foram submetidos à análise da variância aplicando-se o teste F a 5 % de probabilidade, havendo efeito significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A estatística foi realizada com o auxílio do sistema de análise estatística SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2011)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando os quadrados médios de tratamentos e tempo se verificou efeito significativo para tratamentos e tempo para respiração do solo, para o carbono da biomassa microbiana e para o quociente metabólico a interação entre as doses do fertilizante Bokashi e os três tempos de avaliação tiveram efeito significativo (Tabela 1).

Tabela 1. Resumos das análises das variâncias para os dados de Respiração ($\mu\text{g C-CO}_2 \cdot 100 \text{ cm}^3 \text{ solo}$), Carbono da biomassa microbiana ($\mu\text{g C-CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{ solo}$) e Quociente metabólico (QCO_2) ($\mu\text{g C-CO}_2 \cdot 100 \text{ cm}^3 \text{ solo}$) do solo fertilizado com Bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. Tratamentos: (T1) dose semanal de 14 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T2) dose semanal de 28 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T3) dose semanal de 56 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T4) dose semanal de 128 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T5) testemunha sem aplicação de Bokashi com *Fusarium* sp; (T6) Testemunha sem aplicação de Bokashi e sem *Fusarium* sp. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Pombal-PB, 2016.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Respiração	Carbono da biomassa	Quociente metabólico (QCO_2)
Tratamentos	5	65.190937*	37336.420968 *	2.879657 *
Tempo	2	31.486500*	7878.951059 ns	0.417834ns
Trat. X Tempo	10	17.583188 ns	23240.992551 *	1.304257 *
Blocos	4	14.148750 ns	6938.124957 ns	0.017515 ns
Resíduo	50	11.162868	9811.816431	0.501295
Total	71	-	-	-
CV (%)	-	15,92	23,80	15,69

(**), (*), (ns) significativos a 1%, 5% e não significativo respectivamente, pelo teste F.

A respiração edáfica do solo apresentou valores crescentes de acordo com o aumento das doses de Bokashi nos tratamentos 1, 2 e 3 (Figura 2). Entretanto esses tratamentos não diferiram entre si.

Os valores de respiração apresentou diferença significativa apenas no Tratamento 4, onde foi aplicado a maior dose do composto orgânico Bokashi. Nesse tratamento (T4), houve uma redução na taxa de respiração, que pode estar ligada com a ação do composto orgânico Bokashi sobre a população do patógeno *Fusarium* sp.

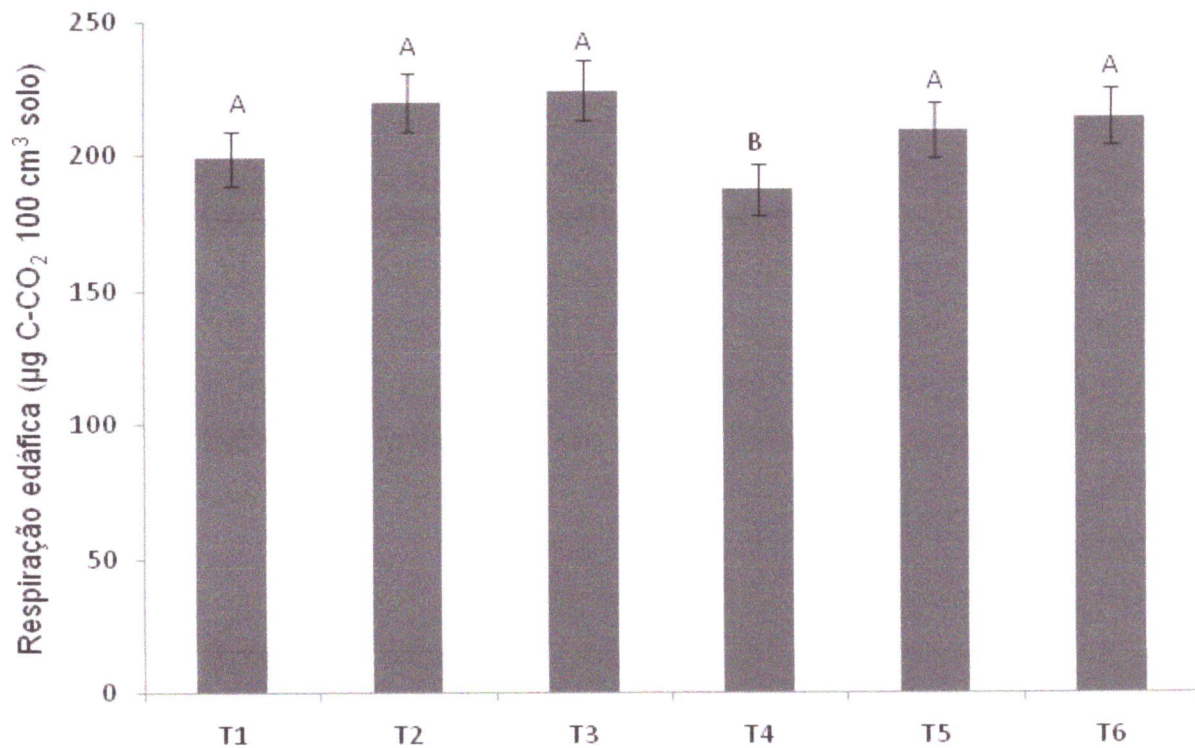


Figura 2. Respiração ($\mu\text{g C-CO}_2.100 \text{ cm}^3 \text{ solo}$) do solo fertilizado com Bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. Tratamentos: (T1) dose semanal de 14 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T2) dose semanal de 28 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T3) dose semanal de 56 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T4) dose semanal de 128 mL de Bokashi e com *Fusarium* sp; (T5) testemunha sem aplicação de Bokashi com *Fusarium* sp; (T6) Testemunha sem aplicação de Bokashi e sem *Fusarium* sp. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Pombal-PB, 2016.

De acordo com Ragassi et al. (2011) a variedade e o número de microrganismos do solo aumentam com o teor de matéria orgânica. Esses microrganismos competem por alimento e podem produzir substâncias químicas que reduzem o número de patógenos no solo. Dessa forma a redução da população dos patógenos acarretaria na redução da respiração edáfica do solo.

A sobrevivência de fungos fitopatogênicos, cujos propágulos não dependem de nutrientes para germinação, está diretamente ligada à atividade de respiração, e conseqüentemente, à perda de CO₂. Segundo Mondal et al., (1995) e Mondal & Hyakumachi, (1998), a viabilidade de clamidospores de *Fusarium solani* f.sp. phaseoli depende da taxa de perda de CO₂, a qual pode ser influenciada por fatores bióticos, como antagonistas, e abióticos, como pH, temperatura e potencial mátrico do solo. A respiração edáfica variou entre os intervalos de coleta. Os tratamentos obtiveram maiores valores aos 60 dias, seguidos dos valores aos 30 e zero dias (Figura 3).

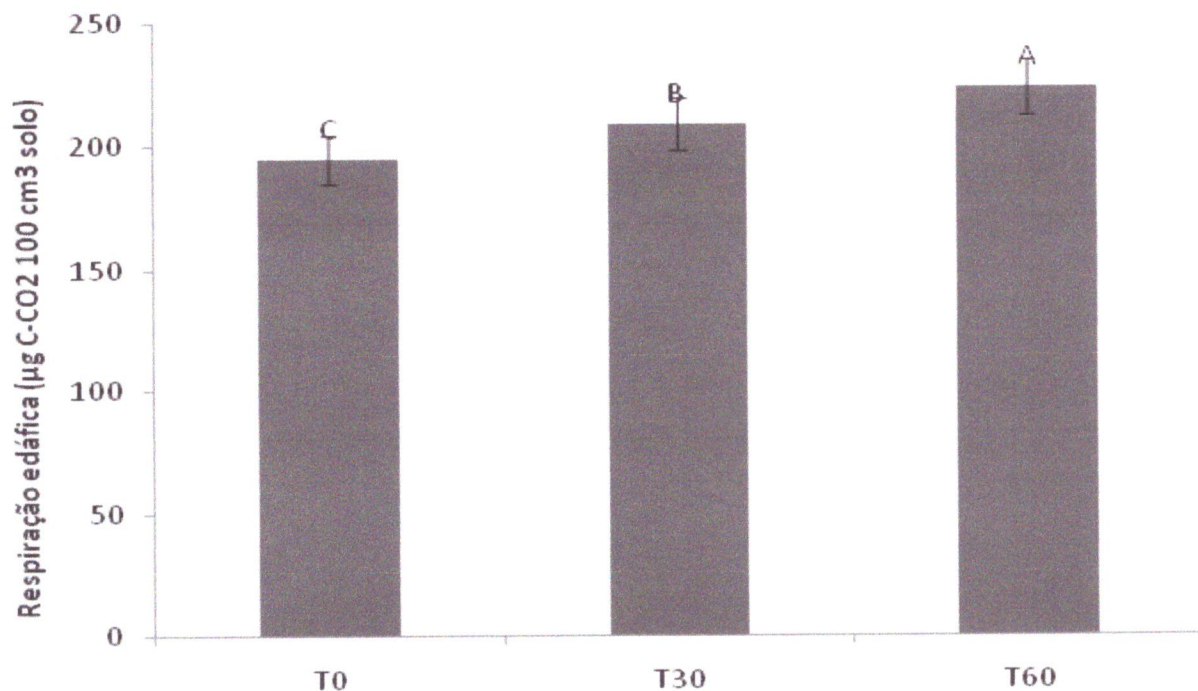


Figura 3. Respiração ($\mu\text{g C-CO}_2 \cdot 100 \text{ cm}^3 \text{ solo}$) do solo fertilizado com Bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. Nos intervalos de amostragem 0, 30 e 60 dias após o plantio da melancia, Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Pombal-PB, 2016.

Dessa forma observa-se que a respiração edáfica se elevou de forma crescente de acordo com o acumulo de dias e aumento da atividade biológica pelo incremento do Bokashi, até o Tratamento 3, cuja a dose semanal foi de 56 mL.

Esses resultados corroboram com os obtidos por Silva et al. (2008), onde avaliando o efeito de fungos micorrízicos arbusculares na produção de gravioleira (*Annona muricata* L. 'Morada) observou maior atividade respiratória do solo adubado com vermicomposto a 10% em relação ao sono não adubado.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2007), onde se observou um aumento linear na respiração edáfica de acordo com a elevação das doses de biofertilizantes na cultura do milho. De acordo com Severino et al. (2004), quando a atividade microbiana se eleva, indica que a decomposição do material adicionado é rápida e os nutrientes são mineralizados e disponibilizados para as plantas em menor tempo, o que muitas vezes é uma característica buscada em um adubo orgânico.

De acordo com Medina et al. (2004), o fato da atividade microbiana, emissão de CO_2 e atividade enzimática geral, ter sido incrementada no solo adubado indica

que o vermicomposto, que utilizou como adubo, serviu como fonte de energia para os processos oxidativos microbianos.

Os adubos orgânicos quando aplicados em doses adequadas favorecem a microbiota do solo, e conseqüentemente, aumentando a atividade respiratória e enzimática em solos adubados (MARSCHNER et al. 2003; ROLDÁN et al. 2003; GARCÍA-GIL et al. 2004). A respiração do solo é um forte indicador da intensidade de decomposição. Essa intensidade varia ao longo do tempo e depende do clima e da atividade biológica no solo (SING; GUPTA, 1977).

Poggiani et al. (1977), verificou-se que as condições climáticas possuem uma acentuada influência sobre a evolução do CO₂ do solo. Avaliando a atividade microbiana do solo com base na produção de CO₂ em uma área de caatinga no cariri paraibano Araújo et al. (2008) observou que os maiores valores de respiração foram obtidos em épocas secas, apresentando uma queda durante a época chuvosa. Dessa forma, a época do ano onde foi realizada a terceira coleta (Junho), também pode ter favorecido os maiores valores de respiração.

Para Vargas e Scholles (2000) e Andrade (1999), os microrganismos são muito sensíveis e podem ser influenciados pelos fatores bióticos e abióticos. Sabe-se que as condições ambientais estimulam ou inibem o desenvolvimento e atividade de cada um dos grupos de microrganismos. Entre as variáveis climáticas, a precipitação e a temperatura são as que exercem maior influência (SANTOS; CAMARGO, 1999).

A respiração há muito tempo utilizada para medir a atividade microbiana, representa a oxidação da matéria orgânica até CO₂, por organismos aeróbios do solo, os quais utilizam o O₂ como acceptor final de elétrons, deste modo, pode ser avaliada tanto pelo consumo de oxigênio como pela produção de CO₂ (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A avaliação da quantidade de CO₂ liberado ou de O₂ consumido pode fornecer informações sobre o comportamento da comunidade microbiana do solo, mas não permite a avaliação de alterações qualitativas que possam ocorrer, sendo esta a maior limitação desse dado (LOPEZ et al., 1998).

O C-BMS apresentou valores significativos entre tratamentos em todos os períodos de coletas, exceto o tratamento 6 (Figura 4A). Os maiores valores foram obtidos no tratamento 3, aos 0 dias, seguido do tratamento 4, aos 60 dias (Figura 4B).

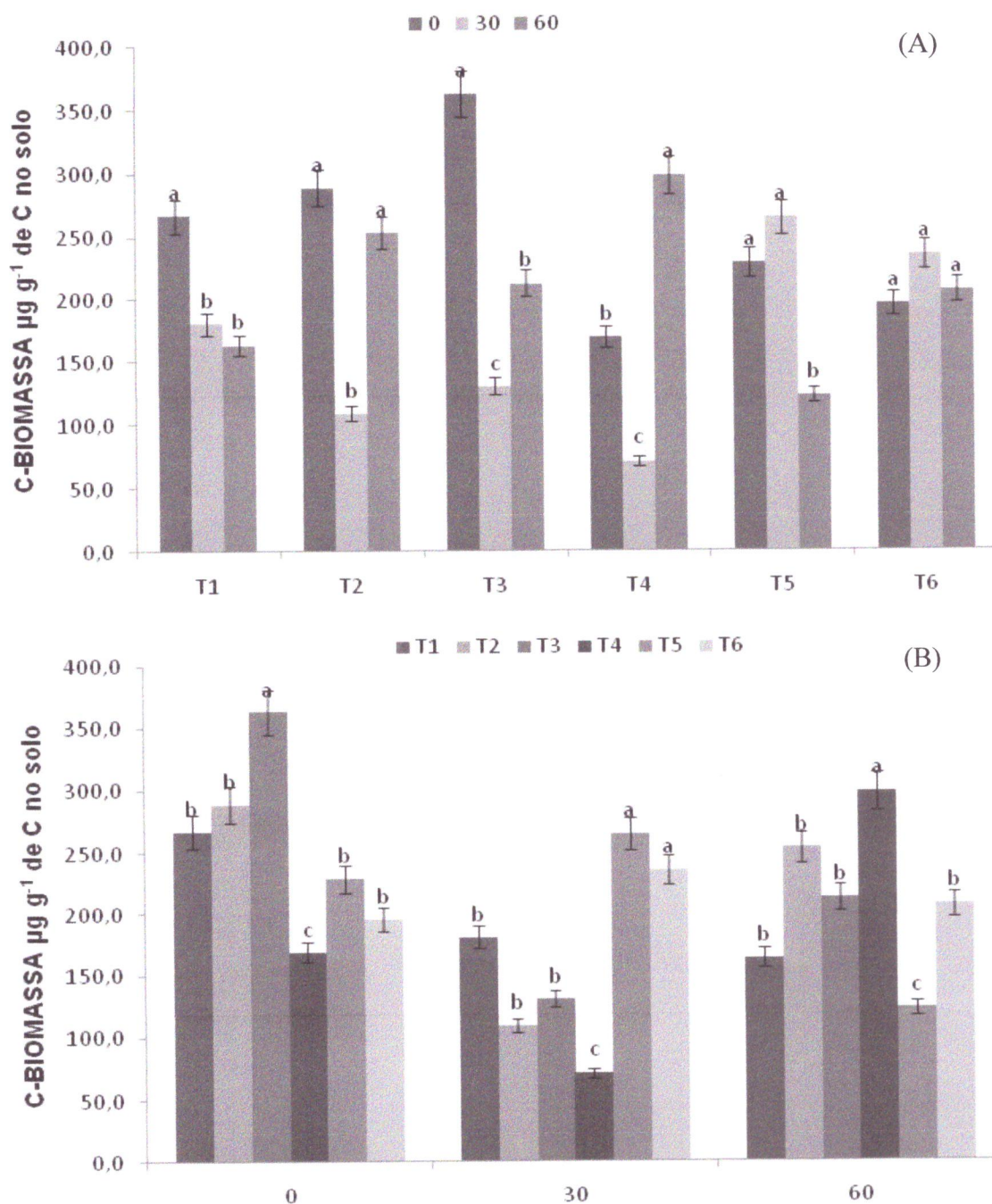


Figura 4. Carbono da biomassa microbiana ($\mu\text{g C-CO}_2\cdot\text{g}^{-1}$ solo) do solo fertilizado com bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. (A) Tratamentos: (T1) dose diária de 14 mL de Bokashi e com *Fusarium* spp; (T2) dose diária de 28 mL de Bokashi e com *Fusarium* spp; (T3) dose diária de 56 mL de Bokashi e com *Fusarium* spp; (T4) dose diária de 128 mL de Bokashi e com *Fusarium* spp; (T5) testemunha sem aplicação de Bokashi com *Fusarium* spp; (T6) Testemunha sem aplicação de Bokashi e sem *Fusarium* spp. (B) Nos intervalos de amostragem 0, 30 e 60 dias após o plantio da melancia Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Pombal PB 2016.

Observa-se que houve uma redução nos valores de C-BMS nos tratamentos 1, 2 e 3 em relação aos períodos de coleta. No Tratamento 4, é possível constatar

que ocorreu processo inverso, onde os valores desta variável se elevaram quando comparadas suas épocas de coleta.

Valores da biomassa microbiana mais elevados é reflexo de uma situação da microbiota do solo que é estimulada pelo fornecimento contínuo de materiais orgânicos com diferentes graus de susceptibilidade à decomposição. Além disso, pode existir maior diversidade de compostos orgânicos depositados na rizosfera, o que constitui fator favorável à sobrevivência e crescimento dos diferentes grupos de microrganismos do solo. (D'ANDRÉA et al., 2002).

A biomassa microbiana também é considerada um reservatório de nutrientes de rápida ciclagem, apresentando associação com a fertilidade do solo (Conceição, 2005). A forma que o composto orgânico Bokashi foi disponibilizada para as plantas pode ter influenciado a sua persistência no solo e decomposição pelos microrganismos. Desse modo, a aplicação do Bokashi pode ter elevado e reduzido a atividade microbiana em um curto espaço de tempo, causando oscilações entre os tratamentos e épocas de coletas.

Esta variável é definida como a parte viva da matéria orgânica do solo (JENKINSON; LADD, 1981) e sua estimativa fornece dados úteis sobre as alterações decorrentes do uso do solo, visto que respondem com maior rapidez a essas variações do que parâmetros químicos e físicos, tais como pH e qualidade da matéria orgânica do solo (POWLSON et al, 1987).

Os resultados obtidos nesse trabalho envolvem a quantificação de microrganismos geral, podendo ter sido influenciada pela presença do fungo *Fusarium* sp adicionado ao solo. Segundo Zilli et al. (2003), a biomassa microbiana fornece apenas uma estimativa quantitativa da diversidade de microrganismos, não considerando sua composição, ou a estrutura das comunidades microbianas.

Verificou-se que o quociente metabólico apresentou maior valor no Tratamento 4 ao 30 dias (Figura 5A). Segundo Tótola & Chaer (2002), valores mais elevados de qCO_2 indicam maior consumo de carbono prontamente mineralizável, elevando-se as perdas de CO_2 , o que não é desejado.

(A)

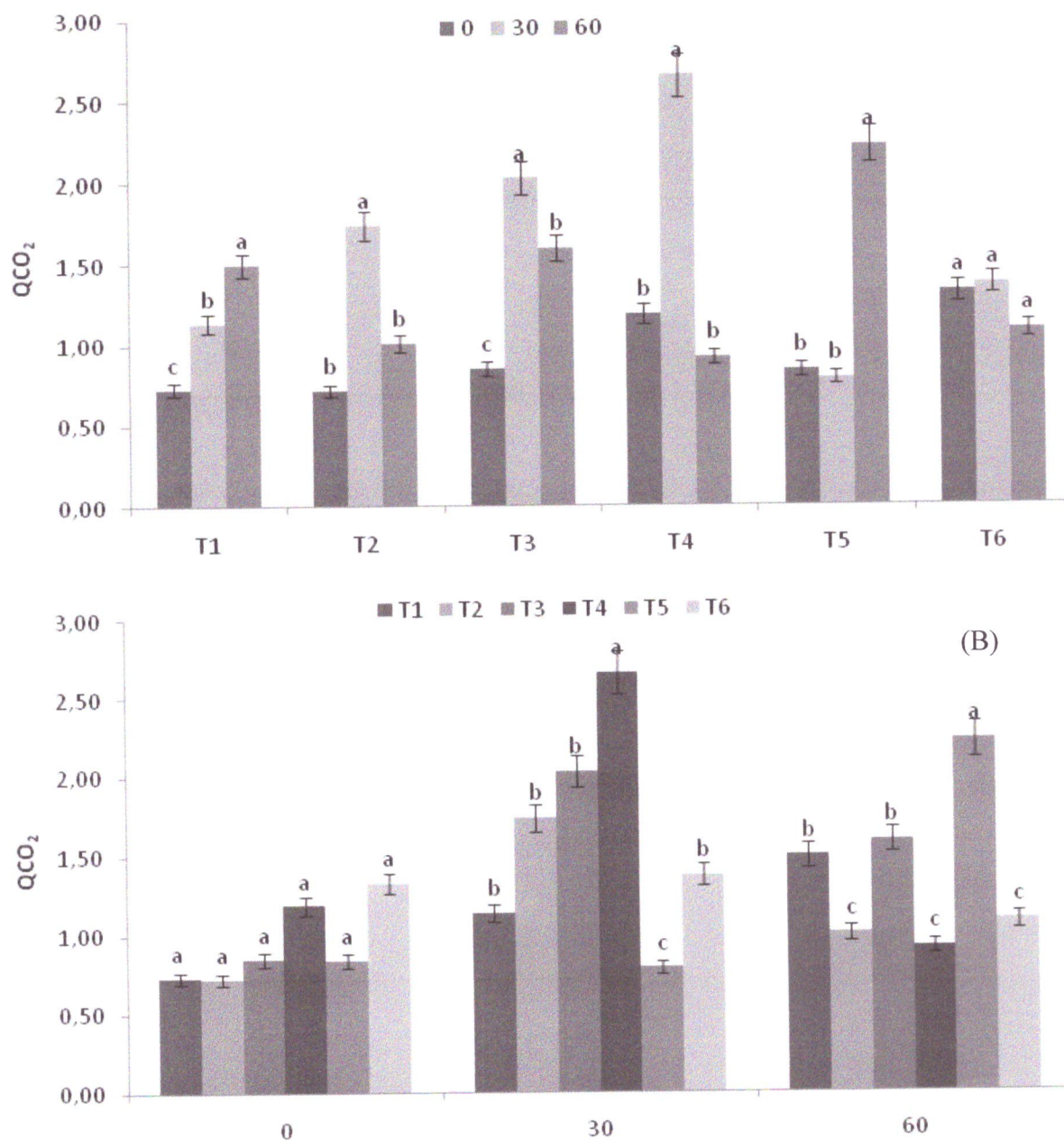


Figura 5. Quociente metabólico (QCO₂) (µg C-CO₂.100 cm³ solo) do solo fertilizado com bokashi, infectado com *Fusarium* sp e cultivado com melancia. (A) Tratamentos: (T1) dose diária de 14 mL de Bokashi e com *Fusarium* spp; (T2) dose diária de 28 mL de Bokashi e com *Fusarium* spp; (T3) dose diária de 56 mL de Bokashi e com *Fusarium* spp; (T4) dose diária de 128 mL de Bokashi e com *Fusarium* spp; (T5) testemunha sem aplicação de Bokashi com *Fusarium* spp; (T6) Testemunha sem aplicação de Bokashi e sem *Fusarium* spp. (B) Nos intervalos de amostragem 0, 30 e 60 dias após o plantio da melancia Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Pombal PB 2016.

Observa-se também que houve diferença entre tratamentos durante todas as épocas de coleta, com exceção do tratamento 6, onde não houve adição de *Fusarium* sp e do composto orgânico Bokashi (Figura 5B). Esse tratamento,

considerado a testemunha negativa permaneceu praticamente inalterado, exceto pela presença das plantas de melancia que pode ter exercido pequena influência sobre a atividade microbiana do solo.

Avaliando cada época de coleta de forma isolada, é possível observar que aos zero dias os valores de quociente metabólico se apresentavam baixos e que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 5).

Dessa forma pode-se considerar que o solo se encontrava estável e sem perturbações ocasionadas pela atividade microbiana. Em geral um baixo quociente metabólico indica economia na utilização de energia e supostamente reflete um ambiente mais estável ou mais próximo do seu estado de equilíbrio; ao contrário, valores elevados são indicativos de ecossistemas submetidos a alguma condição de estresse ou de distúrbio. Frequentemente, solos com alto quociente metabólico são denominados por organismos colonizadores de crescimento rápido (SAKAMOTO; OBO, 1994).

Nos intervalos de coleta aos 30 e 60 dias é possível observar uma grande variação dos valores de quociente metabólico entre os tratamentos (Figura 5). Para Insam e Domsch (1988), a respiração microbiana por unidade de biomassa microbiana diminui em sistemas mais estáveis. Por outro lado, a incorporação de resíduos de culturas ou compostos orgânicos ao solo aumenta o quociente metabólico (OCIO; BROOKES, 1990). Assim, parece ocorrer uma relação inversa entre a biomassa microbiana e o quociente metabólico, sugerindo que, em maiores teores de C, podem ocorrer aumento da biomassa microbiana e diminuição na atividade metabólica (INSAM et al., 1991).

5. CONCLUSÕES

A respiração edáfica aumentou de acordo com o os intervalos de coleta e, provavelmente, com a adição do composto orgânico Bokashi;

O carbono da biomassa variou de forma significativa entre os tratamentos e intervalos de coleta;

O quociente metabólico também variou de forma significativa entre os tratamentos e intervalos de coleta, entretanto se manteve baixo para a maioria destes.

6. REFERÊNCIAS

- AJWA, H. A. et al. Carbon and Nitrogen Mineralization. in Tallgrass Prairie and Agricultural Soil Profiles. Soil Scis. of Am J, v.62, p. 942-951, 1998.
- ALBUQUERQUE, J.O; SOUZA, R.B; PAULA, J.T; RESENDE, F.V; SILVA, G.P.P; FUJJI, A; SOUSA, J.M.M. Formas de aplicação de biofertilizantes e adubação de cobertura com bokashis na produção do tomate orgânico protegido. Horticultura Brasileira, v.29, n. 2 (Suplemento S 4408), 2011.
- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Eds) Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press, 1995. 576 p.
- AMBROSIO, M.M.Q.; BUENO, C.J.; PADOVANI, C.R.; SOUZA, N.L. Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 354-358, 2008.
- ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. Soil Biology and Biochemistry, 25(3):393-395, 1993.
- ANDERSON, T. H. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. Agriculture Ecosystems Environmental, Amsterdam, v. 98, n. 1/3, p. 285-293, 2003.
- ANDRADE, G. Interacciones microbianas en la rizosfera. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas: Soil fertility, soil biology, and plant nutrition interrelationships. Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS, 1999. p. 551 - 575.
- ARAUJO, K.D.; ANDRADE, A.P.; ROSA, P.R.O.; BRUNO, R.L.A.; FRAGA, V.S. Avaliação da atividade microbiana baseada na produção de C-CO₂ em uma área de caatinga no cariri paraibano. Revista Caatinga, 21:221-230, 2008.
- BALOTA, E. L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. Revista Brasileira de. Ciência do. Solo, v. 22, p. 641-649, 1998.
- BALOTA, E. L. et al. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. Biology and Fertility of Soils, v. 38, p. 15-20, 2003.
- BEDENDO, I. Podridões de raiz e colo. IN.: AMORIN, L., REZENDE, J.A.M., BERGAMIN FILHO, A. Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. V. 1, Ceres, São Paulo, 704p., 2011.
- BREJDA, J. J.; KARLEN, D. L.; SMITH, J.L.; ALAN, D. L. Identification of regional soil quality factors and indicators: II. Northern Mississippi Loess Hills and Paulose Prairie Soil Sci. Soc. Am. J. v. 64, p. 2125-2135, 2000.

BETTIOL, W. Controle biológico de patógenos do solo. In.: BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas. Embrapa, Brasília, 388p, 1991.

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

BOLINDER, M.A. et al. The response of soil quality indicators to conservation management. Canadian Journal of Soil Science. v.79, p.37- 45, 1999.

BROOKES, P.C.; POWLSON, D.S. & JENKINSON, D.S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. Soil Biol. Biochem, 14:319-329, 1982.

CAMATTI SARTORI, V. Cartilha para agricultores: adubação verde e compostagem. Estratégias de manejo do solo para conservação das águas. Disponível em: <http://www.ucs.br/site/nucleospesquisaeinovacaoedesevolvimento/nucleosdecartilhas>. Acesso em: 08 de maio de 2016.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J.; ARMANDO, M.S. Atributos Físicos da Qualidade de um Solo Sob Sistema Agroflorestal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.11, p.1153-1155, 2004.

CHAGAS, P. R. R.; TOKESHI, H. Produção orgânica usando-se microrganismos benéficos (EM) no controle de pragas e doenças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS, 3., 2006, Belém, PA. Anais...Belém: Embrapa Amazônia Oriental: SEBRAE, 2006. p.82-95.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p.777-788, 2005.

COSTA, F. S.; ALBURQUEQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C.; Propriedades Físicas de um Latossolo no Bruno Afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. Rev. brasileira de ciência do solo, 2003.

CURL, E.A. & RODRIGUEZ-KABANA, R. Microbial interactions. In: WILKINSON, R.E., ed. Research methods in weed science. Atlanta, Southern Weed Science Society, 1972. p.162-194.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O. & CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do Estado de Goiás. R. Bras. Ci. Solo, 26:913-923, 2002.

DORAN, J. W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. p. 3-21. In: J.W. DORAN; J.W.; COLEMAN, D.C.; D.F. BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed.). Defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of America, Madison. 244 p. 1994.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.) Methods for Assessing Soil Quality. SSSA Special Publication 49. Soil Science Society of America, p.25-37 1996.

DUARTE, M.L.R.; LIMA, W.G.; CHU, E.Y.; KONAGANO, M.; ALBUQUERQUE, F.A.B. Controle Alternativo da Podridão-das-raízes da Pimenteira-do-reino com Microrganismos Eficazes (EM). Circular Técnica, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2006.

FENILLE, R. C.; SOUZA, N. L. Efeitos de materiais orgânicos e da umidade do solo na patogenicidade de *Rhizoctonia solani* Kuhn GA-4 HGI ao feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 10, p. 1959-1967, 1999.

FERRAZ, L.C.L.; SOUZA, N.L.; BERGAMIN FILHO, A. concentração de compostos orgânicos, torta de mamona, e de gases influenciando a germinação de *Sclerotinia sclerotioru*. Revista Brasileira de Agroecologia, v.2, n.1, p. 645-649, 2007.

FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 991- 996, 1999.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCHINI, J. C. et al. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in Southern Brazil. Soil Till. Res., v. 92, p.18-29, 2007.

GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana da serapilheira de povoamentos de eucalipto. 1997. 108 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

GAMLIEL, A.; STAPLETON, J. J. Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues. Phytopathology , St. Paul, v.83, n.9, p.899-905, 1993.

GARCÍA-GIL, J.C.; PLAZA, C.; BRUNETTI, G. & POLO, A. Effects of sewage sludge amendment on humic acids and microbiological properties of a semiarid Mediterranean soil. Biology and Fertility of Soils 39: 320-328. 2004.

GHINI, R. Alternativas para substituir o brometo de metila na agricultura. Summa Phytopathologica, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 162, 2001.

GHINI, R.; DOMINGUES, F.; BETTIOL, W. Casca de camarão para o controle de murcha de *Fusarium* em gengibre. Jaguariúna: Embrapa, 2006. 3p. (Circular Técnica, 11).

GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R.; ANGERS, D. A.; MONREAL, C.M & ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Can. J. Soil Sci., 367-375, 1994.

HARRIS, J. A. Measurements of the soil microbial community for estimating the success of restoration. European Journal Soil Science, Oxford, v. 54, n. 4, p. 801-808, 2003.

HOAGLAND, D.R & ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. Berkeley, Cal. Agric. Exp. Station, 1950. 347p. (Cal. Agric. Exp. Station, Cir.) IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola - SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 10 de março de 2016.

INSAM, H. & DOMSCH, K.H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microb. Ecol.*, 15:177-188, 1988.

ISHIMURA I. Adubação Orgânica em hortaliças. In: ISHIMURA I (ed). Manual de Agricultura Orgânica. Piracicaba: JICA. P.76-114. 2004.

ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biol. Fert. Soils*, 27:408-416, 1998.

JENKINSON, D.S. Studies on the decomposition of plant material in soil. II. Partial sterilisation of soil and the soil biomass. *J. Soil Sci.*, 17:280-302, 1966.

JENKINSON, D.S & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: Measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.M. eds. *Soil biochemistry*, vol.5. NewYork, Marcel Decker, 1981.p.415-471.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; CAMARGO, L.E.A. Manual de Fitopatologia - Doenças das Plantas Cultivadas. 4a. ed., S. Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda., 2005, v.2, 919p.

LAZAROVITS, G. Management of soil-borne plant pathogens with organic soil amendments: a disease control strategy salvaged from the past. *Canadian Journal Plant Pathology*, [S.I], v.23, p.1-7, 2001.

LEFÈVRE, A. F.; SOUZA, N. L. de. Determinação da temperatura letal para *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* e efeito da solarização sobre a temperatura do solo. *Summa Phytopathologica*, v. 19, n. 2, p.107-112, 1993.

LÓPEZ, A; JESUS, H.S. de; ROCHA, M. de M.; FRIES, M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R. Diagnóstico do potencial de nitrificação e desnitrificação em solo sob pastagens de *Bracharia sp.* E solo sob plantio direto e convencional. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, nov. 1998. 24p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 78).

MALUCHE-BARETTA, C. R. D. et al. Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.41, p.1531-1539, 2006.

MARSCHNER, P.; KANDELER, E. & MARSCHNER, B.. Structure and function of the soil microbial community in a long-term fertilizer experiment. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 453-461. 2003.

MEDINA, A.; VASSILEV, N.; ALGUACIL, M.M.; ROLDÁN, A. & AZCÓN, R.. Increased plant growth, nutrient uptake, and soil enzymatic activities in a desertified Mediterranean soil amended with treated residues and inoculated with native

mycorrhizal fungi and a plant growth-promoting yeast. *Soil Science* 169: 260-270. . 2004.

MENEZES, M.; SILVA-HANLIN, D. M. W. Guia Prático para fungos fitopatogênicos. Recife, Imprensa Universitária, UFRPE, p.106, 1997.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A & CAMARGO, F. A. O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistema tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999.p.1-8.

MIELMICZUK, J. et al. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N. et al. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3. p. 209-248.

MICHEREFF, S.J., PERUCH, L.A.M. , ANDRADE, D.E.G.T. Manejo Sustentável de Doenças radiculares em solos tropicais. IN.: MICHEREFF, S.J., BARROS, R. Proteção de Plantas na Agricultura Sustentável. UFRPE, Recife, 368p.,2001.

MONDAL, S.N. & HYAKUMACHI, M. Carbon loss and germinability, viability, and virulence of chlamydospores of *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* after exposure to soil at different pH levels, temperatures, and matric potentials. *Phytopathology* 88: 148-155. 1998.

MONDAL, S.N., KAGEYAMA, K. & HYAKUMACHI, M. Germinability, viability, and virulence of chlamydospores of *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* as affected by the loss of endogenous carbon. *Phytopathology* 85: 1238-1244. 1995.

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

MONTEIRO, M. T.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 28, p. 819-826, 2004.

OCIO, J.A. & BROOKES, P.C. An evaluation of methods for measuring the microbial biomass in soils following recent additions of wheat straw and characterization of the biomass that develops. *Soil Biol. Biochem.*, 22:685-694, 1990.

OLIVEIRA, M. G. F.; SOARES, J. A.; CEZAR, M. A.; FREIRE, M. S.; VASCONCELOS, W. S.; CARDOSO, T. A. L. Ocorrência de fungos fitopatogênicos em melancia cultivada na Paraíba. *Tropical Plant Pathology*, 38 (Suplemento), Manaus, AM agosto, 2012.

OURIVES, O.E.A.; SOUZA, G.M.; TIRITAN, C.S.; SANTOS, D.H. Fertilizante orgânico como fonte de fósforo no cultivo inicial de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.40, n.2, p.126-132, 2010.

OSUNLAJA, S. O. Effect of organic soil amendments on the incidence of stalk rot of maize. *Plant and Soil*, The Hague, v. 127, p. 237-241, 1990.

PAES, J.M.V.; ANDREOLA, F.; BRITO, C.H. & LOUDES, E.G. Decomposição da palha de café em três tipos de solo e sua influência sobre a CTC e o pH. R. Ceres, 43:337-392, 1996.

PAPAVIZAS, G. C.; DAVEY, C. B. Rhizoctonia disease of bean as affected by decomposing green plant materials and associated microfloras. Phytopathology, St. Paul, v. 50, p. 516-522, 1960.

PEREIRA, J. C. R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; CHAVES, G. M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. In: LUZ, W. C.; FERNÁNDEZ, J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. 1996. p. 353-379, v. 4. Revisão Annual de Patologia de Plantas.

PEREZ, K. S. S. et al. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo, nos Cerrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, p.137-144, 2005.

POGGIANI, F.; LIMA, W. de P.; BALLONI, E. A. & NICOLELLO, N. Respiração edáfica em plantações de coníferas e folhosas exóticas em área de cerrado do estado de São Paulo. IPEF, v.14, p.129-148, 1977.

PÔRTO, M. L.; ALVES, J. C.; DINIZ, A. A.; SOUZA, A. P.; SANTOS, D.; Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no brejo Paraibano. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, n. 4, p. 1011-1017, jul./ago. 2009.

POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C. & CHRISTENSEN, B.T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in the total soil organic matter due to straw incorporation. Soil Biol. Biochem., 19:159-164, 1987.

QUÉDRAOGO, E. A. et al. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture Ecosystems and Environment., v 84, p. 259-266. 2001.

RAGASSI CF; FAVARIN JL; MELO PCT; SHIRAIISHI FA; SAKO H. Qualidade do solo e sustentabilidade na cultura da batata. Scientia Agraria Paranaensis 10: 88-103. 2011.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; HOFFMENN, L. L. Controle Cultural de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T. MENEZES, M. Ecologia e Manejo de patógenos radiculares em solos tropicais, 2005. p. 279-301, 2005.

ROLDÁN, A.; CARAVACA, F.; HERNÁNDEZ, M.T.; GARCIA, C.; SÁNCHEZ-BRITO, C.; VELÁSQUEZ, M. & TISCAREÑO, M.. No tillage, crop rotations, and legume corn cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico). Soil and Tillage, 2003.Research 72: 65-73.

SAKAMOTO, K.; OBO, Y. Effects of fungal to bacterial ratio on the relationship between CO₂ evolution and total soil microbial biomass. Biol. Fertil. Soils, v. 17, p. 39-44, 1994.

SANTANA, D.P.; BAHIA FILHO, A.F.C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16. 1998, Montpellier. Montpellier: ISSS, 1998.

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 1999. 491p.

SEVERINO LS; COSTA FX; BELTRÃO NEM; LUCENA MA; GUIMARÃES MMB.. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 5: 20-26. 2004.

SILVA, G.S.; PEREIRA, A.L. Efeito da incorporação de folhas de nim ao solo sobre o complexo *Fusarium x Meloidogyne* em quiabeiro. *Summa Phytopathologica, Botucatu*, v. 34, n. 4, p. 368-370, 2008.

SILVA, J.E. & RESCK, D.V.S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M., ed. *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina, Embrapa-CPAC, 1997, p.467-524.

SILVA, D.K.A; SILVA, F.S.B.; YANOMELO, A.M. & MAIA, L.C.. Uso de vermicompostos favorece o crescimento de mudas de gravioleira (*Annona muricata* L. 'Morada') associadas a fungos micorrízicos arbusculares. *Acta Botanica Brasílica*, 2008, 22: 863-869.

SILVA A.P.; SILVEIRA J.P.A.; SANTOS FRAGA V.S.; SILVA E.; SOUZA J.M.; LIMA L.P.F; NASCIMENTO J.; MEDEIROS A. 2007. Respiração edáfica após aplicação de biofertilizantes em cultivo orgânico de milho. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2:1251-1254.

SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. *Botan. Rev.*, n.43, p.449-528, 1977.

SPARLING, G. P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne, v. 30, n. 2, p.195-207, 1992.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.1551-1572.

TÓTOLA, M.R. & CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2. p.195-276.

TURCO, R.F.; KENNEDY, A.C. & JAWSON, M.D. Microbial indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.73-90. (SSSA Special Publication, 35).

VARGAS, L.K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um solo Podzólico Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.35-42, 2000.

VARGAS, L.K. & SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelhoescuro submetido a diferentes sistemas de manejo. R. Bras. Ci. Solo, 24:35-42, 2000.

WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. Biological Reviews, v. 67, p. 321-358, 1992.

ZIPCODEZOO Disponível em < <http://zipcodezoo.com/>> Acesso em: 27 de maio de 2016.

ZILLI, J. R.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. C.; NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, v. 20, n. 3, p.391-411, set./dez. 2003.