

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA

LUCIANA CLECI DE OLIVEIRA

**ADUBAÇÕES ORGÂNICAS E MANEJO DE ADUBO VERDE NOS ATRIBUTOS
QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO E NA CULTURA DA ALFACE EM
SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
JUNHO/2009

LUCIANA CLECI DE OLIVEIRA

**ADUBAÇÕES ORGÂNICAS E MANEJO DE ADUBO VERDE NOS ATRIBUTOS
QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO E NA CULTURA DA ALFACE EM
SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ RENATO STANGARLIN
CO-ORIENTADORA: PROF. DR^a MARIA DO CARMO LANA

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

JUNHO/2009

” O futuro do Brasil está ligado a sua terra. O manejo adequado de seus solos é a chave mágica para a prosperidade e bem estar geral. A natureza em seus caprichos e mistérios condensa em pequenas coisas o poder de dirigir as grandes, nas sutis, a potência de dominar as mais grosseiras, nas simples, a capacidade de reger as complexas”.

Ana Primavesi

AGRADECIMENTOS

À Deus pela possibilidade de crescimento pessoal e profissional.

Ao Marcos meu companheiro, pela paciência e apoio nesse período de mestrado, aos meus pais Irene Toscan de Oliveira e Sebastião de Oliveira, meus irmãos João Carlos, Márcia Crestina, Paulo Henrique, minha prima Ione, e ainda aos meus sogros, Maria Lisboa Martins e Geraldo Martins por todo amor e carinho dispensado, pois mesmo de longe sempre torceram e rezaram.

Ao meu orientador Dr. José Renato Stangarlin e co-orientadora Dr^a. Maria do Carmo Lana pela grande contribuição, paciência, críticas e sugestões durante a realização deste trabalho.

À minha amiga e vizinha Leda Gonçalves pela paciência, os excelentes conselhos e o incentivo prestado.

Às colegas de mestrado Cristiane Cláudia Meinerz e Luciana Lurkiv que dedicaram horas de suas vidas me acompanhando no laboratório, e ainda, ao Gilmar Franzener que mesmo em período de férias me auxiliou neste trabalho, com seu conhecimento.

À Equipe CAPA (Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor), meus colegas de trabalho que me auxiliaram como ouvintes ou com sugestões na execução desde, brigadão Vilmar V. Saar, Juliano Casa Grande, Luiz Fernando Olsen, Suelyn C. Lopes Anschau, Marco Antonio Billo Vieira, Rosana M. Mareco e em especial Simone Grisa pelas sugestões, socorro prestado e empréstimo de materiais, e a você Márcia Vargas Toledo pelo apoio na caminhada, pois foram dois anos como colegas de mestrado e de trabalho, você com sua vasta experiência em olericultura só veio enriquecer este trabalho.

Aos acadêmicos do curso de agronomia Darlan N. Simom e Anderson Maikon Zimmermann e aos acadêmicos e estagiários do CAPA, Diego Gheler, Sidinei Muller e Tatiane Martinazzo Portz pelo auxílio prestado no desenvolvimento do experimento.

Aos professores Vanda Pietrowski, Márcia de Moraes Echer, Magali Soares dos Santos Pozza e Afonso Celso Gonçalves Jr. pelo empréstimo de materiais e laboratórios.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE por abrir as portas da instituição e compartilharem seus conhecimentos, e a todos os funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	07
RESUMO	09
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 A Cultura da Alface	13
2.2 Fertilidade do Solo	14
2.2.1 Biologia do solo.....	17
2.2.1.1 Biomassa microbiana do solo.....	17
2.2.1.2 Fungos micorrízicos.....	20
2.2.1.3 Nematóides.....	22
2.3 Sistema Orgânico de Produção	24
2.3.1 Produção de alface em sistema orgânico.....	25
2.4 Adubação Orgânica	26
2.4.1 Esterco bovino.....	27
2.4.2 Composto.....	28
2.4.3 Adubação Verde.....	29
2.4.3.1 Mucuna preta.....	31
3. MATERIAL E MÉTODO	33
3.1 Localização e Caracterização da Área Experimental	33
3.2 Implantação do Experimento	33
3.3 Avaliações das Características do Solo	36
3.3.1 Características químicas.....	36
3.3.2 Características biológicas.....	37
3.3.2.1 Biomassa do solo.....	37
3.3.2.2 Microrganismos do solo.....	38
3.3.2.3 Fungos micorrízicos e nematóides.....	39
3.4 Avaliações de Características Fitométricas da Planta	40
3.4.1 Área de projeção da saia.....	40
3.4.2 Número de folhas.....	40
3.4.3 Massa fresca total da parte aérea.....	40
3.4.4 Massa seca total da parte aérea.....	40

3.5 Análise de Dados	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Características Químicas	42
4.1.1 Efeito do manejo da mucuna.....	42
4.1.2 Efeito dos manejos com mucuna, tratamentos com adubos orgânicos sólidos e cultivo da cultura da alface nas características químicas do solo.....	45
4.2 Características Biológicas	55
4.2.1 Biomassa microbiana.....	55
4.2.2 Densidade populacional de bactérias.....	59
4.2.3 Densidade populacional de fungos.....	63
4.2.3.1 Classificação de fungos.....	65
4.2.3.2 Densidade populacional de actinomicetos.....	72
4.2.4 População de fungos micorrízicos.....	73
4.2.5 População de nematóides saprófitas e fitopatogênicos.....	77
4.3 Características Fitométricas da Planta	81
4.3.1 Área de projeção da saia e número de folhas.....	81
4.3.2 Massa fresca e massa seca da parte aérea.....	83
5. CONCLUSÕES	86
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Principais indicadores químicos, físicos e biológicos e suas relações com a qualidade do solo.....	16
TABELA 2	Concentração de nutrientes encontrados nos adubos orgânicos usados no experimento.....	34
TABELA 3	Características químicas do solo na camada 0-20 cm de profundidade, por ocasião do manejo da mucuna preta.....	34
TABELA 4	Codificação dos tratamentos, manejos e etapas do experimento.....	35
TABELA 5	Análise química do solo após 15 dias para manejo I (mucuna preta roçada, incorporada e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna sem incorporação).....	42
TABELA 6	Valores médios de matéria orgânica e dos macronutrientes P e K em função dos manejos da mucuna preta, adubos orgânicos sólidos e épocas de avaliação (no momento de plantio e colheita) da cultura da alface.....	46
TABELA 7	Valores médios para os nutrientes Ca^{2+} , Mg^{2+} e $H + Al$, em função dos manejos da mucuna preta, adubos orgânicos sólidos e épocas de avaliação (no momento de plantio e colheita) da cultura da alface.....	49
TABELA 8	Valores médios para CTC (capacidade de troca de cátions), V (saturação de bases) e pH, em função dos manejos da mucuna preta, adubos orgânicos sólidos e épocas de avaliação (no momento de plantio e colheita) para a cultura da alface.....	52
TABELA 9	Biomassa microbiana para os tratamentos com adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) nas épocas de plantio e colheita da cultura da alface.....	56
TABELA 10	Índice populacional de bactérias para os tratamentos com adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação), na época de plantio e colheita da cultura da alface.....	60
TABELA 11	Densidade populacional de fungos para os tratamentos com adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) nas épocas de plantio e colheita da cultura da alface.....	63

- TABELA 12 Densidade populacional (unidades formadoras de colônias por grama de solo) de gêneros de fungos observados nas épocas de plantio e colheita da cultura da alface para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação).....67
- TABELA 13 População de fungos micorrízicos (número de esporângios por 100g de solo) para os tratamentos com adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação), na época de plantio e colheita da cultura da alface.....74
- TABELA 14 População de nematóides (indivíduos por 100g de solo) saprófitas e fitopatogênicos para os adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação), na época de plantio e colheita da alface.....78
- TABELA 15 Projeção de saia e número de folhas para os dois manejos de mucuna preta e diferentes tratamentos com adubos orgânicos sólidos, nas avaliações de plantio e colheita da cultura da alface.....82
- TABELA 16 Massa fresca e seca totais da parte aérea para os dois manejos da mucuna preta e diferentes tratamentos com adubos orgânicos sólidos, nas épocas de plantio e colheita da cultura da alface.....84

RESUMO

Em função da carência de informações técnicas sobre adubação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.), em sistema de cultivo orgânico, este trabalho teve o objetivo de estudar práticas mais convenientes de adubação que auxiliem na manutenção da fertilidade do solo e produtividade da cultura. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas onde o adubo verde mucuna preta (*Mucuna aterrima*) recebeu dois tipos de manejo: incorporação ao solo seguida do levantamento de canteiros, e não incorporação. As subparcelas receberam os adubos orgânicos sólidos: esterco bovino, adubo orgânico comercial e composto além da testemunha sem adubação, com cinco repetições, sendo utilizada a alface cultivar Vanda. As épocas de avaliação ocorreram no momento do manejo da mucuna, e aos 15, 55 e 105 dias após esse manejo, representando momentos da distribuição dos adubos, plantio e colheita da alface, respectivamente. Foram avaliadas características químicas e biológicas do solo, e características fitométricas da planta. Pelos resultados observou-se que o adubo orgânico comercial seguido do composto, foram os que proporcionaram índices superiores de matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, CTC, V e pH, e o manejo diferenciado do adubo verde, com ou sem incorporação possibilitou resultados semelhantes. Para a biomassa microbiana, resultados superiores foram observados com a mucuna sem incorporação e o tratamento com composto. A população de bactérias foi aumentada para o manejo da mucuna com incorporação, exceto para o tratamento composto. Para fungos, o manejo sem incorporação associado ao adubo orgânico comercial proporcionou maiores índices populacionais. O manejo com incorporação associado ao composto se mostraram favoráveis para aumento da população de fungos micorrízicos. O esterco bovino associado a incorporação da mucuna e o tratamento com composto sem incorporação da mucuna aumentaram a população de nematóides saprófitas. Para a área de projeção de saia, número de folhas e massa fresca e seca totais da parte aérea, foram observados valores superiores sem a incorporação da mucuna preta e para os tratamentos adubo orgânico comercial e esterco bovino.

Palavras- chave: Mucuna preta, *Mucuna aterrima*, características biológicas do solo, características químicas do solo, biomassa microbiana, fungos micorrízicos, nematóides.

ABSTRACT

Organic fertilization and green manure management on chemical and biological soil properties and on lettuce growth in organic system

Due the lack of informatios about fertilization on lettuce (*Lactuca sativa L.*) in organic growth, this work aimed to study the effect of organic fertilizers on chemical and biological character of soil and on lettuce productivity. The green manure velvet bean (*Mucuna aterrima*) received two types of management: incorporation into the soil or not incorporation. These both areas received the solid organic fertilizer bovine manure, commercial organic fertilizer and organic compound and a control treatment without fertilization. The samples were obtained at the time of management of velvet bean, and at 15, 55 and 105 days after this process, representing the moments of the distribution of fertilizes, plant and harvest of lettuce, respectively. Were evaluated chemical and biological characteristics of soil, and agronomic characteristics of the lettuce cultivar Vanda. The results showed that the commercial organic fertilizer followed by the organic compound, provided that highest amorents of organic matter, P, K, Ca, Mg, CTC, pH and V, and the two types of management of velvet bean, incorporated or not has similar results. For microbial biomass, better results were fownd with velvet bean not incorporated into soil plus treatment with organic compound. The population of bacteria was increased in the area where velvet bean was incorporated, except for the treatment with organic compound. For fungi, not incorporated velvet bean associated with commercial organic fertilizer provided the higher rate of population. The incorporation of velvet bean associated with organic compound increased the population of mycorrhizal fungi. The bovine manure associated with the incorporation of velvet bean and treatment with organic compound without incorporation of velvet bean increased the population of saprophytic nematodes. The area of aerial part, number of leaves and total fresh and dry weights of aerial part of lettuce, higher values were observed without the incorporation of velvet bean associated with the use of commercial organic fertilizer or bovine manure treatmentes.

Key words: Velvet bean, *Mucuna aterrima*, soil biology, chemical soil characteristics, microbial biomass, mycorrhizal fungi, nematodes.

1. INTRODUÇÃO

Os modelos modernos de produção agrícola caracterizados pela intensificação e padronização dos produtos e do processo produtivo, que constituíram a base da Revolução Verde, propiciaram em curto prazo aumento na produtividade e competitividade no mercado globalizado, no entanto, por não possuírem caráter preservacionista, causaram muitos impactos ambientais, tais como a degradação do solo, contaminação da água superficial e subterrânea e perda da biodiversidade.

Uma das conseqüências da degradação do solo é a alteração do ciclo biológico criado por microrganismos nele presentes, exigindo com o passar do tempo, a aplicação de quantidades cada vez maiores de fertilizantes químicos, tornando os agroecossistemas cada vez mais dependentes de recursos externos e, portanto, insustentáveis.

Nas últimas décadas tem sido dado grande enfoque a aspectos sociais e ambientais, antes não relevantes. Atualmente vêm se buscando estabelecer modelos de agricultura menos agressivos ao meio ambiente, surgindo novos sistemas de produção, chamados de “agricultura alternativa”, entre eles a agricultura orgânica. Nesse sistema são produzidos alimentos limpos sem a utilização de agroquímicos, utilizando-se de resíduos orgânicos e plantas na forma de adubos verdes, como fonte de nutrientes às plantas e condicionadores dos solos, que podem melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas.

Essa nova agricultura que preconiza o emprego de recursos renováveis exige a compreensão dos sistemas biológicos, para através destes praticar e desenvolver tecnologias adequadas para a manutenção e melhoria da fertilidade do solo.

No Paraná a evolução da produção orgânica de olerícolas vem crescendo. De acordo com EMATER (2007), a área plantada em 2001 era de 500 ha e em 2005 passou para aproximadamente 1200 ha, comprovando cada vez mais a procura por parte dos consumidores por alternativas de alimentação mais saudáveis.

Entre as olerícolas a cultura da alface (*Lactuca sativa*) é a hortaliça folhosa mais comercializada no Brasil, sendo considerada uma cultura hortícola de grande consumo, devido ao seu baixo valor calórico e fonte de minerais qualificando-se para diversas dietas e constituindo-se em componente imprescindível das saladas dos

brasileiros. Esta planta é cultivada na forma tradicional, hidropônica e orgânica, que apresentam características diferenciadas na produção, as quais influenciam nas suas características visuais e na sua composição.

Na região oeste do Paraná existe produção de alface orgânica, no entanto, devido à carência de dados técnicos sobre adubações da cultura, e uma avaliação quanto à influência das características do solo, o presente trabalho visou estudar práticas mais convenientes de adubação que auxiliem na manutenção da fertilidade do solo e produtividade desta cultura, com avaliação da influência dos tipos de adubações orgânicas e manejo de adubo verde utilizadas para o cultivo da cultura da alface, quanto às características químicas e biológicas do solo e a influência destas adubações e manejos nas características fitométricas da cultura da alface.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura da Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertence à família botânica Asteraceae, da ordem Asterales e da classe Magnoliatae (ALENCAR, 2003). É uma hortaliça folhosa de grande importância na alimentação e saúde humana, sendo fonte de vitaminas, de minerais e celulose. Originária da região do Mediterrâneo, há relatos da sua utilização desde 4.500 a.C como planta medicinal, que passou por vários países da Europa e foi trazida para o Brasil pelos portugueses (GOTO, 1998; BORGES, 2006).

Pode ser classificada, de acordo com as características de variedade, de formato das folhas e da cabeça em crespa, americana, mimosa, lisa e romana, e em subgrupos, de acordo com a cor da folha como verde e roxa (CEAGESP, 1999).

A alface é a hortaliça folhosa de maior valor comercial cultivada no Brasil, com cerca de setenta e cinco cultivares comerciais, das quais, aproximadamente dezoito são nacionais. É consumida com maior frequência em saladas cruas e sanduíches, sendo que as regiões Sul e Sudeste são as maiores consumidoras (LOPES et al., 2005a).

Devido ao alto consumo, o cultivo da alface, bem como sua produção, vêm crescendo rapidamente. No ano 2000 foram produzidos no mundo 17,28 milhões de toneladas de alface, em uma área de 791.144 ha (FAO, 2002). De acordo com Mello et al. (2003), a alface representa a quarta hortaliça em importância, sucedendo a batata, tomate e cebola. No Brasil, o consumo médio per capita é de 1,2 kg/ano, considerado baixo pela Organização Mundial de Saúde.

É uma das culturas preferidas por sítiantes e pequenos chacareiros, pela sua possibilidade de cultivos sucessivos em um mesmo ano, comercialização segura e ainda a baixa suscetibilidade a pragas e doenças (RICCI, 1993).

Para qualquer hortaliça, a adubação orgânica e/ou química é indispensável para a boa produtividade (OLIVEIRA et al., 2000). A alface, por ser uma cultura de crescimento rápido e ciclo curto é exigente em disponibilidade de água, condições climáticas e nutrientes (ALENCAR, 2003).

Para o cultivo desta hortaliça o solo ideal é o areno-argiloso, rico em matéria orgânica e com boa disponibilidade de nutrientes. Para maior produtividade é

necessário o uso de insumos que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo (FERREIRA et al., 1993; FIGUEIRA, 2000; SILVA; SILVEIRA, 2002; SANTOS et al., 2001).

A cultura da alface exige solos com boa fertilidade, neste sentido, faz-se necessária a fertilização para o cultivo da mesma. Esta prática agrícola é cara, mas traz grande retorno, pois permite maiores rendimentos, aspecto uniforme e proporciona maior valor comercial (RICCI, 1993; GALDINO, 2003).

As altas produtividades alcançadas com o uso intensivo de capital, de fertilizantes inorgânicos e de agrotóxicos têm sido questionadas não só por desprezar aspectos qualitativos importantes da produção vegetal, mas também por suas contradições ecológicas e econômicas (SANTOS et al., 2001).

2.2. Fertilidade do Solo

A fertilidade do solo muitas vezes é sinônimo de química do solo, chegando-se a definir a fertilidade em termos de teores de nutrientes minerais e das relações dos mesmos entre si. No entanto, essa definição puramente química da fertilidade apresenta limitações, uma vez que solos quimicamente favoráveis podem ter baixa produção devido a problemas físicos, hídricos e sanitários entre outros (KHATOUNIAN, 2001).

O solo é composto por diversos nutrientes, chamados de elementos químicos nutrientes, sendo considerados 17 como essenciais para as plantas, dentre os mais de 100 existentes na natureza (MARSCHNER, 1995). Os macronutrientes são representados por N, P, K, Ca, Mg e S, e como micronutrientes são classificados o Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl e Ni. Há ainda elementos considerados benéficos, não são classificados como essenciais para todas as plantas, mas para o desenvolvimento de algumas ou atuam como estimuladores de crescimento (PREVEDELLO; REISSMANN, 2002).

De acordo com Tomé (1997), não há diferenças quanto à importância do elemento para o metabolismo vegetal e para a produtividade, pois a classificação em macronutriente e micronutriente está relacionada à quantidade que a planta absorve do meio ambiente. A presença de um nutriente no solo não necessariamente significa que ele esteja disponível para as plantas. Diversos fatores podem

influenciar na absorção, como o pH, capacidade de troca catiônica e textura do solo (GLIESSMAN, 2000).

O conceito de qualidade do solo é muito mais amplo e abrangente do que a definição limitada de fertilidade, pois refere-se a um amplo conjunto de propriedades. Os que trabalham com fertilidade do solo limitam-se em estudar as quantidades suficientes de nutrientes disponíveis às plantas, não trabalham com o conjunto de propriedades que impactam o crescimento das plantas. A qualidade do solo pode ser definida como a capacidade em funcionar dentro do ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a sanidade das plantas e animais (DORAN; PARKIN, 1994 ¹ citado por ARAUJO; MONTEIRO, 2007).

Esta qualidade e/ou vida do solo pode ser afetado pela compactação superficial, pela profundidade disponível para o crescimento das raízes, pH, salinidade, capacidade de troca catiônica, presença de patógenos, N mineralizável e biomassa microbiana, entre outros (MAGDOFF, 2002).

O estudo da qualidade do solo é um importante subsídio para o monitoramento da sustentabilidade de ecossistemas agrícolas. A qualidade do solo é mensurada através do uso de indicadores. Indicadores são atributos que medem ou refletem as condições de sustentabilidade do ecossistema, classificados em químicos, físicos e biológicos. Na Tabela 1 estão apresentados os principais indicadores.

¹ DORAN, J. W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Org.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. p. 3-21.

TABELA 1. Principais indicadores químicos, físicos e biológicos e suas relações com a qualidade do solo

Indicadores	Relação com a qualidade do solo
Matéria orgânica do solo (MOS)	Fertilidade, estrutura e estabilidade do solo.
Físicos:	
Estrutura do solo	Retenção e transporte de nutrientes.
Infiltração e densidade do solo	Movimento da água e porosidade do solo.
Capacidade de retenção de nutrientes	Armazenamento e disponibilidade de água.
Químicos:	
pH	Atividade biológica e disponibilidade de nutrientes.
Condutividade elétrica	Crescimento vegetal e atividade microbiana.
Conteúdo de N, P e K	Disponibilidade de nutrientes para as plantas.
Biológicos:	
Biomassa microbiana	Atividade microbiana e reposição de nutrientes.
Mineralização de nutrientes (N, P e S)	Produtividade do solo e potencial de suprimentos de nutrientes.
Respiração do solo	Atividade microbiana
Fixação biológica do N ₂	Potencial de suprimento de N para as plantas
Atividade enzimática do solo	Atividade microbiana e catalítica no solo

(ARAUJO & MONTEIRO, 2007, adaptado de DORAN e PARKIN, 1994).

De acordo com Primavesi (1990), pela adubação pode-se aumentar ou destruir a fertilidade e/ou a qualidade de um solo. Altas produções nas últimas décadas devem-se em parte ao uso difundido e intensivo de fertilizantes químicos sintéticos. Estes satisfazem as necessidades de nutrientes mais essenciais às plantas em curto prazo, mas ignoram a fertilidade em longo prazo, bem como os processos pelos quais ela é mantida. Embora os fertilizantes possam repor temporariamente os nutrientes perdidos, os mesmos não podem reconstruir a fertilidade e restaurar a “saúde” do solo (GLIESSMAN, 2000).

Nos ecossistemas naturais, a ciclagem de nutrientes é realizada através da biomassa que alimenta as complexas teias de vida, mantendo as boas propriedades dos solos, e controla as populações de cada espécie impedindo sua transformação em praga (KHATOUNIAN, 2001). Há decréscimo em unidades taxonômicas e densidades populacionais nos cultivos que adotam práticas intensivas e altas dosagens de insumos (ALTIERI, 2002).

É necessário estabelecer estratégias que englobem o manejo do solo e das culturas, pois estes componentes interagem entre si, conduzindo a ganhos ou perdas de fertilidade (KHATOUNIAN, 2001). A fertilidade do solo, seja ela por meios artificiais (fertilização) ou naturais (reciclagem de nutrientes), é essencial para a sustentabilidade de agroecossistemas e de ecossistemas naturais (VARGAS & HUNGRIA, 1997).

2.2.1. Biologia do solo

2.2.1.1. Biomassa microbiana do solo

A matéria orgânica é formada por componentes distintos e heterogêneos, cujo material vivo inclui microrganismos, raízes e pedofauna, e cujo material não vivo é constituído pela camada decomposta da superfície, raízes mortas, metabólitos microbianos e substâncias húmicas (GLIESSMAN, 2000).

A biomassa microbiana compreende a parte viva da matéria orgânica, excluindo-se as raízes e animais maiores do que aproximadamente $5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$. É composta por vários grupos de organismos, entre eles vírus, bactérias, fungos, protozoários, actinomicetos, atuando no processo de decomposição da matéria orgânica, manutenção das condições físico-químicas, na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia (CARDOSO, 2004; PAGGA ANDRÉA; HOLLWEG, 2004).

Os componentes microbianos vivos do solo são também denominados de biomassa microbiana e as bactérias e fungos respondem por cerca de 90% da atividade microbiana do solo. Os microrganismos do solo, também chamados coletivamente de microbiota, são representados por cinco grandes grupos: bactérias, actinomicetos, fungos, algas e protozoários. A quantidade de microrganismo é bastante elevada, mesmo com percentuais baixos, pois constituem somente 1 a 4 % do carbono total e ocupam menos de 5 % do espaço poroso do solo. Entretanto, como o solo é normalmente um ambiente estressante, limitado por nutrientes, somente 15% a 30% das bactérias e 10% dos fungos encontram-se em estado ativo (ANDREOLA; FERNANDES, 2007).

Os fungos exercem papel de grande relevância nos ecossistemas através da atividade saprofítica, importante para a ciclagem de resíduos vegetais e associações

simbióticas com as plantas. Ainda têm importância na alimentação humana, nos processos de fermentação e na medicina, antibióticos são produzidos por fungos. Entretanto, podem causar doenças ao homem, animais, plantas e alimentos (KRUGNER; BACCHI, 1995).

De acordo De-Polli e Guerra (1997) a biomassa microbiana (BMS) não é uma estimativa da atividade dos microrganismos, mas da massa microbiana viva total, com base na concentração de algum elemento ou de alguma substância celular. As atividades de algumas enzimas podem ser relacionadas com a BMS e são auxiliares na interpretação da condição funcional da BMS total ou de algum compartimento. Em termos de atividade da microbiota do solo, vários parâmetros podem ser usados, como atividade de microrganismos celulolíticos, respiração basal, atividades de enzimas como a desidrogenase, urease, fosfatase, etc.

Segundo Templer et al. (2003), a biomassa possui dupla função de fonte/dreno de nutrientes e de catalizador, por realizar os processos enzimáticos no solo. A interação entre fontes, consumidores de nutrientes e energia (plantas e organismos do solo), que mantêm o funcionamento do ecoagroecossistemas, funciona quando os organismos consomem matéria orgânica originadas de tecidos vegetais, imobilizam, liberam e trocam nutrientes e energia. Como a biomassa dos microrganismos é reciclada cerca de 10 vezes mais rapidamente que a fração orgânica morta do solo, tem-se que a quantidade de nutrientes presentes nas células dos microrganismos é muito significativa perante a ciclagem de nutrientes em todo o ecossistema (ANDREOLA; FERNANDES, 2007).

De forma resumida os organismos maiores como formigas e minhocas trituram os resíduos orgânicos e os misturam, tornando-os mais acessíveis às bactérias. Minhocas e cupins escavam túneis que facilitam a distribuição do material orgânico. As aranhas centopéias, escorpiões e besouros como predadores controlam a biota do solo. Organismos menores como ácaros, nematóides e protozoários comportam-se como predadores de fungos e bactérias. As bactérias e fungos finalizam o processo de decomposição digerindo enzimaticamente o material orgânico, e ainda atuam como agentes reguladores nas transformações inorgânicas do N, P e S e de elementos metálicos, na produção de metabólitos e na degradação de agroquímicos (COLOZZI FILHO; ANDRADE, 2006).

Fungos e bactérias podem estabelecer relações simbióticas com plantas, aumentando assim a capacidade de resistência a estresses, como o déficit hídrico

ou baixas concentrações de nutrientes. E ainda os organismos componentes da biota podem causar alterações físicas, como aumento de agregação e na estabilização de agregados, isso em solos cultivados (SIQUEIRA; COLOZZI-FILHO, 1986).

Nos solos cultivados a atividade da biota pode atenuar o processo degradativo dos recursos naturais provocado pelo cultivo, e atuar nos restos vegetais, para que não ocorra acúmulo de palhada residual na superfície do solo (COLOZZI FILHO; ANDRADE, 2006).

Segundo Vargas e Scholles (1998); Castaño (2004), a comunidade microbiana do solo é influenciada pela temperatura, umidade e aeração do solo, disponibilidade de nutrientes, pH, práticas agrícolas e pelos substratos orgânicos. O preparo do solo para o cultivo (aração, gradagem, calagem), o tipo do plantio, aplicação de defensivos, a adubação e o cultivo de plantas de cobertura condicionam a diversidade de organismos do solo (ANDRADE et al., 1995; ANDRADE et al., 2002).

De acordo com Duarte et al. (2008) o manejo da diversidade é importante não só para a qualidade do solo, mas para obter um agroecossistema saudável e produtivo. O aumento da biodiversidade de agroecossistemas causa a diminuição de problemas de doenças e pragas pelo incremento da ação de predadores, parasitóides e antagonistas, onde a competição pelos nutrientes e nichos e a dinâmica predador/presa ajudam a diminuir essas populações. O redesenho de agroecossistema para uma maior biodiversidade passa, obrigatoriamente, pela substituição de monocultivos por policultivos, rotações de cultura, cultivos de cobertura, diversidade e quantidade de resíduos vegetais e animais e cultivo mínimo do solo.

A biomassa total é mais elevada em solos cultivados de forma orgânica quando comparados com sistema convencional. Desta biomassa, as bactérias representam 90%, fungos aproximadamente 5% e os protozoa menos do que 2% da biomassa total (BETTIOL et al., 2002).

2.2.1.2. Fungos micorrízicos

Micorriza é uma associação simbiótica não patogênica entre fungos, benéficos e específicos do solo, e raízes de plantas. Essas associações podem atuar como mecanismos biológicos benéficos para plantas (MIRANDA; MIRANDA,1997).

De acordo com características morfológicas e anatômicas as associações micorrízicas são classificadas em três grupos: ectomicorriza, endomicorriza e ectendomicorriza. Nas ectomicorrizas o fungo tem desenvolvimento intercelular no córtex da raiz da planta, formando uma rede chamada de Hartig, apresentando um manto espesso de hifas. As endomicorrizas não possuem manto de hifas ao redor das raízes e o fungo se desenvolve inter e intracelularmente no córtex da raiz. A ectendomicorriza é uma forma de transição entre a endo e a ectomicorriza. (CARDOSO , 1992; JUNIOR, 2000).

As endomicorrizas podem ser de três tipos: orquidoídes, ericoídes e arbusculares. Esta última formada por fungos da classe dos Zygomycetes, ordem Glomales possui capacidade de colonizar as raízes em perfeita interação mutualística. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) podem colonizar a maioria das plantas. São de ocorrência generalizada, podendo estar presentes em regiões tropicais, temperadas e áridas, incluindo densas florestas, áreas cultivadas, dunas e desertos, sugerindo assim o desempenho relevante dos FMA na manutenção e desenvolvimento das comunidades vegetais (LOPES et al., 1983; COLLOZI – FILHO; BALOTA,1994).

São conhecidas aproximadamente 140 espécies de FMA, classificados em seis gêneros: *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Sclerocystis*, *Entrophospora*, e *Scutellospora*. Os esporos são do tipo azigosporo ou esporângeos ou clamidósporos, que são de origem assexual. Estes esporos possuem parede espessa, para a sobrevivência do fungo ao solo. No interior das células do hospedeiro desenvolvem os arbúsculos, que funcionam como haustórios. Outra estrutura característica da ordem Gomales são as vesículas (SIQUEIRA et al., 1994; KRUGNER; BACCHI, 1995).

O gênero *Glomus* possui esporos do tipo clamidósporos com hifa de sustentação, esporos livres ou em esporocarpos. As principais espécies são: *claroideum*, *clarum*, *desertícola*, *fasciculatum*, *etunicatum*, *intraradices*, *leptotichum*,

microcarpum, *occultum* e *macrocarpum*. O gênero *Scutellospora* possui esporos do tipo azigosporo com hifa de sustentação e livre no solo, e as principais espécies são: *brasiliensi*, *heterogama*, *nigra*, *pellucida*, *reticulata*, *tricalypta* e *verrucosa* (SIQUEIRA; FRANCO, 1988).

A simbiose entre a planta e fungo traz benefícios para o hospedeiro, resultante da melhoria do estado nutricional da planta, redução da perda por estresses de natureza biótica ou abiótica, e melhoria na utilização e conservação de nutrientes (COLLOZI-FILHO; BALOTA, 1994).

De acordo com Vargas e Hungria (1997), a população de fungos micorrízicos arbusculares pode ser reduzida ou inexistente em áreas de agricultura intensiva, áreas em pousio ou inundadas, ou alteradas pela mineração. Geralmente a densidade e a ocorrência destes fungos esta diretamente relacionada às características da planta hospedeira, do fungo e de fatores ambientais como solo e clima.

O fungo pode aumentar a capacidade de absorção dos nutrientes, principalmente nutrientes de baixa mobilidade no solo como é o caso do P, e ainda plantas micorrizadas têm efeitos sobre parâmetros cinéticos de absorção de P. Dessa forma, essas plantas possuem maior afinidade por esse elemento (COLLOZI-FILHO; BALOTA, 1994). A eficiência no aumento da absorção de P e crescimento das plantas podem ser encontradas mesmo entre isolados da mesma espécie, provenientes de diferentes locais, mas suas causas ainda não são conhecidas e possivelmente estão relacionadas com o ambiente de onde cada qual foi isolado (BALOTA et al., 1999).

Além dos benefícios citados acima, os fungos micorrízicos são importantes também no combate às doenças causadas pelo complexo de fungos de solo. A planta micorrizada adquire certa resistência à infecção de certos fungos patogênicos. Quando conduzido ecologicamente, com o uso de adubos verdes em rotação de cultivos, propiciam um equilíbrio de nutrientes no solo e juntamente com as plantas micorrizadas terão efeito na proteção contra os fungos patogênicos (AMBROSANO et al., 2005).

Algumas fontes de matéria orgânica podem afetar a colonização micorrízica, como o nível de fertilidade do substrato, principalmente quanto à disponibilidade de

P, que é um dos principais fatores a serem trabalhados na associação micorrízica (TRINDADE et al., 2000).

2.2.1.3. Nematóides

Os nematóides estão entre os animais multicelulares mais numerosos do mundo (TIOHOHOD, 1989). São organismos aquáticos que vivem em água doce, águas marinhas e películas de água no solo. A maioria é de vida livre, alimentam-se de outros microorganismos, como bactérias, fungos, algas, protozoários e outros nematóides, porém alguns são parasitas de plantas (fitopatogênicos, fitoparasitas ou fitonematóides), atacando principalmente órgãos subterrâneos, mas também podem atacar órgãos aéreos (FERRAZ; MONTEIRO, 1995).

As perdas na produção devido ao ataque de nematóide às culturas vão desde danos leves a severos. Este grau de severidade depende da cultivar plantada, da espécie do nematóide, do grau de infecção no solo e de condições ambientais. Em termos mundiais estima-se que as perdas anuais causadas por estes organismos em todas as culturas alcançam em torno de 100 bilhões de dólares (FREITAS et al., 2001).

Segundo Ferraz e Monteiro (1995), as formas parasitas de nematóides de plantas são providas de estiletos bucais. Existem dois tipos de estilete, o odontostílio e o estomatostílio.

Os nematóides fitoparasitas são encontrados nas duas classes do Filo Nemata, Secernentea e Adenophorea. A classe Secernentea que inclui a ordem Tylenchida e suas subordens Tylenchina (principais grupos de interesse agrônomo, nematóides portadores de estomatostílio de esôfago tilencóide, infestantes de órgão subterrâneos) e Aphelenchia (portadores de estomatostílio com esôfago afelencóide, são parasitas de órgãos de parte aérea). Na classe Adenophorea os nematóides possuem odontostílio associado a esôfago doliraimóide, são parasitas do sistema radicular (FERRAZ; MONTEIRO, 1995).

Na classe Adenophorea está incluso o gênero *Aphelenchoides* que com frequência está associado em sementes e órgãos aéreos, parasitam algumas plantas de importância econômica. No Brasil já foram verificadas 10 espécies desse

gênero, das 157 encontradas em outros países. Das espécies mais conhecida esta *Aphelenchoides besseyi*, verificada em sementes de arroz (PINHEIRO et al., 1997).

Também na classe Adenophorea estão os nematóides do gênero *Helicotylenchus*, conhecidos como nematóides espiralados. Foram descritos em 1893 como *Tylenchulus multincinctus*, sendo transferido para *Helicotylenchus* em 1956. As espécies podem se comportar como ectoparasitas e/ou endoparasitas de órgãos subterrâneos. No Brasil, estão associados frequentemente a cultura da banana, batata, gramíneas, plantas ornamentais, picão-roxo, cebola, caju, camelina (*Camelina sativa* L.), citros, café, tiririca, beldroega, grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) soja, bananeira ornamental, joá (*Joannesia princeps* Vell.), manga, cana-de-açúcar; sorgo, cacau, trigo e milho (LORDELLO, 1977; PEREIRA, 2006).

Os fitonematóides passam parte da sua vida no solo, mesmo os que atacam partes aéreas. As características do solo são importantes para a sobrevivência dos nematóides tais como temperatura, umidade, textura e outros fatores como variações na composição química da solução do solo, teor de matéria orgânica, presença de microrganismos antagonistas, exudatos radiculares e pH, entre outros (FREITAS et al., 2001).

A alface é uma cultura sujeita à ocorrência de nematóides, entre eles as meloidoginoses, sendo as espécies *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood e *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood os que ocorrem com grande frequência (SILVA et al., 2006b).

De acordo com Ribeiro et al. (1998), o controle de nematóides pode ser realizado por meio de nematicidas e rotação de culturas, entre outras medidas. Os nematicidas podem deixar resíduos nos vegetais, solo e água, causar desequilíbrio biológico, além de onerar os custos de produção. A rotação de culturas, embora eficiente, pode ter uso limitado, pois muitas culturas utilizadas na rotação podem não trazer resultados econômicos satisfatórios ou ainda podem elevar a população de algum nematóide secundário. Medidas alternativas, como a incorporação de compostos orgânicos, vêm sendo estudadas (RODRIGUES-KÁBANA, 1986), uma vez que a densidade populacional desses fitopatógenos pode ser reduzida e a tolerância da planta aumentada, além desta prática proporcionar adição de nutrientes e melhorias na estrutura do solo.

A aplicação de material orgânico no solo atua de forma benéfica na população de microrganismos antagonistas, incrementando a produção de substâncias tóxicas

aos fitopatógenos e aumentando a supressividade (SOUZA, 2004). Esta prática adotada de forma isolada tem sido pouco efetiva no controle de muitas doenças, pois ocorrem perdas por volatilização de substâncias resultantes da decomposição do material, que possuem ação tóxica aos fitopatógenos. A combinação da solarização com a adição de compostos orgânicos tem um potencial significativo no controle de fitopatógenos e aumento da produtividade das culturas (RICCI et al., 2000). Essa combinação acelera a degradação do material, levando à produção de compostos tóxicos no solo (SOUZA, 2004).

Os nematóides não podem ser vistos apenas como causadores de danos e perdas às culturas, pois existem nematóides de vida livre, que se alimentam de bactérias e fungos, que assumem um papel importantíssimo na decomposição da matéria orgânica, essencial para a melhoria das condições edáficas e, por consequência, da produtividade das culturas (FREITAS et al., 2001).

2.3. Sistema Orgânico de Produção

A agricultura orgânica tem por princípio estabelecer sistemas de produção com base em tecnologias de processos, ou seja, procedimentos envolvendo planta, solo, condições climáticas, fornecendo um alimento sadio e com características e sabor original (PENTEADO, 2000). O modelo de produção agrícola orgânico possui características técnicas definidas em função do contexto social em que se insere. Dessa forma atende premissas da agroecologia, havendo uma maior facilidade ao atendimento junto a sistemas familiares de produção (ASSIS, 2002).

Segundo Bettiol et al. (2002) o sistema orgânico é definido como um sistema de produção mais sustentável no tempo e no espaço, por meio da gerência e da proteção dos recursos naturais sem o uso dos produtos químicos, que são nocivos aos seres humanos e ao ambiente. Proporciona aumentos da fertilidade, vida do solo e diversidade biológica, e ainda, sistemas orgânicos têm como característica fundamental, a capacidade de influenciar na ocorrência das pragas e das doenças.

O mercado de produtos orgânicos vem crescendo no Brasil e no mundo a uma taxa de até 50% ao ano. Neste contexto, o cultivo de hortaliças com adubos orgânicos tem aumentado nos últimos anos, graças principalmente aos elevados custos dos adubos minerais e aos efeitos benéficos da matéria orgânica em solos

intensamente cultivados com métodos convencionais (RODRIGUES,1990; SANTOS et al., 2001).

No ano de 2005, a Federação Internacional dos Movimentos Orgânicos da Agricultura relatou que foram plantados de forma orgânica mais de 26 milhões de hectares, com aumento de mais de 2 milhões de hectares em relação ao ano anterior. O mercado orgânico alcançou os 25 bilhões, em sua maioria comercializado na Europa e América do Norte (WILLER, 2006). O Brasil possui cerca de 203 mil hectares com culturas orgânicas (ORMOND, 2002).

No Paraná as principais culturas exploradas são: soja, hortaliças, cana de açúcar, frutas, plantas medicinais, erva-mate, milho, trigo, feijão, arroz e mandioca com produção de 49.788 toneladas (EMATER, 2000).

Observa-se hoje, sistemas de produção orgânica empregados em diferentes condições ambientais, apresentando resultados satisfatórios do ponto de vista ecológico, agrônômico, econômico e social. Aliado a isto, um mercado específico dessa produção tem tido um crescimento vertiginoso (ASSIS, 2002 e 2003).

2.3.1. Produção de alface em sistema orgânico

O cultivo da alface vem sendo praticado de forma tradicional, hidropônica e orgânica que pode influenciar nas propriedades desta cultura. Nos últimos anos vem crescendo o interesse pelo consumo de produtos orgânicos. A agricultura orgânica surge como alternativa de produção à agricultura altamente mecanizada e rica em insumos industriais, que caracterizam o cultivo tradicional (MIYAZAWA et al, 2001).

Diversos autores relatam que a aplicação de adubos orgânicos proporciona aumento na produtividade e qualidade da alface. Aumentos lineares no peso da cabeça foram obtidos com doses de esterco de curral. A aplicação de esterco de cama de aviário aumentou o rendimento de matéria seca em plantas de alface (NICOULAUD et al., 1990). Na aplicação de doses de composto orgânico em alface, SANTOS et al. (1994) verificaram a máxima produção de matéria fresca e aumento da produção da cultura.

Ngouajio et al. (2003), comparando produção orgânica e convencional com o uso de adubo verde em sistema de rotação com alface, verificaram resultados semelhantes na produção de matéria seca no segundo ano de cultivo. De acordo

com Santos et al. (2001), o cultivo orgânico da alface possui grande potencial, pois o uso intensivo de fertilizantes inorgânicos e de agrotóxicos e o alto capital investido têm sido questionados, não só por contradições ecológicas e econômicas, mas também por aspectos qualitativos. Com o uso de adubações orgânicas, além da redução de custos há uma redução de aporte de insumos de fora da propriedade, em consequência, uma reciclagem de resíduos rurais, o que possibilita maior autonomia dos produtores perante ao comércio de insumos.

2.4. Adubação Orgânica

Para reduzir gastos com fertilizantes e visando uma produção mais sustentável, está se tentando introduzir formas alternativas de adubação com adubos orgânicos, pois uma das barreiras para a produção é o incremento e a manutenção da fertilidade do solo (KHATOUNIAN, 2001). A matéria orgânica adicionada ao solo na forma de adubos orgânicos, de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, pode ter efeito imediato no solo, ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição (RODRIGUES, 1990).

A matéria orgânica é componente chave para modelos de agricultura sustentáveis, pois além de proporcionar melhorias dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, serve de alimento para a vida do solo, pois é fonte de alimento para os microrganismos do solo (PAVAN; CHAVES, 1998; GLIESSMAN, 2001).

Existem vários tipos de fertilizantes e para diferenciá-los pode-se utilizar a mesma legislação. O fertilizante simples é aquele formado de um composto químico, contendo um ou mais nutrientes das plantas. O fertilizante orgânico é o de origem vegetal ou animal, contendo um ou mais nutrientes das plantas. O fertilizante composto é obtido por processo bioquímico, natural ou controlado, com mistura de resíduos de origem animal ou vegetal (PARANÁ, 1997).

Para diminuir impactos causados por resíduos orgânicos existem sistemas capazes de permitir a decomposição controlada, dentre eles biodigestores, compostagens, vermicompostagem e a esterqueira. O produto final do tratamento desses resíduos é rico em nutrientes e matéria orgânica, podendo ser utilizado no solo como adubo de ótima qualidade (COSTA, 2005).

Com o intuito de compensar as perdas de fertilidade do solo vem sendo utilizado há séculos resíduos orgânicos incorporados ao solo. No entanto, a alta exigência de nutriente de algumas culturas híbridas ou melhoradas geneticamente leva os agricultores a pressupor que o adubo orgânico não é suficiente pra suprir as necessidades da cultura (HERMANI; SALTON, 1997).

Adubos orgânicos como esterco bovino e o composto de caroço de algodão, podem ser superiores aos fertilizantes sintéticos por melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, pois há um incremento da matéria orgânica e atividade biológica do solo (BULLUCK et al., 2002), proporcionando ao solo melhorias em sua estrutura e capacidade de retenção de água, além de melhorias na fertilidade do solo, principalmente para macronutrientes como N, P e K (BURIN, 2002).

2.4.1. Esterco bovino

Segundo Bissani (2004) as concentrações médias de N, P, K no esterco bovino são: de nitrogênio 1,5 % (m/m na matéria seca) de P_2O_5 1,4 % (m/m na matéria seca) e de K_2O 1,5 % (m/m na matéria seca). No entanto por serem ricos em celulose, os microrganismos e os animais do solo levam mais tempo para fazer sua decomposição, liberando os nutrientes de forma mais lenta. A grande quantidade de celulose contribui na estruturação do solo por alimentar maior diversidade de microrganismos e animais (PRIMAVESI, 2008).

A composição do esterco depende da alimentação fornecida. Quando for exclusivamente a pasto, o conteúdo de N será inferior do que com suplementação com concentrados. Em média 70% do N é liberado pela urina e só 10% a 15% pelas fezes (EMATER, 2000). O animal durante a digestão aproveita apenas cerca da metade das paredes celulares, no entanto o conteúdo celular é absorvido quase totalmente, ai que encontram-se o N e P, o resíduo não absorvido são excretados pelas fezes, junto aos restos das paredes celulares (KHATOUNIAN, 2001).

Na produção de hortaliças a utilização de esterco é amplamente recomendada de forma a garantir melhor condicionamento do solo e adequada oferta de nutrientes, em especial o N (CASTRO et al., 2004). O esterco na forma líquida ou sólida pode ser utilizado antes do plantio das culturas, destribuído sobre o

solo sem incorporação ou incorporando com o auxílio de grade (PAULUS et al., 2000).

Quando aplicado de forma direta pode ocorrer a perda de N pela amonificação, e lixiviação de nitratos e outros compostos solúveis. Quando o esterco é incorporado há necessidade de esperar a decomposição e estabilização antes do plantio, por isso recomenda-se curtir ou compostar o esterco antes da utilização (GLIESSMAN, 2000). Há necessidade da adoção de práticas de manejo do esterco a fim de evitar perdas de nutrientes mantendo o valor do fertilizante (FRIES et al., 1990).

2.4.2. Composto

A utilização de compostos orgânicos em substituição ou complementação a adubação mineral, ganha cada vez mais importância sob o ponto de vista econômico da conservação das propriedades físicas e químicas do solo e redução do uso de adubos químicos (SOUZA et al., 2003).

O composto orgânico é formado por camadas superpostas de palhada (restos de culturas, lixo doméstico, sabugos) e de esterco de animais, especialmente bovinos. A pilha é formada por partes de esterco e de palhas. É realizado o controle de temperatura (70° C) e umidade (faixa de 50 a 60%) e se houver a necessidade realiza-se o revolvimento do monte. Ocorre um processo de pré-decomposição rápida dos materiais orgânicos, transformando-os em húmus (PAULUS et al., 2000; TERRA SOLIDÁRIA, 2000).

A compostagem de resíduos orgânicos disponíveis nas propriedades pode proporcionar um excelente condicionador do solo, pois o processo de compostagem elimina sementes de vegetação espontânea e organismos fitopatogênicos, reduz a massa do material, estabiliza nutrientes e diminui odores desagradáveis, aumentando a flexibilidade de uso de alguns materiais (MAGDOFF, 2002).

Segundo Costa (2005), a compostagem, prática reconhecida na reciclagem de resíduos de origem sólida, apresenta como produto final o composto, um excelente adubo orgânico. Seu uso permite aumento na fertilidade, além de ser excelente condicionador de solo, melhorando suas características físicas, químicas e biológicas, como retenção de água, agregação, porosidade, aumento na capacidade

de troca de cátions, aumento da fertilidade e aumento da vida microbiana do solo. Entretanto, o valor fertilizante do composto depende do material utilizado como matéria prima (MIYASAKA et al., 1997).

2.4.3. Adubação Verde

O uso de esterco ou compostos podem no futuro sofrer limitações pela alta demanda na produção, além de gerarem dependência de fontes externas da propriedade. Desta forma, a utilização de adubos verdes pode permitir uma diminuição das doses destes e contribuir com o nutriente N no solo (CASTRO et al., 2004).

A adubação verde é conhecida desde a antiguidade, no Brasil esta prática já era recomendada por Dutra em 1919, autor da publicação “Adubos verdes: sua produção e modo de emprego”, destacando o efeito dessas culturas na recuperação dos solos, e de que seu êxito dependia apenas da escolha das plantas a serem utilizadas para esse fim (AMBROSANO et al., 2005).

Existem várias definições para adubo verde. De acordo com Osterroht (2002) “adubação verde consiste na prática de incorporar ao solo massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou importadas, com a finalidade de preservar e/ou restaurar a produtividade do solo”. Em algumas regiões o termo adubação verde esta sendo substituído por cobertura verde ou simplesmente plantas de cobertura.

Denomina-se adubo verde a planta cultivada, ou não, com a finalidade de enriquecer o solo com sua massa vegetal, quer produzida no local ou importada (AMBROSANO et al., 2005).

Hoje o conceito mais aceito corresponde à utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciadas em cultivos, com a finalidade de proteção superficial assim como a manutenção e/ou melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, incluindo a profundidade das raízes, maior produção de biomassa, promovendo um melhor equilíbrio com conseqüente aumento do potencial de produção (CALEGARI, 2006; TERRA SOLIDÁRIA, 2000).

Existem várias vantagens no uso de adubos verde como: maior proteção do solo contra a erosão, fixação de nitrogênio, reciclagem de nutrientes das camadas

mais profundas do solo para parte aérea das plantas, melhoria da estrutura e aeração do solo, descompactação do solo, fonte de nutrientes para a microvida do solo, maior conservação da umidade do solo, maior infiltração da água, menor variação da temperatura e também menor evaporação, aumento do teor de matéria orgânica no solo, diminuição das perdas de nutrientes por lixiviação e auxílio no controle da população de ervas invasoras (TERRA SOLIDÁRIA, 2000; PAULUS et al., 2000).

A manutenção da palhada em superfície e o não revolvimento resultam em menor velocidade de decomposição e há menor liberação de nutrientes, quando comparados ao revolvimento do solo e incorporação da palhada (BOER et al, 2007; AMADO et al., 2000). A forma de manejo do adubo verde, a época de corte ou rolamento, sua incorporação ou não, dependem do objetivo dessa prática, quando cortado no florescimento e incorporado, a decomposição é rápida por não ocorrer perda por lixiviação. Por muitos anos raciouou-se que a incorporação contribuía para aumentar o teor de húmus do solo, contudo em curto prazo isso dificilmente ocorre, para esse aumento a melhor alternativa é aumentar a massa de raízes no solo, a quantidade de material orgânico, ou seja, não realizar revolvimento (KHATOUNIAN, 2001).

As plantas de cobertura deixam sobre a superfície do solo grande quantidade de nutrientes, além da matéria orgânica responsável direta ou indiretamente pelas interações químicas, físicas e biológicas no sistema solo-água-planta (CALEGARI, 2003). A utilização de leguminosas como adubação verde quando bem planejadas, surge como uma importante prática de manejo do solo, pois estas possibilitam o aumento do rendimento das culturas que as sucedem, a redução da erosão, conservação de água, reciclagem de nutrientes e melhoria das características físicas, químicas e biológicas dos solos (CALEGARI et al., 1993).

A produção de biomassa é uma das características mais importantes das leguminosas utilizadas como adubos verdes. Entretanto, existe uma grande variação de produção entre as espécies em função das condições edafoclimáticas nas quais são cultivadas, que pode ser resultado de um comportamento nutricional diferencial. Espécies mais eficientes na absorção, translocação e utilização de nutrientes poderão ser mais interessantes para uso no manejo de solos com baixa fertilidade natural, por apresentarem maior capacidade de adaptação e melhor desempenho (FERNADES et al., 1999).

Leguminosas podem ser utilizadas como adubação verde servindo de fonte de N, pois por apresentarem menor relação C/N, liberam nutrientes em curto prazo (DAROLT, 1998; CALEGARI, 2000). Em condições de altas temperaturas e umidade a mineralização da matéria orgânica é alta e o uso de leguminosa pode trazer vantagens expressivas, como o fornecimento de N no momento de maior exigência da cultura, controle de ervas espontâneas e melhor aproveitamento de nutrientes, vindos de horizontes mais profundos (RIBAS et al., 2002).

A velocidade de decomposição bem como o acúmulo de nutrientes na biomassa e sua liberação variam entre as gramíneas e leguminosas. Boer et al. (2007), trabalhando com milho (*Pennisetum glaucum*), amaranto (*Amaranthus cruentus*) e capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana*), observaram um grande acúmulo de nutrientes, sendo o milho com níveis mais altos, principalmente de N e K, com taxas maiores de liberação de nutrientes a partir de 120 dias. Torres et al. (2005) observaram maior acúmulo de N na crotalaria e guandu, com maiores taxas de liberação até 43 dias após dessecação e para aveia preta aos 122 dias.

De acordo com Oliveira et al. (2002), o consórcio de gramíneas com leguminosas concilia proteção e adubação do solo. Quando os resíduos de gramíneas são mesclados com resíduos de leguminosas, normalmente não ocorre a imobilização de nutrientes, favorecendo a disponibilidade e absorção pelas plantas.

2.4.3.1. Mucuna preta

A mucuna preta (*Mucuna aterrima*) é uma das leguminosas, que podem ser empregadas como adubação verde em todo o estado do Paraná. É de crescimento rasteiro e indeterminado, com ramos trepadores, folhas trifolioladas, de folíolos grandes e membranosos; inflorescências em ramos auxiliares, hastes longas, caules longos e flexíveis, flores de coloração violácea ou branca e grandes, vagens largas, grossas, com poucas sementes, sementes grandes, pretas e com hilo branco. É uma planta rústica, de clima tropical e subtropical desenvolvendo-se bem em solos ácidos e pobres em fertilidade. Uma das limitações é a suscetibilidade que possui em relação à cercosporiose e às viroses, mas pode atuar impedindo a multiplicação das populações de nematóides (CALEGARI et al., 1992).

É utilizada para adubação verde, podendo ser empregada na produção de forragem, em pastejo direto, na forma de feno ou silagem, e como suplemento protéico aos animais triturando-se os grãos. O ciclo da cultura é longo, com 140 a 150 dias até o florescimento e 200 a 240 dias até a colheita das vagens, o que pode variar em função das condições ambientais e de cultivo (TRANI et al., 1989; NAKAGAWA et al., 2007).

De acordo com Calegari (2000) a forma mais comum de utilização é em pré-cultivo, em que o adubo verde precede a cultura principal, geralmente no período de outubro a janeiro, apresentando vigoroso crescimento no verão. Pode ser semeada solteira ou intercalada, melhorando o aporte de nitrogênio, reciclagem de diversos nutrientes e disponibilidade de fósforo. O manejo pode ser com rolo-faca ou herbicidas na época de floração e/ou enchimento de grãos (CALEGARI, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e Caracterização da Área Experimental

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon - PR, localizada nas coordenadas 24° 42' 30" de latitude Sul e 54° 21' 10" de longitude Oeste de Greenwich, com altitude em torno de 485 m, e com precipitação média anual de 1.200 mm. O solo é classificado segundo EMBRAPA (1999) como Latossolo Vermelho eutroférico (LVef).

O clima do município de Marechal Cândido Rondon é do tipo Cw' de Köppen (subtropical, chuvoso no outono/verão), com precipitação média anual superior a 1.000 mm (SIMEPAR, 2009).

3.2. Implantação do Experimento

A primeira fase do experimento foi em novembro de 2007 com o plantio a lanço de mucuna preta (*Mucuna aterrima*) em uma área de 140 m², com 60 kg/ha de semente. No mês maio de 2008 a área foi dividida ao meio para a realização do manejo da mucuna, em uma das partes foi efetuada a roçada da mucuna, e na outra a roçada, a incorporação do material vegetativo e o levantamento de canteiros. Antes do manejo foram realizadas análises químicas e biológicas do solo, descritas a seguir. O manejo da mucuna foi realizado 180 dias após o plantio quando a cultura estava na fase de floração, devido à queda de temperatura ocorrida nos primeiros meses do ano, ocasionando atraso no florescimento.

Após 15 dias do manejo foi realizado amostragem do solo para análise química e biológica, seguido da distribuição manual das adubações orgânicas sólidas mais utilizadas na região para a produção da cultura da alface em cultivo orgânico: esterco bovino curtido, obtido de uma propriedade orgânica; adubo orgânico comercial (80% da sua composição com esterco de frango); e composto (esterco

bovino 20%, carvão 20% e restos vegetais e gramíneas 60%); e um quarto tratamento sem adubação como testemunha.

A dose de nutrientes foi a mesma em todos os tratamentos, definida após a análise química dos adubos e do solo. As Tabelas 2 e 3 demonstram os níveis de nutrientes encontrados. Os cálculos foram realizados segundo a necessidade do nutriente N pela cultura, segundo EMATER (2007) fornecendo 80 kg/ha, e o índice de eficiência de liberação de nutrientes no solo dos adubos (BISSANI et al., 2004), sendo aplicado 1,830 kg/m² de esterco bovino, 1,403 kg/m² de adubo orgânico comercial e 0,796 kg/m² de composto.

TABELA 2. Concentração de nutrientes encontrados nos adubos orgânicos usados no experimento

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
	.....g kg ⁻¹ .....					..... mg kg ⁻¹			
Esterco bovino	13,1	2,60	21,6	26,0	3,5	169,0	279,0	2006,0	638,0
Adubo Comercial	11,4	16,6	37,8	120,9	1,2	145,0	336,0	1713,0	740,0
Composto	20,1	5,90	35,3	20,90	4,2	199,0	286,0	1990,0	677,0

TABELA 3. Características químicas do solo na camada 0-20 cm de profundidade, por ocasião do manejo da mucuna preta

P	MO	pH	H + Al	K ⁺	Ca ³⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Al
Mg dm ⁻³	g dm ⁻³	Ca Cl ₂	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....%
17,04	25,97	5,55	3,52	1,96	6,29	2,26	10,51	14,03	74,91	0,00

O plantio da alface foi manual, 40 dias após a aplicação dos tratamentos. As mudas de alface do tipo crespa (cultivar Vanda) foram produzidas em bandejas de poliestileno estendido (isopor) de 128 células, preenchidas com substrato elaborado por um viveiro comunitário de produtores orgânicos, composto por 1/3 de composto, 1/3 de terra e 1/3 de casca de arroz carbonizada. O transplante foi realizado aos 30 dias após a semeadura, em espaçamento de 0,30 x 0,30 m, totalizando 21 plantas

por parcela, utilizando como área útil as quatro plantas centrais. Os canteiros de 1,2 m de largura por 10 m de comprimento foram divididos em quatro parcelas.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com cinco repetições, num esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos dispostos na parcela principal são os dois tipos de manejos para o adubo verde (mucuna incorporada e não incorporada) e nas subparcelas os quatro tratamentos (com esterco bovino, adubo orgânico comercial, composto e testemunha).

A irrigação por aspersão foi realizada de acordo com a necessidade da cultura. No momento do plantio e na ocasião da colheita, 50 dias após o transplântio das mudas, foi efetuada mais amostragens para análises químicas e biológicas da área, totalizando 40 amostras em cada uma das avaliações, em diversas profundidades (Tabela 4).

TABELA 4. Codificação dos tratamentos, manejos e etapas do experimento

Codificação	Descrição da atividade
Tratamento 1	Esterco bovino
Tratamento 2	Adubo orgânico comercial
Tratamento 3	Composto
Tratamento 4	Testemunha, sem adubação
Manejo I	Roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros
Manejo II	Roçada da mucuna, sem incorporação
Avaliação 1	Manejo da mucuna
Avaliação 2	15 dias após o manejo: distribuição dos três adubos orgânicos sólidos
Avaliação 3	40 dias após a distribuição dos adubos orgânicos sólidos, ou seja plantio da cultura da alface
Avaliação 4	50 dias após o plantio, ou seja no momento da colheita da alface

Uma síntese das atividades desenvolvidas para a implantação do experimento pode ser observada no Quadro 1.

Quadro1. Síntese das atividades desenvolvidas para a implantação do experimento.

Práticas	Data/Dias	Número de amostras	Análises
Plantio da mucuna preta	Nov. 2007	-	-
Manejo da mucuna preta	Mai. 2008	1 amostra	Características Químicas e Biológicas do solo;
Distribuição dos adubos orgânicos sólidos	15 dias após o manejo da mucuna preta	2 amostras	Características Químicas e Biológicas do solo;
Plantio da cultura da alface	40 dias após a distribuição dos adubos orgânicos sólidos	40 amostras	Características Químicas e Biológicas do solo;
Colheita da cultura da alface	50 dias após o plantio	40 amostras	Características Químicas e Biológicas do solo; Características Fitométricas da planta;

3.3. Avaliações das características do Solo

3.3.1. Características químicas

Foi realizada amostragem do solo, com coleta de 20 subamostras, compondo uma amostra composta na profundidade de 0 - 20 cm, em duas épocas (uma antes do manejo da mucuna e outra antes da aplicação dos 3 tratamentos) e amostragens com 5 subamostras compondo uma amostra, no momento do plantio da alface para as 40 parcelas e igualmente no momento da colheita, para a determinação de matéria

orgânica, pH, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, CTC, V(%), de acordo com a metodologia descrita por IAPAR (1992) e TEDESCO (1995).

As amostras de 500 g de solo foram retiradas com trado e utilizadas para as análises químicas e algumas biológicas (nematóide e micorriza).

3.3.2. Características biológicas

As análises das características biológicas foram realizadas nas datas e quantidades descritas no Quadro 1.

3.3.2.1. Biomassa do solo

Para estimativa da biomassa microbiana de carbono, foi utilizado o método de fumigação-extração (SALIMON, 2003). As amostras com aproximadamente 100 g cada, na profundidade de 0 – 5 cm, foram retiradas com auxílio de trado.

Esse método de extração foi realizado com a pesagem de 25 g de solo, em um becker, levado a um dessecador contendo 25 ml de clorofórmio, deixado por 24 h para o processo de fumigação. Foi realizada a transferência desse solo para um frasco de vidro com tampa rosqueável, adicionados 100 ml de solução aquosa de K_2SO_4 a 0,5 molar, e submetido à agitação em 210 RPM por 30 min. Após decantação foi filtrado o sobrenadante com papel filtro. O mesmo processo de pesagem, agitação, decantação e filtragem foi realizado para uma amostra de solo não fumigado.

A determinação do C nos extratos fumigados e não fumigados foi realizada por dicromatometria. Para essa metodologia em um tubo digestor foram adicionados 8 ml de extrato de solo, 2 ml de dicromato de potássio e 15 ml de ácido sulfúrico/fosfórico (2:1), e efetuada digestão ácida em bloco digestor por 30 minutos à 100° C. Após o esfriamento, o conteúdo dos tubos digestores foram transferidos para um elenmeyer de 125 ml, e os volumes completados com o volume de até 50 ml com água destilada, adicionou-se sete gotas de indicador ferroína e procedeu-se a titulação com sulfato ferroso amoniacal utilizando-se bureta de 50 ml. O ponto final

foi determinado pelo aparecimento da coloração vermelho-intenso (DE-POLLI; GUERRA 1997; FRIGHETTO; VALARINI, 2000).

O cálculo da biomassa de carbono em solo foi através da fórmula descrita abaixo (DE-POLLI ; GUERRA, 1997) :

$$\text{BMS (mg kg}^{-1}\text{)} = \text{FC} \cdot \text{kc}^{-1}$$

Onde: BMS = biomassa de carbono microbiano do solo em mg de C por kg de terra (ou $\mu\text{g.g}^{-1}$);

FC = fluxo obtido da diferença entre a quantidade de C (mg.kg^{-1}) recuperada no extrato da amostra fumigada e a recuperada na amostra não fumigada;

kc = fator de correção.

O fator de correção (kc) em situações que exijam maior exatidão deverá ser calculado para cada tipo de solo. Como para os solos do Brasil o fator ainda não foi determinado, pode-se utilizar o valor 0,33 preconizado por Sparling & West (1988), a fim de expressar a fração do C da BMS recuperada após o processo de fumigação-extração.

3.3.2.2. Microrganismos do solo

Através do método de diluição em placa descrito por Menezes e Silva-Hanlin (1997) foi determinada a densidade populacional de fungos e bactérias no solo. Foi amostrado o solo na profundidade de 0-15 cm, nas quatro épocas já descritas. Após autoclavagem de toda a vidraria, em um elenmeyer de 250 ml, contendo 90 ml de água destilada, foram adicionados 10 g do solo seco ao ar e mantido sob agitação por 20 min. Após a agitação foi realizado o plaqueamento transferindo-se 1 ml desta suspensão para tubos de ensaio com 9 ml de água destilada, sendo o mesmo procedimento realizado até a diluição 10^3 . Para a determinação de fungos e bactérias foram utilizadas as diluições 10^2 e 10^3 , respectivamente.

Das diluições transferiu-se 0,1 ml para a superfície do meio solidificado (para fungo foi utilizado o meio de Martin e para bactéria meio ágar nutritivo) seguido do espalhamento com espátula de Drigalski, com três réplicas para cada diluição. As placas foram incubadas à temperatura de 23 °C por 24 h (bactérias) e 72 h (fungos).

O número de fungo e bactérias foi determinado por meio de unidades formadoras de colônias (UFC). Para quantificação dos microrganismos foram multiplicados os números médios de colônias pelo fator de diluição.

A determinação dos fungos quanto ao gênero foi através da morfologia de colônias e dos esporos, segundo a classificação descrita por Barnett e Barry (1999).

3.3.2.3. Fungos micorrízicos e nematóides

A densidade de inóculo dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e da população de nematóides foi avaliada pelo método de decantação e peneiramento úmido, metodologia utilizada por Junior (2000), associado ao método flotação centrífuga em solução sacarose, metodologia descrita por Jenkins (1964). Utilizou-se amostras de solo na camada 0-20 cm de profundidade como já foi citado anteriormente, obtidas nas quatro avaliações do experimento.

As amostras de solo de 100 g foram colocadas em um balde com aproximadamente 2 L de água da torneira, homogenizadas com as mãos, seguida de decantação. A suspensão foi vertida sobre peneiras de 500 μm e 45 μm sobrepostas na seqüência da menor abertura de malha para a maior. Com o auxílio de um pissete com jatos fortes de água, o material retido nas peneiras foi transferido para tubos de centrífuga com capacidade para 50 mL, adicionando-se água. Os tubos foram centrifugados por 5 min a uma velocidade de 2000 RPM.

Após a centrifugação, o líquido sobrenadante foi eliminado, e realizado a adição de sacarose a 50% aos tubos da centrífuga. O material sedimentado foi ressuspendido com auxílio de uma espátula e centrifugado novamente por 1 min. O sobrenadante foi vertido em peneiras, lavado abundantemente com água corrente e recolhido em um becker para avaliação.

Após a extração, a identificação dos nematóides e esporos de fungos micorrízicos em água foi realizada em câmaras de Peters, com o auxílio de um microscópio estereoscópio. Para os nematóides, a identificação dos fitopatogênicos foi através da presença de estiletos (MAI; LYON, 1982). A classificação dos esporos micorrízicos por espécie foi segundo Siqueira e Franco (1988). Para cada repetição foram avaliadas três réplicas.

3.4. Avaliações de Características Fitométricas da Planta

3.4.1. Área de projeção da saia

A área de projeção de saia foi determinada pela metodologia utilizada por Borges (2006), medindo-se quatro plantas de cada parcela. Foi medida a distância entre as margens opostas do disco foliar, com o auxílio de uma régua no dia da colheita. Os dados foram expressos em centímetros e a área calculada pela equação $A = \pi r^2$, onde A = área em cm^2 e r = raio.

3.4.2 Número de folhas

Foram retiradas e contadas as folhas das plantas utilizadas para avaliação da área de projeção da saia e em seguida contadas (VILAS BOAS, 2006).

3.4.3. Massa fresca total da parte aérea

No laboratório, na data da colheita, foi determinado a massa fresca total da parte aérea (após se retirar as folhas externas com coloração amarelada e/ou com sintomas de queimadura em suas bordas), de acordo a metodologia utilizada por Borges (2006) e Vilas Boas et al. (2007). Foram colhidas quatro plantas por parcela, cortando-se o caule rente ao solo. A massa fresca foi determinada com auxílio de uma balança com sensibilidade de 1 g. Posteriormente, foi realizado o cálculo do valor médio da massa fresca total da parte aérea, expresso em gramas.

3.4.4. Massa seca total da parte aérea

Após a avaliação do massa fresca total da parte aérea e número de folhas, foi determinado a massa seca total da parte aérea, após a secagem em estufa com circulação forçada à temperaturas de 70 °C, até atingir peso constante, segundo metodologia usada por ALENCAR (2003).

3.5. Análise de Dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade. As análises foram feitas com o auxílio do software SISVAR.

Para algumas avaliações houve a necessidade de transformação de dados, para a avaliação das características químicas do solo, para as variáveis P, K, pela transformação: $(x + 1)^{0.5}$, e para as características biológicas do solo, para as variáveis, biomassa microbiana, densidade populacional de bactérias, fungos, fungos micorrízicos e nematóides pela transformação: $\log x$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características Químicas

4.1.1. Efeito do manejo da mucuna

Em relação aos valores iniciais (Tabela 3) quinze dias após o manejo da mucuna preta foram verificadas mudanças nas características químicas do solo, demonstradas na Tabela 5.

TABELA 5. Análise química do solo após 15 dias para manejo I (mucuna preta roçada, incorporada e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna preta sem incorporação)

	P	MO	pH	H + Al	K ⁺	Ca ³⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	Ca Cl ₂	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....%
Manejo I	33,75	21,87	5,38	3,84	1,05	6,79	2,63	10,47	14,31	73,17
Manejo II	27,70	26,60	5,53	3,87	1,11	7,41	2,22	10,74	14,61	73,51

O manejo utilizado influenciou nos teores do nutriente P (fósforo), com valores superiores para o manejo I, onde houve a incorporação do adubo verde. A manutenção da palhada em superfície e o não revolvimento resultam em menor velocidade de decomposição e menor liberação de nutrientes, quando comparados ao revolvimento do solo e incorporação da palhada (BOER et al., 2007; AMADO et al., 2000).

De acordo com Scheller (2000), o P demonstrado nas análises de solo só abrange o P fixado nos minerais e não o P fixado organicamente. O teor de P solúvel pode mudar a cada semana dependendo da atividade da biomassa microbiana, do metabolismo de aminoácidos e proteínas, por meio de adubações, comprovado neste trabalho, pois em 15 dias houve mudança nos teores de P.

O pH do solo com estes sistemas de manejo apresentou um caráter mais ácido provavelmente devido aos ácidos provenientes da decomposição da matéria orgânica do solo. Conceição et al., (2005) encontram resultados significativos e semelhantes a estes, em experimento com citros sob diferentes formas de manejo de palhada de amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*).

Vários trabalhos têm demonstrado aumento de pH do solo por resíduos vegetais. A capacidade de neutralização da acidez esta associada aos teores de cátions e carbono orgânico solúvel, que normalmente é maior em resíduos verdes (MEDA et al., 1999; FRANCHINI et al., 1999).

O manejo da mucuna preta não proporcionou diferença nos valores de (Al^{3+}), possivelmente devido ao pouco espaço de tempo entre a realização das análises. Silva e Siqueira (2002), trabalhando com diferentes sistemas agrícolas de rotação e preparo de solo, verificaram que o teor de Al^{3+} do solo não foi afetado pelos sistemas agrícolas. No entanto, Heinrichs et al., (2005) em trabalho com milho consorciado com diferentes adubos verdes, observaram a partir do segundo ano efeitos significativos dos tratamentos no teor do Al^{3+} , com ausência de Al^{3+} ou presença em concentrações menores.

Houve uma diminuição de valores de K nos dois manejos, contrariando os resultados de Rosolem et al. (2006) que verificaram que mesmo sem adubação potássica, a palha de milheto foi fonte importante de K. O enriquecimento da camada mais superficial do solo com K ocorre facilmente, pois o nutriente pode ser extraído dos tecidos vegetais, tanto pela água da chuva como pela própria umidade do solo, já que sua maioria está na forma iônica e não participa na constituição de compostos orgânicos estáveis (CALEGARI et al., 1992; DE MARIA; CASTRO, 1993).

Para o teor de matéria orgânica (MO) houve uma redução para o manejo I (mucuna roçada, incorporada e levantamento de canteiros) e aumento para o manejo II (roçada da mucuna sem incorporação). A manutenção ou recuperação dos teores de matéria orgânica e da capacidade produtiva podem ser alcançadas pela utilização de métodos de preparo com pequeno ou nenhum revolvimento e por sistemas de manejo com alta adição de resíduos vegetais na superfície do solo (ROSSI et al., 2008).

De acordo com Sá et al. (2001) e Diekow et al. (2005), sistemas de manejo do solo que utilizam adição de resíduos orgânicos (uso de plantas de cobertura do solo de inverno e de verão, incluindo plantas leguminosas ou o uso de dejetos animais) e

o revolvimento mínimo do solo propiciam a manutenção ou incremento do conteúdo de MO do solo ao longo do tempo.

Nascimento et al., (2003), estudando os efeitos das leguminosas nas características químicas do solo, verificaram que os teores de matéria orgânica do solo foram baixos e não refletiram nos efeitos dos tratamentos. As leguminosas contribuíram para diminuir a acidez do solo, elevando o pH no perfil estudado e os maiores efeitos das leguminosas, na elevação dos teores de nutrientes no solo, dizem respeito ao potássio e ao magnésio, na profundidade de 0 -10 cm. Silva e Siqueira (2002) constataram que o acúmulo de matéria orgânica no solo, em geral, não foi afetado significativamente pelos sistemas agrícolas. Muzilli (1983) também observou, em diversas rotações de culturas em preparo convencional e em plantio direto, certa similaridade de distribuição e acúmulo de matéria orgânica.

Para os dois manejos houve aumento no teor de cálcio (Ca), com valores superiores observados no manejo II. O magnésio (Mg) teve diminuição de valores com o manejo I e aumento com o uso do manejo II.

Silva e Siqueira (2002) observaram maior acúmulo de Ca e Mg nas camadas superficiais do solo, principalmente até 10 cm de profundidade, possivelmente devido à pouca movimentação de solo. Fontanéti et al. (2006), trabalhando com adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho, obtiveram diferença significativa para todos os nutrientes analisados. O maior acúmulo de nitrogênio ocorreu com crotalária juncea, seguido por mucuna-preta e feijão-de-porco e o menor, na vegetação espontânea. Também os maiores acúmulos de P, K e Mg^{2+} , foram observados na crotalária juncea. Com relação ao Ca, os maiores acúmulos foram encontrados na crotalária juncea e no feijão-de-porco.

Os valores de CTC não sofreram alterações, independente do manejo dado a mucuna preta. Faria et al. (2007), em trabalho com melão mediante o uso de adubos verdes, constaram que todos os adubos proporcionaram aumentos nos valores de Ca^{2+} e da CTC do solo nas camadas de 0–10 e 10–20 cm em relação à testemunha (milho solteiro com palhada retirada do local), com exceção da mucuna-preta para CTC na primeira profundidade. Na camada de 0–10 cm houve aumento também nos teores de K e MO do solo em todos os tratamentos, exceto nos teores de K no milho + caupi. O pH e o Mg^{2+} atingiram maiores valores no tratamento com adubos verdes diferentes em cada ano: dois cultivos sucessivos de crotalária no primeiro ano,

milheto + caupi no segundo e crotalária + caupi no terceiro, com metade da dose de calagem e adubação.

Alcântra et al. (2000), observaram que a incorporação da biomassa de guandu (*Cajanus cajan* L.) e crotalária-júncea (*Crotalaria juncea* L.), acelerou sua decomposição e forneceu efeitos benéficos nas avaliações feitas aos 90 e 120 dias. Entretanto, após 150 dias do manejo das leguminosas não se observou mais nenhum efeito sobre a fertilidade do solo.

Comparando os percentuais de saturação de bases (V) nos dois manejos com incorporação da mucuna preta ou somente roçada, com a avaliação inicial (Tabela 3), houve uma redução dos percentuais, mas não diferenciação elevada entre os manejos, provavelmente pelo curto espaço de tempo. Lima et al. (2007), trabalhando com indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense, verificaram que a saturação por bases (V) atingiu valores médios acima de 80%, mas não houve diferença das áreas sob sistema de cultivo orgânico daquelas sob cultivo convencional. Resultados semelhantes com aumento de V foram encontrados por Souza (2000) após 10 anos de manejo orgânico.

4.1.2. Efeito dos manejos com mucuna, tratamentos com adubos orgânicos sólidos e cultivo da cultura da alface nas características químicas do solo

Abaixo seguem as tabelas demonstrando os resultados da análise química do solo no momento do plantio da alface, e 50 dias depois, no momento da colheita, para os dois sistemas de manejo do adubo verde e dos adubos orgânicos sólidos.

TABELA 6. Valores médios de matéria orgânica e dos macronutrientes P e K em função dos manejos da mucuna preta, adubos orgânicos sólidos e épocas de avaliação (no momento de plantio e colheita) da cultura da alface

Época de Plantio	MO ($g\ dm^{-3}$)		P ($mg\ dm^{-3}$)		K ($cmol_c\ dm^{-3}$)	
	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
Tratamentos						
Esterco bovino	36,77 Aa	32,94 Aa	42,71Ab	34,60 Ab	2,45 Aa	1,96 Aa
Org. comercial	35,81 Aa	35,63 Aa	207,43 Aa	207,60 Aa	2,24 Aa	2,24 Aa
Composto	37,59 Aa	33,63 Aa	35,70 Ab	35,20 Ab	1,73 Aa	1,66 Aa
Testemunha	34,85 Aa	34,17Aa	23,18 Ab	32,60 Ab	1,62 Aa	1,55 Aa
CV% Tratamento	8,98		27,30		12,13	
CV% Manejo	11,37		12,20		7,03	
Época de Colheita						
Esterco bovino	32,48 Aa	28,48 Aa	28,11 Aa	41,40 Aa	1,04 Aa	1,09 Aab
Org. comercial	33,33 Aa	29,66 Aa	69,04 Aa	59,73 Aa	1,18 Aa	1,40 Aa
Composto	36,36 Aa	25,97 Ba	31,70 Aa	59,09 Aa	0,86 Aa	0,82 Ab
Testemunha	31,71 Aa	26,93 Aa	24,05 Aa	21,40 Aa	0,81 Aa	0,84 Ab
CV% Tratamento	16,63		22,76		7,01	
CV% Manejo	13,05		32,73		5,92	

Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Manejo I: mucuna roçada e incorporada; Manejo II: mucuna apenas roçada. Os adubos foram incorporados ao solo 40 dias antes do plantio da alface.

Os valores médios de matéria orgânica com a aplicação dos tratamentos ao solo tiveram aumentos do seu teor, em relação ao valor inicial mesmo não havendo diferença estatística entre os tratamentos. Para o manejo I (mucuna roçada, incorporada e levantamento de canteiros), valores superiores foram observados com o tratamento composto no plantio e na colheita, e inferiores na parcela testemunha. Para o manejo II (somente roçada da mucuna) valores superiores foram observados com o tratamento com adubo orgânico comercial nas duas épocas avaliadas, e inferiores com tratamento com esterco bovino no plantio, e com tratamento composto na colheita. Foi observada diferença estatística entre os manejos para o tratamento com composto na época de colheita, com médias maiores na época de plantio.

Mantovani et al. (2005), encontraram resultados semelhantes trabalhando com solo adubado com composto de lixo urbano, verificando aumento nos teores de MO, P, K, mesmo após dois cultivos de alface, o que confirma dados obtidos por Corrêa et al. (2005), segundo os quais o uso de resíduos orgânicos incrementou a MO e K do solo, que possivelmente se deve à contribuição tanto do material orgânico humificado como não humificado, derivado do composto orgânico do resíduo.

Para os dois manejos e nas duas épocas avaliadas o tratamento com adubo orgânico comercial (parte da sua composição com esterco de frango) foi o que apresentou maior teor de P, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos na etapa de plantio para os dois manejos. Os demais tratamentos não diferiram entre si e menores valores foram verificados na parcela testemunha. Resultados diferentes foram verificados por Silva e Menezes (2007) onde os teores de P foram maiores nos tratamentos com esterco bovino e crotalária incorporada mais esterco bovino.

Santos et al. (2001), trabalhando com efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface, demonstraram que o solo adubado com composto orgânico repôs, ao menos parcialmente, os nutrientes exportados ao final do primeiro cultivo, constatado pelos altos teores de P disponível. O aumento do teor do nutriente P deve-se a presença do nutriente nos adubos orgânicos utilizados e aos aumentos do valor de pH e do teor de matéria orgânica (MANTOVANI et al., 2005; ABREU Jr. et al., 2002).

Para o manejo I (mucuna roçada, incorporada e levantamento de canteiros), maiores valores de K foram verificados com tratamento esterco bovino na época de plantio e tratamento com adubo orgânico comercial na colheita, e o menor valor para o tratamento testemunha, havendo um decréscimo para todos os tratamentos quando se comparam as duas épocas de avaliação. Para o manejo II (somente roçada da mucuna) teor superior do nutriente K foi verificado com tratamento adubo orgânico comercial na época de plantio, e inferior para o tratamento testemunha. Na colheita o tratamento com adubo orgânico comercial seguido do esterco bovino, proporcionou valores mais elevados, e valores inferiores foram verificados com o tratamento composto (Tabela 6). Silva e Menezes (2007) observaram maior teor de K extraível com o uso de esterco bovino que em crotalária incorporada e tratamento testemunha sem adubação, mas o tratamento crotalária incorporada mais esterco bovino não diferiu estatisticamente dos demais.

Na avaliação de colheita verificou-se concentração mais baixa de K. De acordo com Ritchey (1982) a quantidade de potássio exportada do solo, por ocasião da colheita, está diretamente ligada com a cultura e o teor desse nutriente disponível no solo.

Moreti et al. (2007), trabalhando com diferentes sistemas de preparo de solo, adubações e plantas de cobertura, não observaram diferença significativa para os valores de MO, mas para o P, teores superiores foram verificados com o uso de esterco de galinha + metade de adubo químico, e valores inferiores para a testemunha. Freitas et al. (2008), trabalhando com esterco bovino, cama de aviário, composto e adubo químico conseguiram incrementos nos teores de MO, P e K com o uso dos adubos orgânicos. Esse aumento de matéria orgânica tem um importante papel na produtividade, pois servem de reserva de nutrientes como N, P, S, Ca, Mg, K, Na e os micronutrientes (ZECH et al., 1997).

A adição dos tratamentos provocou aumento do teor do nutriente Ca^{2+} no solo, nos dois manejos, mas o fator manejo não influenciou significativamente a variável avaliada (Tabela 7). Para o manejo I (mucuna roçada, incorporada e levantamento de canteiros) no plantio verificou-se valor superior para o tratamento adubo orgânico comercial, que diferiu somente para tratamento esterco bovino. Para avaliação de colheita não houve diferença significativa embora o tratamento com adubo orgânico comercial tenha novamente apresentado valores superiores. No manejo II (somente roçada da mucuna) para avaliação de plantio embora sem diferenças significativas, valores superiores foram verificados com tratamento adubo orgânico comercial e inferiores com o tratamento testemunha. Para época de colheita o tratamento com composto apresentou valores mais elevados.

TABELA 7. Valores médios para os nutrientes Ca^{2+} , Mg^{2+} e $\text{H} + \text{Al}$, em função dos manejos da mucuna preta, adubos orgânicos sólidos e épocas de avaliação (no momento de plantio e colheita) da cultura da alface

Época de Plantio	Ca^{2+} ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)		Mg^{2+} ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)		$\text{H} + \text{Al}$ ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)	
	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
Esterco bovino	7,02 Ab	7,59 Aa	1,85 Aab	1,85 Aab	4,27 Aab	4,52 Ab
Org. comercial	8,49 Aa	8,49 Aa	2,08 Ab	2,08 Ab	3,58 Aa	3,58 Aa
Composto	7,73 Aab	7,11 Aa	1,86 Aab	1,72 Aa	4,16 Aab	4,45 Ab
Testemunha	7,30 Aab	6,90 Aa	1,82 Aa	1,84 Aab	4,71 Ab	4,22 Bb
CV% Tratamento	10,44		8,36		13,53	
CV% Manejo	12,74		7,44		8,26	
Época de Colheita						
Esterco bovino	7,95 Aa	7,71 Aab	2,05 Aa	2,02 Aa	4,01 Aa	4,12 Aab
Org. comercial	8,33 Aa	7,74 Aab	2,16 Aa	2,12 Aa	3,94 Aa	3,76 Aa
Composto	8,30 Aa	8,46 Aab	2,36 Aa	2,25 Aa	4,37 Aa	4,31 Ab
Testemunha	7,55 Aa	6,68 Ab	2,06 Aa	1,86 Aa	4,34 Aa	4,29 Ab
CV% Tratamento	13,64		12,42		9,57	
CV% Manejo	10,41		12,76		6,32	

Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Manejo I: mucuna roçada e incorporada; Manejo II: mucuna apenas roçada. Os adubos foram incorporados ao solo 40 dias antes do plantio da alface.

Os resultados assemelham-se aos encontrados por Moreti et al. (2007), que observaram incremento de Ca^{2+} com o uso de esterco de galinha. Doses elevadas de composto de lodo de cervejaria + cavaco de eucalipto, de cama de frango e de composto de lixo, aumentaram os teores de Ca^{2+} e valores superiores foram verificados com o tratamento composto de lodo de cervejaria + cavaco de eucalipto em relação aos demais, em virtude da maior concentração de Ca^{2+} (MELLO & VITTI, 2002). Resultados discordantes ao manejo I, foram obtidos por Pavan (1993) que observou aumento no teor de Ca^{2+} do solo com a adição de esterco bovino curtido e biodigerido, com aumento concomitante da CTC (capacidade de troca de cátions) do solo.

Mantovani et al. (2005), trabalhando com composto de lixo urbano em alface, observaram aumento de Ca, e Mg, mesmo no segundo cultivo. Pires et al. (2008) também observaram acréscimos consideráveis de Ca, Mg e Na no solo adubado

com os tratamentos orgânicos, principalmente na camada superior, diferindo significativamente do tratamento com adubo mineral.

O sistema de manejo do da mucuna preta não interferiu, de forma significativa, nos teores do nutriente Mg, nas duas épocas avaliadas. No plantio valores superiores foram observados com o tratamento adubo orgânico comercial para os dois manejos diferindo estatisticamente da testemunha no manejo I e do tratamento composto. Na colheita não houve diferença significativa, valores superiores foram observados com o tratamento composto para ambos os manejos e inferiores para o tratamento esterco bovino e testemunha, confirmando resultados obtidos por Moreti et al. (2007), que não verificaram diferença significativa para Mg.

Freitas et al. (2008), verificaram incrementos nos teores Ca e Mg com o uso de adubos orgânicos. Para Castilhos et al. (2007) a aplicação de vermicomposto de esterco de codornas aumentou os teores de cálcio em 39% e o vermicomposto de eqüinos duplicou o teor de magnésio, quando comparados ao tratamento com adubação mineral.

Teores inferiores do nutriente Mg foram observados no plantio e colheita quando relacionado com as duas primeiras épocas de avaliação, e somente o tratamento composto manteve os teores iniciais. Mello & Vitti (2002) também constaram redução nas concentrações de Mg. Brito et al. (2005) não observaram variações nos teores de Mg do solo, mesmo quando o efeito dos tratamentos foi significativo entre os resíduos estudados, e os esterco de bovino e ovino foram os que determinaram os maiores aumentos do teor de magnésio no solo.

Aumentos do teor de H + Al no solo foram verificados para os dois manejos e houve diferença significativa de manejo no plantio com o tratamento testemunha. O manejo I (mucuna roçada, incorporada e levantamento de canteiros) proporcionou teores mais elevados de H + Al. Na avaliação do plantio com o manejo I verificou-se diferença significativa, com valor superior para o tratamento testemunha (somente com efeito da mucuna) diferindo estatisticamente do tratamento com adubo orgânico comercial. Com o manejo II (somente roçada da mucuna) valores superiores foram verificados com o tratamento com esterco bovino, diferindo do tratamento com adubo orgânico comercial. Na colheita o manejo I e os tratamentos não influenciaram de forma significativa, valores superiores foram verificados com o tratamento composto e inferiores com tratamento adubo orgânico comercial. Para o manejo II, menor acidez potencial foi verificada com o tratamento com adubo

orgânico comercial que não diferiu estatisticamente do tratamento com esterco bovino, e maior acidez foi verificada com o tratamento composto.

Moreti et al. (2007) observaram menor acidez potencial do solo com o uso de esterco de galinha e maiores com milho e crotalária. Isso porque a massa verde está continuamente sendo decomposta pelos microrganismos em ácidos orgânicos, dióxido de carbono e água, formando ácido carbônico, que reage com os carbonatos de cálcio e magnésio no solo para formar os bicarbonatos solúveis, que são lixiviados, deixando o solo ácido (LOPES, 1995).

Brito et al. (2005) verificaram que em todos os tratamentos onde se aplicou resíduo orgânico, o valor da acidez potencial (H+Al) foi superior ao observado no tratamento testemunha sem adubação, entretanto, somente a aplicação de esterco de poedeira determinou aumento significativo.

Iyamuremye et al. (1996) e Pires et al. (2008) observaram decréscimo da acidez potencial, trabalhando com esterco animal. Silva et al. (2008), trabalhando com esterco bovino líquido, verificaram que a acidez potencial (H + Al) teve comportamento inverso ao do pH na profundidade de 0–5 cm, observando-se redução da acidez potencial pelo uso de esterco. Estes resultados discordam com os observados neste trabalho. Possivelmente o aumento de pH com o uso do esterco bovino seja devido ao grau de decomposição deste material.

Na avaliação de plantio o manejo da mucuna e os adubos orgânicos sólidos não influenciaram de forma significativa nos valores de CTC (capacidade de troca de cátions) (Tabela 8). Para os dois manejos o tratamento com adubo orgânico comercial apresentou teores mais elevados e valores inferiores foram verificados com o tratamento testemunha. Na colheita para o manejo I (mucuna roçada, incorporada e levantamento de canteiros) não foi verificado diferença significativa, valores superiores foram observados com tratamento composto. Para o manejo II (somente roçada da mucuna) o tratamento composto apresentou valor superior diferindo estatisticamente do tratamento testemunha (Tabela 8).

TABELA 8. Valores médios para CTC (capacidade de troca de cátions), V (saturação de bases) e pH, em função dos manejos da mucuna preta, adubos orgânicos sólidos e épocas de avaliação (no momento de plantio e colheita) para a cultura da alface

Época de Plantio	CTC ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)		V (%)		pH $\text{CaCl}_2(0,01\text{mol L}^{-1})$	
Tratamentos	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
Esterco bovino	15,60 Aa	15,92 Aa	72,58 Aa	71,51 Aa	5,60 Ab	5,62 Ab
Org. comercial	16,40 Aa	16,40 Aa	77,99 Ab	77,99 Ab	5,98 Aa	5,98 Aa
Composto	15,50 Aa	14,94 Aa	72,96 Aa	70,10 Aa	5,76 Aab	5,58 Ab
Testemunha	15,46 Aa	14,53 Aa	69,41 Aa	69,55 Aa	5,52 Ab	5,73 Aa
CV% Tratamento	6,43		3,28		2,61	
CV% Manejo	8,17		3,63		2,47	
Época de Colheita						
Esterco bovino	15,06 Aa	14,95 Aab	73,35 Aa	71,99 Aab	5,75 Aab	5,72 Aa
Org. comercial	15,62 Aa	15,04 Aab	74,56 Aa	74,63 Ab	5,84 Ab	5,79 Aa
Composto	15,90 Aa	15,85 Aa	72,32 Aa	72,64 Ab	5,67 Aab	5,68 Aa
Testemunha	14,78 Aa	13,67 Ab	70,57 Aa	68,80 Aa	5,60 Aa	5,59 Aa
CV% Tratamento	7,79		5,22		2,33	
CV% Manejo	6,56		3,09		2,07	

Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Manejo I: mucuna roçada e incorporada; Manejo II: mucuna apenas roçada. Os adubos foram incorporados ao solo 40 dias antes do plantio da alface.

De acordo com Santos et al. (2001) o solo adubado com composto orgânico repõe ao menos parcialmente, os nutrientes exportados ao final do primeiro cultivo, como pode ser constatado pelos altos teores de bases e CTC, presentes após a primeira colheita, deixando efeito residual. Mello & Vitti (2002) observaram aumento no teor de CTC do solo com a adição de composto de lodo de cervejaria + covo de eucalipto. Para Moreti et al. (2007) o maior valor da CTC foi obtido com o uso de esterco de galinha.

Oliveira et al. (2002b) e Nascimento et al. (2004) encontraram um comportamento crescente da capacidade de troca de cátions com a aplicação das doses de lodo de esgoto. Brito et al. (2005), trabalhando com esterco bovino, esterco de poedeira, cama de frango, esterco ovino e resíduo de silagem de sorgo

verificaram que para todos os adubos orgânicos testados houve aumento da CTC, em relação a testemunha. Associada as alterações de CTC ocorreram também modificações na V (saturação de bases), onde o esterco de poedeira resultou no menor valor.

Relacionando CTC e Mo verificou-se que houve aumento onde os teores de MO foram maiores, vindo concordar com resultados obtidos por Moreti et al. (2007). De acordo com Altieri (2002) a Mo é maior fonte de CTC que ajuda estocar os nutrientes disponíveis e protegê-los da lixiviação por água, a Mo do solo, apresenta valores de CTC da ordem de 200 a 400 meq/100 g material.

No plantio, o manejo não influenciou de forma significativa nas duas épocas avaliadas nos valores de V. Nesta mesma avaliação para ambos os manejos os tratamentos com adubo orgânico sólido influenciaram de forma significativa e o adubo orgânico comercial proporcionou valores mais elevados. Na avaliação de colheita não houve diferença significativa dos tratamentos para o manejo I (mucuna roçada, incorporada e levantamento de canteiros), valores superiores foram verificados com o tratamento adubo orgânico comercial. No manejo II (somente roçada da mucuna) os tratamentos com adubos orgânicos sólidos influenciaram de forma significativa com saturação mais elevada com o tratamento adubo orgânico comercial.

Moreti et al. (2007) observaram que os tratamentos que mais contribuíram para a V foram esterco de galinha, esterco de galinha + metade da adubação mineral e a testemunha, que não diferiram estatisticamente entre si. Freitas et al. (2008), trabalhando com adubações de esterco bovino, cama-de-aviário, composto orgânico e adubos minerais na cultura da goiaba verificaram incrementos nos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, na CTC efetiva e total, no teor de matéria orgânica e na porcentagem de saturação por bases, em função do uso de adubos orgânicos.

Para Corrêa et al. (2005) os valores de SB, T e V não sofreram alterações significativas com os tratamentos, o que, ao menos em parte, pode estar relacionado ao incipiente grau de decomposição atingido pelo resíduo orgânico ao final do período de incubação. Abreu Jr. et al. (2001) verificaram incrementos na saturação por bases dos solos ácidos pela aplicação do composto de lixo, como consequência direta dos aumentos nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ e da redução da acidez potencial. O efeito do composto sobre o aumento da V% está diretamente

relacionado com as propriedades químicas iniciais dos solos, notadamente do poder tampão. O menor efeito do composto sobre a saturação por bases foi decorrente da já elevada saturação por bases inicial.

Os valores de pH diferiram estatisticamente para os dois manejos na avaliação de plantio e valores superiores foram verificados para o tratamento adubo orgânico comercial. O não revolvimento do solo no manejo II (somente roçada da mucuna) proporcionou valores mais elevados de pH com adubo orgânico comercial e com tratamento testemunha diferindo do tratamento composto e do tratamento com esterco bovino. Na colheita para o manejo I, valores mais elevados foram também observados com o uso adubo orgânico comercial, diferindo somente do tratamento testemunha. Para o manejo II não houve diferença significativa, valores mais elevados foram verificados com o adubo orgânico comercial.

Silva & Menezes (2007) observaram valores de pH maiores nos tratamentos com uso de esterco bovino e crotalária incorporada mais esterco bovino, vindo de encontro com resultados encontrados por Freitas et al. (2008), onde maiores valores de pH foram obtidos com esterco bovino. Mantovani et al. (2005), mesmo após cultivos sucessivos de alface, verificaram aumento do pH do solo. Pires, et. al. (2008) e Castilhos et al. (2007), com a aplicação dos adubos orgânicos, observaram aumento significativo do pH do solo em todos os tratamentos e em todas as profundidades do solo avaliadas.

Dados discordantes foram observados por Mello e Vitti (2002) onde o pH sofreu redução linear com a adição da cama de frango, possivelmente devido aos processos de nitrificação do amônio e produção de ácidos orgânicos, resultantes da ação de fungos decompositores nos resíduos.

Whalen et al. (2000) constataram aumento do pH do solo com a aplicação de esterco, concordando com os dados deste trabalho, o que ocorreu não só devido ao tamponamento por carbonatos e bicarbonatos, mas também a outros compostos, como os ácidos orgânicos com grupos carboxil e hidroxil fenólicos, os quais têm importante papel no tamponamento da acidez do solo e na variação do pH de solos ácidos manejados com esterco. Segundo Raij (1991) a alteração do pH, pela aplicação de resíduos orgânicos, pode estar relacionada com o alto poder tampão do material orgânico; a possível neutralização do Al; o efeito da saturação de bases, estimulando a manutenção ou a formação de certas bases permutáveis, como Ca,

Mg, K e Na, contribuindo para redução da acidez e aumento da alcalinidade e uma relação positiva com a capacidade de troca catiônica.

Abreu Jr. et al. (2000) e Oliveira et al. (2002) citam as seguintes hipóteses para explicar o efeito corretivo do composto de lixo: presença de humatos alcalinos no composto; produção de OH^- , quando o oxigênio da solução do solo atua como receptor de elétrons provenientes da oxidação microbiana do carbono orgânico do resíduo; consumo de H^+ e complexação de H^+ e Al^{3+} .

Para a soma de bases verificou-se diferença significativa para os dois manejos e índices superiores foram observados com o tratamento com adubo orgânico comercial. Queiroz et al. (2008) verificaram aumento na soma de bases, na CTC e redução na saturação por bases com o uso de esterco suíno.

Quanto ao teor de Al no solo, para todas as épocas avaliadas os valores foram iguais à zero, demonstrando que não houve influencia dos manejos e nem dos tratamentos utilizados.

4.2. Características Biológicas

4.2.1. Biomassa microbiana

Na avaliação inicial no momento do manejo da mucuna preta para a profundidade de 0-5 cm foi observado biomassa microbiana de 143,36 mg kg^{-1} . Quinze dias após o manejo na segunda avaliação, ou seja no momento da distribuição dos adubos orgânicos sólidos, para ambos o manejos houve aumento na biomassa microbiana. No manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) verificou-se biomassa microbiana de 167,32 mg kg^{-1} , e valor superior para o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) com biomassa microbiana de 203,72 mg kg^{-1} .

Trabalhos recentes têm demonstrado o aumento da biomassa e atividade biológica em solos cultivados com sistema de plantio direto e/ou sob cultivo com leguminosas ou pastagens (BALOTA et al., 1998; MARCHIORI JR; MELO, 1999; D'ANDRÉA et al., 2002). Os sistemas de uso do solo com culturas perenes e anuais reduzem o carbono da biomassa microbiana, em relação a áreas sob vegetação nativa (MATSUOKA et al., 2003).

O manejo e os tratamentos com adubo orgânico sólido não influenciaram de forma significativa na biomassa microbiana (Tabela 9). Para avaliação na época de plantio, valores superiores foram observados com o manejo I, e com tratamento composto. De acordo Ferreira et al. (2007) a mobilização do solo, por proporcionar a incorporação de resíduos orgânicos, pode elevar a biomassa microbiana a curto prazo, por disponibilizar substrato orgânico com a quebra dos agregados, mas, a longo prazo, pode ter efeitos negativos, como a diminuição dos teores de MO. Nunes et al. (2009) verificaram maiores teores de carbono total e carbono da biomassa microbiana (CBM) em sistema de mata seguido de área com 5 anos de pousio, quando comparados com área que foi desmatada, queimada e plantada com milho e feijão.

TABELA 9. Biomassa microbiana para os tratamentos com adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) nas épocas de plantio e colheita da cultura da alface

Tratamentos	Plantio		Colheita	
	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
	----- mg kg ⁻¹ do solo -----			
Esterco bovino	110,54 Aa	75,94 Aa	135,39 Aa	144,87 Aa
Org. comercial	111,67 Aa	104,13 Aa	96,60 Aa	136,36 Aa
Composto	129,78 Aa	123,74 Aa	119,00 Aa	169,01 Aa
Testemunha	61,24 Aa	73,95 Aa	54,05 Aa	101,11 Aa
CV% Tratamento	25,75		22,96	
CV% Manejo	27,75		30,75	

Os tratamentos (adubos) foram incorporados ao solo 40 dias antes do plantio da alface. Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na avaliação de colheita, valores superiores foram observados com o tratamento com esterco bovino, para o manejo I e com tratamento composto no manejo II, e valores inferiores foram observados com o tratamento testemunha para ambos os manejos. Dados concordantes foram verificados por Santos et al. (2004) e Balota et al. (1996), onde o sistema plantio direto, comparado com o convencional

proporcionou aumento na biomassa microbiana do solo. Alcantara et al. (2007), avaliando a biomassa microbiana do solo em sistemas orgânicos, encontraram maiores valores para mata seguido do cultivo de consórcio de milho e feijão, quanto ao aporte de carbono orgânico total, teor de umidade e teor de nitrogênio, confirmando o estudo de Melero et al. (2005) com sistema orgânico e convencional, onde no sistema orgânico houve um aumento de matéria orgânica, da biomassa e atividade microbiana.

Segundo Follet & Schimel (1989) o aumento da intensidade de preparo diminui a habilidade do solo em imobilizar e conservar N no solo. Em estudo sobre a alteração da biomassa microbiana do solo submetido ao manejo com plantio direto, preparo com cobertura morta e pousio, após dezesseis anos observou-se que os níveis de biomassa microbiana decresceram para 57, 52 e 36% para plantio direto, cobertura morta e pousio, respectivamente, em relação à pastagem nativa. A atividade microbiana, medida em laboratório pelo desprendimento de CO₂ mostrou a mesma tendência, ou seja, declinou com o aumento da intensidade de preparo.

No estudo realizado por Oliveira (2000), na região de Planaltina (DF), num latossolo vermelho-amarelo de cerrado com culturas anuais contínuas, foram observadas, na profundidade de 0-5 cm, reduções médias na biomassa microbiana, em relação às áreas nativas. Nas áreas sob vegetação nativa, dentre os fatores responsáveis por condições mais favoráveis à biomassa microbiana, destacam-se ausência de preparo do solo e maior diversidade florística. Além de favorecer a preservação das hifas fúngicas e o acúmulo da serapilheira na superfície do solo (propiciando a ocorrência de menor variação e de níveis mais adequados de temperatura e umidade), a ausência de revolvimento do solo também resulta em maior presença de raízes, as quais aumentam a entrada de substratos carbonados no sistema, via exudatos radiculares (BOPALAH & SHETTI, 1991).

Santos et al. (2004) em trabalho com biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo, verificaram que o sistema de plantio direto do arroz sobre a resteva do azevém mantém os teores de carbono total e nitrogênio total do solo a valores semelhantes aos do solo em condições naturais, e os sistemas com preparo convencional reduzem esses teores. Sistemas de manejo que mantêm elevados os teores de carbono total no solo proporcionam uma maior atividade microbiana.

A biomassa microbiana geralmente apresenta relação com a matéria orgânica do solo, ou seja, reflete mudanças na concentração de matéria orgânica, por isso os incrementos da biomassa microbiana podem estar relacionados ao aumento do conteúdo de MO do solo (REZENDE et al., 2004). No presente estudo verificou-se aumento da biomassa do solo relacionada ao aumento dos teores matéria orgânica na época de plantio da alface com o tratamento composto e tratamento testemunha, e com tratamento composto na época de colheita da alface.

A razão carbono microbiano (C_{mic}) e carbono orgânico (C_{org}) indicam a qualidade da matéria orgânica. Em estudo do carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos cerrados, Perez et al. (2004) verificaram que a distribuição do C_{org} foi decrescente no solo de cerrado e com diferentes manejos, ao longo do perfil, mostrando que os menores teores estão associados ao processo de revolvimento do solo. No solo não revolvido, o acúmulo de carbono na camada 0–5 cm foi maior do que nos solos cultivados. Isso evidencia que, em ecossistemas não revolvidos, a deposição de resíduos orgânicos mantém os valores do C_{mic} . Constaram também que na semeadura direta, os valores de carbono da biomassa microbiana do solo são mais estáveis, principalmente na camada de 0–20 cm.

De acordo com D'Andréa et al. (2002), os compostos orgânicos incrementam a biomassa microbiana, em comparação aos fertilizantes inorgânicos, porque ocorre aumento nas proporções de carbono e nitrogênio lábeis, estimulando diretamente a atividade da biomassa. Neste contexto, pode-se estabelecer maior diversidade de microrganismos decompositores com maior eficiência na utilização do substrato, resultando assim numa maior relação $C_{mic} : C_{org}$. Pode-se citar o trabalho de Peacock et al. (2001), que encontraram resposta na estrutura da comunidade microbiana do solo em decorrência do uso de adubo orgânico (fezes, urina e cama de vacas leiteiras estabuladas). A aplicação de adubo orgânico, por cinco anos, resultou em um aumento significativo nos teores de nitrogênio e carbono orgânico e na biomassa microbiana do solo, e ainda proporcionou alterações na estrutura da comunidade microbiana. As práticas que aumentam carbono no solo e proporcionam mineralização lenta de nutrientes podem resultar em aumento e estabilidade da comunidade microbiana.

Esterco bovino traz para o solo proteínas específicas, que na maior parte permanecem dentro da matéria orgânica do solo. Scheler (2000) verificou que solo

adubado com esterco de curral apresentava teores totais de C e N mais altos e sempre uma biomassa maior que solo adubado com adubo mineral. Confirmando os resultados deste trabalho na colheita onde foi observado aumento da biomassa com uso de esterco bovino, as consequências são, um metabolismo essencialmente mais eficiente, menos gasto da respiração e maior retenção no solo, teor mais alto de húmus no solo, melhora na troca de fosfato.

O desenvolvimento da planta também exerce influência na biomassa do solo. Conforme a planta se desenvolve e atinge maior atividade fisiológica, maiores diversidades e quantidade de produtos são liberadas para a rizosfera, muitos destes são substratos para o crescimento microbiano (BRASIL-BATISTA, 2003). O que pode ser verificado neste estudo onde na fase de colheita os resultados foram maiores com o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação). Os efeitos desse aumento da atividade microbiana na rizosfera podem ser benéficos para fixação biológica do N_2 , o biocontrole de patógenos, produção de substâncias promotoras de crescimento e imobilização temporária de nutrientes na biomassa, ou prejudiciais, favorecendo patógenos ou ainda estimulando a competição por nutrientes com as plantas (CARDOSO; NOGUEIRA, 2007).

4.2.2. Densidade populacional de bactérias

Para a primeira época de avaliação (momento do manejo da mucuna) foi verificado uma média de $51,5 \times 10^2$ UFC/g de solo. Na segunda avaliação (15 dias após o manejo da mucuna, e no momento da distribuição dos três adubos orgânicos), para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) foi verificado uma média de 97×10^2 UFC/g e para o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) foram $193,66 \times 10^2$ UFC/g de solo. Os valores para as épocas de plantio e colheita da alface estão na Tabela 10.

TABELA 10. Índice populacional de bactérias para os tratamentos com adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação), na época de plantio e colheita da cultura da alface

Tratamentos	Plantio		Colheita	
	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
	-----10 ² UFC/g de solo-----			
Esterco bovino	335,20 Aa	253,60 Aa	167,00 Aa	134,20 Aa
Org. comercial	453,00 Aa	362,80 Aa	229,00 Aa	164,80 Aa
Composto	339,40 Aa	316,80 Aa	183,20 Aa	225,00 Aa
Testemunha	343,00 Aa	269,60 Aa	185,40 Aa	184,00 Aa
CV% Tratamento	8,59		10,52	
CV% Manejo	8,33		14,60	

Os tratamentos (adubos) foram incorporados ao solo 40 dias antes do plantio da alface. Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os manejos utilizados com a incorporação da mucuna preta ou o seu uso somente como cobertura não interferiram de forma significativa, observou-se valores inferiores com a não incorporação, com exceção do tratamento composto na avaliação de colheita, possivelmente pela maior taxa de disponibilização de nutrientes.

Meister et al. (2006), avaliando população microbiana em sistema de cultivo convencional e ecológico, observaram pequenas variações de população de bactérias entre os sistemas, mas o solo com sistema ecológico apresentou maior contagem de bactérias. De acordo com McCalla (1958)², citado por Meister et al. (2006), as populações são maiores em solos cultivados com cobertura morta que os cultivados como convencional, isso também se aplica a adubações orgânicas.

Val-Moraes et al. (2009), estudando a diversidade de bactérias em solo sob vegetação natural e cultivo de hortaliças, observaram na vegetação natural sem trato culturais comunidades bacterianas mais adaptadas ao meio ambiente, ou seja, um

² McCALLA, T.M. Microbial and related studied of strubble mulching. J. Soil Wat. **Conserv. Ankeny**, v.13, p. 225-258, 1958.

sinergismo maior e diversidade menor quando comparada com área sob cultivo de hortaliças, entretanto, com esse plantio o ecossistema sofreu uma alteração, aumentando a sua dinâmica populacional e conseqüentemente o aumento da diversidade bacteriana.

Analisando os resultados comparando as épocas dentro do manejo I e manejo II observa-se que para os dois manejos houve decréscimo na época da colheita da alface. Para Andrade et al. (2002) e Lindström et al. (2004), a redução dos índices na colheita esta associada à diminuição de nutrientes em função da colheita, a influencia da cultura e fatores de umidade do solo. Na época de plantio havia maior quantidade de material orgânico sobre solo, o qual pode contribuir para a manutenção da umidade do solo, o pH e a quantidade de fósforo disponível. De acordo com Colozzi Filho e Andrade (2006) quando o solo está seco, as bactérias diminuem suas atividades e entram em dormência e quando o solo esta saturado, o número de bactéria de determinada espécie aumenta.

Bernardes e Santos (2006) observaram maior índice populacional na época da sementeira de soja, período onde havia considerável umidade no solo e menor competição entre os microrganismos. Na época da colheita, observaram o menor crescimento, em função do período mais seco e redução de cobertura vegetal no solo. O decréscimo da densidade da população pode estar associado com a deficiência hídrica do solo, potencializado pelos efeitos resultantes das mudanças na cobertura, tal fato justifica o decréscimo da população na fase vegetativa e na colheita.

Os tratamentos utilizados não influenciaram de forma significativa na população das bactérias estudadas. Maior índice populacional foi verificado com o tratamento adubo orgânico comercial e menor com tratamento com esterco bovino para os dois manejos na avaliação na época de plantio. Na avaliação na época de colheita da alface menores índices populacionais foram observados com tratamento esterco bovino, para os dois manejos, e maiores com tratamento adubo orgânico comercial (adubo com elevado percentual de esterco de frango) com o manejo I, e com o tratamento composto para o manejo II. Segundo Kiehl (1985) o esterco de frango é mais rico em nutrientes que os de outros animais domésticos. Neste trabalho valores inferiores foram verificados com o uso de esterco bovino possivelmente sejam pela distribuição de forma direta ao solo, sem passar por um

processo de compostagem e/ou vermicompostagem, confirmados pelos valores superiores observados com o uso do tratamento composto.

Tiago et al. (2008), trabalhando com as comunidades de fungos e bactérias em esterco antes e depois da vermicompostagem e no substrato hortícola após o uso da vermicompostagem, verificaram aumento na quantidade de bactérias e fungos com adubação com os diferentes húmus. O solo adubado com húmus bovino após a vermicompostagem apresentou valores superiores após o cultivo de alface em vaso. Segundo Souto et al. (2005) o esterco bovino apresenta uma estrutura que favorece a ação dos microrganismos.

Com o aumento de resíduos orgânicos no solo através da distribuição dos adubos orgânicos sólidos, foi obtida maior densidade de UFC (unidade formadora de colônias) de bactérias. Souto et al. (2008) obtiveram aumento na população de bactérias e fungos, com aumento da disponibilidade de resíduos orgânicos no solo.

No presente trabalho os maiores valores de pH foram acompanhados de maiores índices populacionais de bactérias. Resultados concordantes foram verificados por Barroti e Nahas (2000) e Nahas (2002), que observaram aumento no número de bactérias com o aumento do pH, em decorrência de calagem, mas diminuição da contagem de fungos. De acordo com Primavesi (1990) a maneira mais fácil de interferir nos microrganismos do solo é através da mudança de pH, que é realizada por adubações e calagens, e ainda pode ser modificada pela liberação de excreções radiculares, que influem de modo direto sobre as bactérias ou indireto por modificarem excreções do solo. Embora algumas pesquisas de regiões mais frias relatem faixas de pH 6,5 e 7,0 como ideais para bactérias, principalmente aeróbicas, nossos solos tropicais sofreram adaptações, e com pH inferiores é possível perceber a presença de bactérias ativas.

Nas amostras avaliadas foi observado relação entre concentração de P no solo e nos adubos orgânicos sólidos utilizados e número de unidades formadoras de colônias de bactérias. Quanto maior o teor de P maior o número de colônias de bactéria no solo, índices encontrados nas Tabelas 5 e 6. Resultados concordantes foram observados por Sales et al. (2008). O elemento P possui baixa disponibilidade no solo para as plantas, um dos reservatórios de P lábil no solo é o encontrado imobilizado na biomassa microbiana (fungos e bactérias). Estes afetam diretamente a habilidade das plantas em adquirirem P do solo, por meio de vários mecanismos, como os processos de mineralização e solubilização desse elemento através da

excreção de ácidos orgânicos, que atuam dissolvendo diretamente o material fosfático (MENDES; REIS, 2003).

4.2.3 Densidade populacional de fungos

Para a primeira época de avaliação (momento do manejo da mucuna) a densidade populacional de fungos foi em média de $36,6 \times 10^2$ UFC/g de solo. Na segunda avaliação (15 dias após o manejo, ou seja, no momento da distribuição dos adubos orgânicos sólidos), para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) foi obtido uma média de $34,5 \times 10^2$ UFC/g, e para o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) foi de $11,6 \times 10^2$ UFC/g.

Os resultados da terceira avaliação, ou seja, no momento do plantio da alface (40 dias após a distribuição dos adubos) e da quarta avaliação (momento da colheita, 50 dias após o plantio) encontram-se na Tabela 11.

TABELA 11. Densidade populacional de fungos para os tratamentos com adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) nas épocas de plantio e colheita da cultura da alface.

Tratamentos	Plantio		Colheita	
	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
	-----10 ² UFC/g -----			
Esterco bovino	20,20 Aa	9,80 Aa	4,20 Ab	11,80 Aa
Org. comercial	15,00 Aa	12,40 Aa	35,80 Aab	32,00 Aa
Composto	23,40 Aa	4,80 Aa	13,20 Aa	15,80 Aa
Testemunha	39,40 Aa	6,20 Ba	63,20 Aa	28,40 Ba
CV% Tratamento	24,19		43,56	
CV% Manejo	31,68		51,44	

Os tratamentos (adubos) foram incorporados ao solo 40 dias antes do plantio da alface. Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na avaliação do plantio a população de fungo não foi afetada de forma significativa pelo uso dos tratamentos. Porém comparando as formas de manejo, os índices populacionais foram maiores para o manejo I, diferindo significativamente para o tratamento testemunha. Populações maiores foram observadas com o tratamento testemunha, e menores para o tratamento com adubo orgânico comercial para o manejo I. Para o manejo II, maiores populações foram observadas com o tratamento adubo orgânico comercial e menores com tratamento composto. Para avaliação de colheita observou-se diferença significativa entre os tratamentos para o manejo I, com número superior de colônia para o tratamento testemunha, e menor com o uso de esterco bovino. Para o manejo II, a população superior foi verificada com o uso de adubo orgânico comercial e inferior também com tratamento esterco bovino.

O efeito do adubo verde incorporado ao solo foi observado para as duas épocas de avaliação, com elevação da densidade populacional no tratamento testemunha, que só expressa os efeitos do manejo da mucuna preta. Resultado contrário foi observado por Nahas (2002), que verificou diminuição desses microrganismos no solo cultivado com o adubo verde guandu.

Bettiol et al. (2002), avaliando organismos do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional nas culturas de tomate e milho, também observaram incrementos da população de fungos, bactérias e actinomicetos, com resultados maiores para o sistema de cultivo orgânico.

Os resultados verificados contrariam os observados por Meister et al. (2006), onde a população de fungos apresentou diferenças significativas na contagem de população a favor do sistema convencional (como menor quantidade de palhada que o sistema ecológico). Embora a contagem de fungo tenha sido menor para o sistema ecológico, a população de bactéria foi favorecida por esse sistema.

De acordo com Miranda et al. (1997) a presença de matéria orgânica e de material mineral pouco alterado nas camadas superficiais do solo favorece a maior aeração e disponibilidade de nutrientes, que favorece o aumento da população de bactérias e fungos. Na avaliação de plantio deste estudo a incorporação da palhada no manejo I, associada ao curto espaço de tempo, pode ter disponibilizado mais nutrientes aos fungos. Souto et al. (2008) verificaram aumento na população de fungos e bactérias, com aumento da umidade do solo, umidade esta, favorecida pela

maior disponibilidade de resíduos orgânicos decorrente do crescimento do estrato herbáceo na área, e ainda aumentado pela maior oferta de nutrientes.

Segundo Brown (2002), a biodiversidade microbiana é reflexo não somente de suprimento de nutrientes, mas de melhores condições de umidade, aeração, temperatura e pH. Bakke et al. (2001), trabalhando em duas áreas distintas na caatinga, observaram que as altas temperaturas inibiram a atividade microbiana. Souto (2002), estudando a população de fungos e bactérias em solo degradado no semi-árido da Paraíba, após a aplicação de diferentes esterco, verificaram maior população de fungos no período de menor índice pluviométrico.

Segundo Moreira e Siqueira (2002), os fungos são encontrados predominantemente em solos ácidos. Fungos filamentosos são mais tolerantes a variação de pH, crescem bem em pH de 5 a 6 e são bem adaptados em pH menor que 5. Os valores de pH deste trabalho variaram de 5,52 a 5,98, valores estes que estão dentro da faixa aceitável para o bom desenvolvimento dos fungos, por isso esse fator não foi determinante para a densidade populacional de fungos estudados.

Para Calbrix et al. (2005) o estudo da biodiversidade microbiana não é fácil devido à heterogeneidade temporal e espacial das comunidades microbianas no solo. Na realidade, a relevância de análise de biodiversidade microbiana não depende só das técnicas usadas, mas também da representatividade das amostras.

4.2.3.1 Classificação dos fungos

Nas coletas analisadas foram isolados e identificados 21 colônias com diferentes morfologias, pertencentes à cinco gêneros fúngicos: destes *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp. Segue na Tabela 12 os resultados verificados quanto à gênero observado na terceira época de avaliação (plantio da alface) e quarta época (colheita da alface).

A diversidade aumentou com o decorrer do experimento, na avaliação inicial foi verificado somente a presença de sete colônias com morfologia diferenciada pertencentes aos gêneros *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. e outros sem identificação. Na segunda avaliação foi observada a presença de nove colônias com morfologia diferenciada, pertencentes aos mesmos gêneros da avaliação inicial. Estes resultados demonstram somente o efeito da mucuna preta. Para a terceira

avaliação com efeito da mucuna preta mais os adubos orgânicos sólidos, foi observado a presença de 19 colônias morfológicamente diferentes, pertencentes aos gêneros *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., e outros sem identificação. Na avaliação de colheita onde o cultivo da alface também exerceu efeito, foram observados 21 colônias morfológicamente diferentes pertencentes aos cinco gêneros identificados.

A diversidade e predominância das populações de fungos no solo depende da diversidade de fungos em um ecossistema e de habitats com características específicas para cada espécie. Logo uma grande diversidade de espécies conduz à maior diferenciação de habitats e aumento na produtividade que como consequência aumenta a diversidade das espécies, tornando assim, as interações ecológicas próximas a estabilidade (GLIESSMANN, 2000).

A classificação e densidade populacional dos fungos estudados na terceira avaliação, ou seja, no momento do plantio da alface (40 dias após a distribuição dos adubos) e na quarta avaliação (momento da colheita, 50 dias após o plantio) são apresentados na Tabela 12.

TABELA 12. Densidade populacional (unidades formadoras de colônias por grama de solo) de gêneros de fungos observados nas épocas de plantio e colheita da cultura da alface para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação)

Época de Plantio	<i>Aspergillus</i> sp.		<i>Cladosporium</i> sp.		<i>Fusarium</i> sp.		<i>Penicillium</i> sp.		Outros	
	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
Esterco bovino	1,20Aa	0,60Aa	14,20Aa	10,60Aa	8,00Aa	4,60Aa	2,40Aa	1,20Aa	24,20Aa	10,0Aab
Org. comercial	1,40Aa	0,40Aa	7,40Aa	9,80Aa	7,00Aa	5,40Aa	0,60Aa	3,20Aa	28,80Aa	22,40Aa
Composto	0,40Aa	0,20Aa	21,80Aa	2,80Aa	6,20Aa	3,80Aa	0,00Aa	1,40Aa	34,00Aa	0,20Bb
Testemunha	1,00Aa	0,40Aa	89,20Aa	6,60Ba	4,40Aa	4,40Aa	4,00Aa	0,20Aa	19,20Aa	5,80Aab
*CV% Tratamento	38,43		95,37		33,30		59,50		29,07	
*CV% Manejo	31,82		87,92		48,81		69,59		29,57	
Época de Colheita										
Esterco bovino	0,20Aa	6,80Aa	2,80Aa	0,80Aa	1,60Ab	14,80Ab	2,40Aa	1,80Aa	4,80Aa	14,80Aa
Org. comercial	2,80Aa	9,00Aa	3,80Aa	2,80Aa	89,40Aa	68,60Aa	1,00Aa	1,80Aa	13,40Aa	13,20Aa
Composto	0,40Aa	3,00Aa	1,60Aa	4,40Aa	24,80Ab	16,40Ab	0,40Aa	0,60Aa	6,20Ba	30,20Aa
Testemunha	1,80Aa	5,60Aa	4,60Aa	6,00Aa	55,80Aa	48,00Ab	0,40Aa	1,60Aa	2,80Ba	24,80Aa
*CV% Tratamento	40,12		42,23		64,88		34,37		48,97	
*CV% Manejo	60,58		52,55		101,82		48,63		43,51	

Os tratamentos (adubos) foram incorporados ao solo 40 dias antes do plantio da alface.

Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na avaliação de plantio para o manejo I, fungos classificados como outros (sem identificação de gênero) apresentaram maior densidade populacional seguido do gênero *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus*, respectivamente, só diferindo do tratamento testemunha, onde densidades superiores foram observados para o gênero *Cladosporium*. Para o manejo II, densidades superiores foram verificados para o gênero *Cladosporium* e outros (sem identificação de gênero), com os tratamentos com esterco bovino, e o tratamento adubo orgânico comercial.

Na avaliação de colheita densidades superiores foram verificadas e o gênero *Fusarium* e com fungos classificados como outros (sem identificação de gênero), e densidades inferiores para todos os tratamentos foram verificadas para o gênero *Penicillium*. No manejo II e nesta época de avaliação verificou-se o gênero *Trichoderma* sp., para os tratamentos com esterco bovino e testemunha. O tratamento composto apresentou menores percentuais de fungos fitopatogênicos. Segundo Ethur et al. (2008), espécies de *Trichoderma* são facilmente isoladas de solos com restos de vegetais e outras formas de matéria orgânica.

Dos gêneros identificados podem ser considerados fungos fitopatogênicos: *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus* (BERGAMIN et al., 1995). Algumas espécies destes gêneros fúngicos também podem ser importantes agentes de biocontrole para outras espécies, tais como controle de *Sclerotinia sclerotiorum* por *Penicillium* spp. e *Fusarium* spp. (ZAZZERINI & TOSI, 1985), *Fusarium solani* (ILIPRONTI & MACHADO, 1993).

Os fungos do gênero *Trichoderma* sp. são antagonistas de fungos fitopatogênicos (PRADE et al., 2006). Vários estudos comprovam esta afirmação, Ethur et al., (2001) trabalhando com isolados de *Trichoderma* sp., quatro dos 12 isolados, inibiram o crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* de 95 a 100%. Para Ethur et al., (2005) a variabilidade entre isolados de *Trichoderma* sp. foi evidente, pois dos 73 isolados obtidos, 89% destes apresentaram índices variados de inibição micelial de *S. sclerotiorum*. Vale salientar que em 90% dos antagonistas utilizados há participação de diferentes espécies do gênero *Trichoderma* (BENÍTEZ, et al., 2004).

Leoni & Ghini (2003), estudando o efeito do lodo de esgoto na indução de supressividade *in vitro* a *Phytophthora nicotianae* em bioensaio com plântulas de alfafa (*Medicago sativa*), destacaram os isolados de algumas espécies de *Aspergillus* sp. e de um actinomiceto, não identificado. Para o teste de culturas

pareadas destacou-se um *Trichoderma* sp. e dois de actinomicetos por antibiose, e um *Trichoderma* sp. e três de *Aspergillus* sp. por hiperparasitismo.

Na avaliação de plantio para o manejo I, com a incorporação da mucuna preta os percentuais de fungos fitopatogênicos foram inferiores, com exceção do gênero *Cladosporium* sp. Para avaliação de colheita também foi confirmado com exceção do gênero *Fusarium* sp. De acordo com Costa et al. (2007) a incorporação ao solo, especialmente de leguminosas, diminui a incidência de doenças e a população de patógenos.

Quando analisado a população total deste trabalho em relação à incorporação da mucuna preta, observou-se aumento nas UFC/g do solo (Tabela 11), os fungos classificados como outros não foram identificados quanto à gênero, e mesmo os classificados podem exercer efeito benéficos ao solo. Por isso, mesmo com aumento das populações, o desenvolvimento da cultura não foi afetada.

Para o gênero *Fusarium* sp., no plantio os manejos e os tratamentos com adubos orgânicos sólidos não exerceram diferenças significativas. Na avaliação de colheita diferenças significativas foram observadas para os dois manejos, com densidades maiores para o tratamento com adubo orgânico comercial, e menores para tratamento com esterco bovino.

Para avaliação de plantio independente dos tratamentos houve menor população do gênero *Fusarium* sp., nas amostras de solo com menores valores de pH e saturação por bases. Resultados concordantes foram verificados por Perreira & Rossetto (2008) estudando a população fúngica em solo cultivado com amendoim influenciada pela calagem, pelo genótipo e época de amostragem.

De acordo Ferraz e Valle (1997) a mucuna pode ter efeito sobre fungos fitopagênicos, como observado em estudo com cultivares de algodão, suscetível e resistente à *Fusarium*, plantados em ambos os solos naturalmente infestados com o fungo em sucessão por 6 anos ou em rotação com amendoim ou mucuna preta plantada no primeiro e terceiro ano. Para os dois solos houve um aumento na produção de algodão plantado após amendoim e um maior aumento depois de mucuna. Neste trabalho os resultados contrariam estas afirmações, pois na avaliação de colheita, em ambos os manejos verificou-se aumento com o tratamento testemunha (somente efeito da mucuna). Provavelmente o fator tempo influenciou esses resultados, pois mesmo com os altos índices populacionais deste gênero não foi observado patogenicidade na cultura.

O biocontrole ou supressão de espécies de *Fusarium* por espécies de *Fusarium* não patogênicas e *Trichoderma* pode estar associada a competição por nutrientes (MANDEEL; BAKER, 1991). Existe uma relação entre o aumento da colonização da rizosfera por fungos não patogênicos e a supressão de doenças radiculares, ou seja, as formas não patogênicas de *Fusarium oxysporum* controlam formas patogênicas de *F. oxysporum* em uma variedade de culturas. Um dos fatores primordiais no estabelecimento de agentes de controle de fitopatógenos de raízes é a rápida produção de esporos (DOUGLAS; DEACON, 1994 ³ citado por CARDOSO FILHO; MINHONI, 2007).

Para o gênero *Aspergillus* sp. no plantio e colheita da alface os manejos e os tratamentos com adubos orgânicos sólidos não exerceram diferenças significativas. No plantio densidades superiores foram observadas com tratamento adubo orgânico comercial para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e com tratamento esterco bovino para o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação), e valores inferiores com o tratamento com composto para ambos os manejos. Na avaliação de colheita para os dois manejos as densidades superiores foram observadas com tratamento com adubo orgânico comercial, e inferiores com tratamento esterco bovino no manejo I e com tratamento composto para ao manejo II.

Rossetto et al. (2003), em estudo com contaminação fúngica de amendoim em função das doses de calcário e épocas de amostragem, verificaram densidades elevadas de UFC/g de solo dos gêneros *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. Prade et al. (2006), estudando a diversidade de fungos filamentosos e microscópicos do solo em uma plantação de *Hovenia dulcis* (uva japão), nas coletas analisadas foram isolados e identificados 15 gêneros e/ou espécies fúngicas, destas *Aspergillus niger* apresentou maior número de isolados. No presente trabalho os índices populacionais foram inferiores, as adubações e manejos não interferiram na população das espécies presentes nesse solo, bem como a cultura da alface não foi suscetível à contaminação por *Aspergillus* sp. De acordo com Ghini e Zaroni, (2001) existem solos supressivos, essa supressividade pode ser induzida por meio da

³ DOUGLAS, L.I.; DEACON, J.W. Strain variation in tolerance of water stress by *Idriella* (*Microdochium*) *bolleyi*, a biocontrol agent of cereal root and stem base pathogens. **Biocontrol Science and Technology**, v.4, p.239-49, 1994.

incorporação de antagonistas ou estímulo da sua população, tratos culturais ou outras medidas de manejo.

Para o gênero *Cladosporium* sp. no plantio o manejo exerceu diferença significativa para o tratamento testemunha, com densidade populacional superior com o manejo I. Neste manejo, índices superiores foram verificados com tratamento testemunha e inferiores com tratamento com adubo orgânico comercial, no manejo dois índices superiores foram verificados com tratamento esterco bovino e inferiores com tratamento composto. Na avaliação de colheita, no manejo I índices superiores foram verificados com tratamento testemunha, e inferiores com tratamento composto. No manejo II, índices maiores foram verificados com tratamento esterco bovino, e inferiores com tratamento testemunha. Como já foi citado anteriormente, de acordo com Costa et al. (2007), a incorporação ao solo especialmente de leguminosas, diminui a incidência de doenças e a população de patógenos, confirmando o que ocorreu na fase de colheita, onde foi observada baixa densidade para o manejo I (mucuna incorporada), contrapondo na avaliação de plantio, provavelmente pelo fator tempo.

Para avaliação de plantio os tratamentos testemunha e composto apresentaram índices mais elevados de *Cladosporium* sp., mas isso não afetou o desenvolvimento da cultura. Segundo Samson et al. (2000), algumas espécies do gênero *Cladosporium* sp. são encontrados como saprófitas, com função biológica importante na decomposição de matéria orgânica, sendo também forte competidor com outros microrganismos (DOMSCH et al. 1993; SAMSON et al., 2000).

Para o gênero *Penicillium* sp. não foi verificado diferença significativa para o manejo e os tratamentos com adubos orgânicos sólidos. Na avaliação de plantio com o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) densidades superiores foram observadas com tratamento esterco bovino e população zero com tratamento composto. Para o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) densidades superiores foram observadas com tratamento adubo orgânico comercial e densidades inferiores com tratamento testemunha. Na avaliação de colheita para o manejo I, densidades superiores foram observadas com tratamento esterco bovino e densidades inferiores com os tratamentos composto e testemunha. Para o manejo II, densidades maiores

foram observadas com tratamentos com esterco bovino e adubo orgânico comercial e densidades menores com os tratamentos composto.

Oliveira et al. (2007), estudando a população microbiana de solos sob diferentes agroecossistemas e vegetação nativa no semi-árido, um único gênero foi predominante na área reflorestada (*Stachybotry* sp.) e no solo sob pastagem (*Penicillium* spp.).

No presente trabalho também os diferentes manejos e adubações aplicadas influenciaram na densidade e diversidade de gêneros de fungos, demonstrando os efeitos e interações de diferentes manejos sobre a comunidade microbiana do solo. As variações na incidência fúngica podem ocorrer também devido à competição intra específica dos fungos (ROSSETTO et al., 2005).

4.2.3.2. Densidade populacional de actinomicetos

Na colheita no manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) para todos os tratamentos foi observada a presença de actinomicetos, com população superior para o tratamento esterco bovino (6 colônias), seguido do composto (3 colônias), e inferior para a testemunha e tratamento com composto (1 colônia). No manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) a população de actinomicetos sofreu menor incidência, com presença somente para o tratamento com composto (2 colônias), e tratamento testemunha (1 colônias). Resultados opostos foram encontrados em relação ao comportamento da população de actinomicetos por Bernardes e Santos (2006), que observam menor crescimento na fase de colheita de soja, e maior crescimento na fase vegetativa. Esse fato está diretamente relacionado à maior quantidade de biomassa na rizosfera, presente nessa época, fato que permitiu maior atuação dos actinomicetos.

Oliveira et al. (2007), estudando a população microbiana de solos sob diferentes agroecossistemas e vegetação nativa no semi-árido, verificaram que a população de actinomicetos foi mais alta em todos os tratamentos quando comparado à população fúngica e bacteriana. O solo com cultivo de palma apresentou maior número de colônias seguido do solo sob área reflorestada, leguminosas arbóreas, caatinga, e menor população com o solo sob pastagem,

comprovando a interferência das atividades agrícolas sobre a biodiversidade e os processos ecológicos do solo.

A presença de actinomicetos mesmo em pequeno número é importante para a microbiota do solo, pois os actinomicetos desempenham papel importante na degradação de substâncias normalmente não decompostas por fungos e bactérias, como fenóis, quitina, húmus e parafinas, que compõem a matéria orgânica, como na adubação verde, compostagem e esterqueira, e ainda, degradam celulose e proteína com pequena imobilização de N (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

4.2.4. População de fungos micorrízicos

Na área estudada foram identificadas duas espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), *Glomus macrocarpum* e *Scutellospora heterogama*. A população inicial de fungos micorrízicos na primeira avaliação no momento do manejo da mucuna, foi de 6,40 indivíduos/100g de solo de *S. heterogama* e 9,20 indivíduos/100g de solo de *G. macrocarpum*. Resultados semelhantes foram observados por Souza et al. (2002) trabalhando com a identificação e quantificação de fungos micorrízicos arbusculares autóctones em municípios produtores de citros no Rio Grande do Sul, onde as espécies de FMA encontradas nas amostras de solo coletadas em viveiros e pomares em ordem decrescente de ocorrência foram: *Glomus macrocarpum*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora birreticulata*, seguido de outras espécies do gênero *Glomus* sp., *Entrophospora colombiana* e *Scutellospora persica*.

Quinze dias após o manejo da mucuna, para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) foram observados 3,80 indivíduos/100g de solo de *S. heterogama* e 7,20 indivíduos/100g de solo de *G. macrocarpum*. Para o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) foram verificados 1,20 indivíduos/100g de solo de *S. heterogama* e 9,60 indivíduos/100g de solo de *G. macrocarpum*.

Mesmo em curto espaço de tempo entre as avaliações a população de fungos micorrízicos foi alterada pelo efeito da mucuna. A não incorporação do adubo verde no manejo II proporcionou aumento na população do gênero *Glomus macrocarpum*. As leguminosas estabelecem simbiose com os fungos micorrízicos e ainda têm

grande capacidade de exploração do solo, isso é de fundamental importância tanto para o equilíbrio biológico como para a reciclagem de nutrientes, proporcionando maior equilíbrio nutricional das plantas e maior resistência do sistema ao aparecimento de pragas e doenças (AMBROSANO et al., 2000).

TABELA 13. População de fungos micorrízicos (número de esporângios por 100g de solo) para os tratamentos com adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação), na época de plantio e colheita da cultura da alface

Tratamentos	Fungos Micorrízicos			
	<i>Scutellospora heterogama</i>		<i>Glomus macrocarpum</i>	
	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
Avaliação Plantio				
Esterco bovino	5,20 Aa	5,19 Aa	9,93 Aa	9,13 Aa
Org. Comercial	7,46 Aa	4,53 Aa	8,26 Aa	6,99 Aa
Composto	3,66 Ba	7,73 Aa	7,60 Aa	10,60 Aa
Testemunha	6,26 Aa	4,33 Aa	7,46 Aa	10,73 Aa
CV% Tratamento	20,77		28,00	
CV% Manejo	42,88		38,30	
Avaliação Colheita				
Esterco bovino	8,00 Aa	4,00 Aa	12,00 Aa	7,80 Aa
Org. Comercial	4,20 Aab	4,00 Aa	7,60 Aab	10,40 Aa
Composto	8,00 Aa	3,60 Ba	12,00 Ab	7,80 Ba
Testemunha	2,60 Ab	2,80 Aa	5,20 Ab	7,60 Aa
CV% Tratamento	43,15		26,69	
CV% Manejo	31,57		18,09	

Os tratamentos (adubos) foram incorporados ao solo 40 dias antes do plantio da alface. Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nas avaliações da espécie *S. heterogama*, para avaliação no momento do plantio da alface, os tratamentos com adubos orgânicos sólidos não interferiram de forma significativa na população. No manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) o tratamento com adubo orgânico comercial proporcionou índices superiores e índices inferiores foram verificados com

o tratamento com composto. No manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) foi observado populações superiores com o tratamento composto diferindo estatisticamente do manejo I, e menores índices com o tratamento testemunha. Para avaliação de colheita no manejo I, índices superiores foram observados com os tratamentos composto e esterco bovino diferindo estatisticamente do tratamento testemunha. No manejo II índices superiores foram observados com os tratamentos adubo orgânico comercial e esterco bovino e inferiores com o tratamento testemunha.

Nas avaliações da espécie *G. macrocarpum*, para avaliação no momento do plantio da alface, os tratamentos com adubos orgânicos sólidos e manejos utilizados não interferiram de forma significativa, índices maiores foram observados para o tratamento esterco bovino, e menores para o tratamento testemunha no manejo I. Para o manejo II índices maiores foram observados para o tratamento testemunha e menores com o tratamento adubo orgânico comercial. Para avaliação de colheita no manejo I, índices superiores foram observados para o tratamento composto e esterco bovino diferindo do tratamento testemunha. No manejo II índices superiores foram observados para o tratamento adubo orgânico comercial e índices menores com tratamento testemunha.

De acordo com McGonigle & Miller (1996)⁴, citado por Andreola e Fernandes (2007) o sistema de plantio direto aumenta tanto na colonização radicular quanto no número de propágulos de fungos micorrízicos, em relação ao convencional ou em sistemas em que o solo seja menos perturbado. No presente trabalho somente na fase de plantio da alface para o tratamento com composto para a espécie *S. heterogama* e para a espécie *G. macrocarpum* em algumas avaliações (Tabela 13), foi verificado aumento da população em solo menos revolvido.

É difícil correlacionar características gerais de solo com ocorrência de espécies, número de esporos e colonização micorrízica. O efeito da perturbação do solo parece ser maior quanto mais complexo for o ecossistema. Vários fatores influenciam a população micorrízica, fatores inerentes à planta, ao fungo e ao ambiente (SIQUEIRA et al., 1994). A competição por produtos fotossintetizados ou mesmo por espaço na raiz influencia a composição da comunidade. Além disso,

⁴ MCGONIGLE, T.P. & MILLER, M.H. Mycorrhizal, phosphorus absorption and yield of maize in response to tillage. **Soil Science Society of America Journal**, v. 60, n.6, p.1856-1861, 1996.

espécies menos sensíveis a fatores edáficos supressivos, como metais tóxicos, acidez, e hiperparasitas, são favorecidas e podem predominar na rizosfera (BALOTA & LOPES, 1996).

Benedetti et al. (2005), trabalhando com diversidade de fungos micorrízicos arbusculares na cultura do milho após uso de espécies de plantas de cobertura de solo, verificaram que o estabelecimento da população micorrízica foi similar entre as leguminosas, com exceção do feijão de porco, o qual proporcionou maior número de esporos no solo. Colozzi Filho e Cardoso (2000), em estudo com a identificação de FMA em raízes de cafeeiro e de crotalária cultivada na entrelinha, verificaram que o cultivo de crotalária na entrelinha do cafeeiro aumentou a concentração de esporos de FMAs na rizosfera do cafeeiro e ainda que a esporulação dos FMAs na rizosfera do cafeeiro com adubo verde e na rizosfera da crotalária foi maior que no controle.

A micorrização pode ser inibida por excesso de fertilidade e os macronutrientes que exercem efeitos mais acentuados são o nitrogênio e fósforo. A disponibilidade de P controla o grau de colonização micorrízica (SOUZA et al., 2002) e, como a reserva de nutrientes no esterco é elevada, o uso exagerado pode reduzir ou eliminar a colonização. No presente trabalho as doses dos tratamentos foram iguais na quantidade de N, mas o diferente grau de mineralização em conjunto com os nutrientes disponíveis no solo podem ter influenciado nos resultados.

A adição de esterco ao solo por um lado beneficia a associação micorrízica estimulando o crescimento radicular do hospedeiro, mas por outro lado pode prejudicar o estabelecimento da micorriza pelo aumento na disponibilidade de P no substrato (SILVEIRA & GOMES, 2007). Assim como os FMAs influenciam a comunidade microbiana na rizosfera, o inverso também é verdadeiro. Sena et al. (2004), estudando características fisiológicas e crescimento de mudas de citros micorrizadas com altas doses de fósforo, verificaram com doses mais altas de P, redução no crescimento, na transpiração e matéria seca da parte aérea, quando comparadas com o controle não micorrizado.

A adição de doses de matéria orgânica ao solo pode estimular ou inibir a esporulação de FMA como pode ser verificado na (Tabela 13). Silva et al. (2006a), em trabalho com plantas ornamentais, nas duas espécies estudadas, o uso de vermicomposto favoreceu o desenvolvimento das plantas, mas reduziu a colonização nos dois hospedeiros e a esporulação de *Acaulospora longula*, enquanto os demais FMA tiveram a reprodução inalterada pela adição do adubo

orgânico. Trindade et al. (2003), observaram que o uso de doses reduzidas de esterco (5%) favoreceram a colonização por *Gigaspora margarita*.

Os levantamentos da diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) com a contagem dos esporos no solo são importantes para o reconhecimento do potencial desse solo, mas além dessa identificação de espécies, seria adequado determinar a capacidade infectiva e o número mais provável de propágulos infectivos. Por isso, no presente trabalho é possível que o aumento na concentração de esporos tenha possibilitado aumentos no potencial de inóculo natural do solo, mas os tratamentos que proporcionaram maiores populações podem não ter contribuído para o processo de colonização, pois comparando as avaliações das características agronômicas da planta (que serão apresentadas nas Tabela 15 e 16), nem todas as parcelas com maiores índices de esporos apresentaram melhores índices agronômicos.

4.2.5. População de nematóides saprófitas e fitopatogênicos

Foram identificados nematóides saprófitas e dois gêneros de nematóides fitopatogênicos, *Aphelenchoides* e *Helicotylenchus*. A população inicial no momento do manejo da mucuna foi em média de 17,60 indivíduos/100g de solo de nematóides saprófitas e 25,60 indivíduos/100g de solo do gênero *Helicotylenchus*.

Na segunda avaliação, 15 dias após o manejo da mucuna, ou seja, no momento da distribuição dos adubos orgânicos sólidos, para o manejo I foram observados 13,60 indivíduos/100g de solo nematóides saprófitas, e 12 indivíduos/100g de solo do gênero *Helicotylenchus*. Para o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação) foram verificados 10,40 indivíduos/100g de solo de nematóides saprófitas e 15,80 indivíduos/100g de solo do gênero *Helicotylenchus*. O gênero *Aphelenchoides* só foi verificado a partir da terceira avaliação, no momento do plantio da cultura da alface. Os manejos utilizados afetaram a população de nematóides no solo, reduzindo, de forma geral, as populações.

TABELA 14. População de nematóides (indivíduos por 100g de solo) saprófitas e fitopatogênicos para os adubos orgânicos sólidos, para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) e manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação), na época de plantio e colheita da alface

População de Nematóides						
Tratamentos	Nematóides Saprófitas		Nematóides Fitopatogênicos			
			<i>Aphelenchoides sp.</i>		<i>Helicotylenchus SP.</i>	
Avaliação Plantio	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
Esterco bovino	9,20 Ab	5,80 Aab	0,86 Aa	2,40 Aa	9,00 a	7,60 a
Org. comercial	9,40 Ab	16,60 Aa	1,86 Aa	0,53 Aa	8,46 a	6,46 a
Composto	20,80 Aa	0,70 Bb	1,86 Aa	2,60 Aa	6,73 Ba	22,46 Aa
Testemunha	24,00 Aa	0,70 Bb	3,00 Aa	0,80 Aa	7,40 a	14,46 a
CV% Tratamento	56,64		43,36		48,34	
CV% Manejo	52,19		49,38		49,17	
A valiação						
Colheita						
Esterco bovino	7,80 Aa	10,00 Aa	5,60 Aab	5,60 Aa	27,60 Aab	21,60 Aa
Org. comercial	7,40 Aa	5,60 Aa	4,20 Ab	5,20 Aa	29,80 Aab	21,80 Aa
Composto	10,60 Aa	8,40 Aa	7,60 Aa	4,00 Ba	56,40 Aa	24,40 Ba
Testemunha	5,40 Aa	3,80 Aa	4,20 Ab	3,80 Aa	18,60 Ab	21,60 Aa
CV% Tratamento	40,27		25,96		29,66	
CV% Manejo	23,79		13,73		27,44	

Os tratamentos (adubos) foram incorporados ao solo 40 dias antes do plantio da alface. Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na avaliação de plantio, os manejos e os tratamentos com adubo orgânico sólido influenciaram de forma significativa na população de nematóides saprófitas. No manejo I para o tratamento com composto e tratamento testemunha foi observado maiores índices populacionais. No manejo II, populações mais elevadas foram verificadas com tratamento com adubo orgânico comercial, diferindo do tratamento com composto e tratamento testemunha. Na avaliação de colheita os manejos e os tratamentos não influenciaram de forma significativa. Para os dois manejos, populações superiores foram verificadas com o tratamento composto e tratamento esterco bovino, e inferiores com o tratamento testemunha.

Comparando as duas épocas de avaliação verificou-se redução para quase todos os tratamentos na avaliação de colheita. Pujol et al. (2003), estudando a população de nematóides em sistema de cultivo orgânico de batata, soja, feijão e milho, verificaram que a população de nematóides diferiu significativamente entre os tratamentos para as culturas de batata, soja e milho, porém, isto não ocorreu na cultura do feijão, demonstrando que a cultura pode interferir nas populações de nematóides.

Na contagem da população do gênero *Aphelenchoides* os manejos e os tratamentos não influenciaram de forma significativa na avaliação do plantio, índices populacionais superiores foram verificados com o tratamento testemunha para o manejo I e com tratamento com composto para o manejo II. Na avaliação de colheita os manejos e os tratamentos com adubo orgânico sólido influenciaram significativamente. Para o tratamento composto, a incorporação da mucuna proporcionou aumentos significativos quando comparado com manejo II, não incorporado, diferindo do tratamento com adubo orgânico comercial e tratamento testemunha. No manejo II populações superiores foram verificadas com o uso de esterco bovino e inferiores com tratamento testemunha.

Silva et al. (2006b), avaliando o efeito da solarização, adubações químicas e orgânicas no controle de nematóides em alface sob cultivo protegido, identificaram nove gêneros de nematóides (*Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Criconebella*, *Paratrichodorus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Tylenchus*, e *Ditylenchus*). Os gêneros *Aphelenchus*, *Tylenchus* e *Helicotylenchus*, na avaliação após colheita, não foram observados no tratamento com adubação química na forma de N amomiacal (N-NH₄) seguido de solarização, no entanto, estavam presentes no experimento não solarizado, concordando com os resultados deste trabalho onde após a colheita os tratamentos com adubações orgânicas não tiveram efeito supressivo na população dos nematóides fitopatogênicos.

Na contagem da população do gênero *Helicotylenchus*, o manejo influenciou de forma significativa para o tratamento com composto, nas duas épocas avaliadas, com índices populacionais superiores no manejo II na avaliação de plantio e com índices populacionais superiores para o manejo I na avaliação de colheita. No plantio os tratamentos não influenciaram de forma significativa, populações superiores foram verificadas com tratamento esterco bovino para o manejo I e com tratamento com composto para o manejo II, e populações inferiores foram

verificadas com tratamento composto para o manejo I e com tratamento adubo orgânico comercial para o manejo II. Na colheita populações maiores foram verificadas com tratamento com composto para ambos os manejos e inferiores para tratamento testemunha no manejo I e tratamento com esterco bovino e tratamento testemunha no manejo II.

Neste trabalho o gênero *Helicotylenchus* na época de plantio, verificou-se uma redução na sua população, uma provável explicação para a redução da população de nematóides no solo pela adição de matéria orgânica é a liberação de compostos tóxicos durante a sua decomposição e o favorecimento de populações de inimigos naturais (RICCI et al., 2000). De acordo com Alves et al. (2007), uma hipótese a ser estudada é que com a adição de adubos orgânicos ao solo, as plantas cultivadas se desenvolvam mais vigorosamente, com sistemas radiculares maiores e assim toleram uma carga maior de nematóides.

Bringel & Silva (2000), estudando efeitos antagonísticos de algumas espécies de plantas a *Helicotylenchus multincinctus*, observaram redução significativa na população de nematóide do solo com o uso de *Crotalaria spetabilis*, *C. juncea*, *Mucuna aterrina*, *M. nivea*, arroz, milho e caupi, concordando com os resultados deste trabalho, onde com o uso de mucuna preta no tratamento testemunha foi verificado redução da população de nematóides quando comparada com a população inicial. Furlanetto et al. (2008), estudando a reação de adubos verdes de verão *Crotalaria juncea*, *Mucuna aterrima*, *Mucuna deeringian* e *Canavalia ensiformis* ao nematóide *Tubixaba tuxaua* verificaram diminuição na população destas espécie tanto em vasos como a campo.

De acordo com Lopes et al. (2005b), estudos envolvendo a incorporação de materiais vegetais no controle de nematóides têm sido realizado com sucesso, mas essa redução depende do tipo e da quantidade de material vegetal a ser incorporado. Para promover o manejo dos fitonematóides é necessário conhecer a relação C/N e a produção de massa fresca e seca da espécie, mudanças no pH do solo decorrentes do uso dessas espécies como cobertura, bem como o teor de matéria orgânica (RITZINGER; FANCELLI, 2006). Assim sendo com a adubação verde é possível recuperar a fertilidade do solo promovendo alterações nas propriedades químicas e físicas, e controlar os nematóides, e no caso das leguminosas incorporar nitrogênio ao solo pela fixação biológica (AMBROSANO et al., 2000).

A aplicação de matéria orgânica pode, por si só, promover benefício às plantas com relação à sua nutrição, bem como favorecer a manutenção de umidade, diminuindo o estresse hídrico, assim a cultura poderá tolerar a presença dos fitoparasitas, sem apresentar queda acentuada da sua produção (RITZINGER; FANCELLI, 2006). Elevados conteúdos de matéria orgânica no solo também estimulam a atividade microbiana e aumentam a presença e atividade de microrganismos benéficos do solo, antagonistas aos nematóides, além do mais a decomposição dos resíduos resulta no acúmulo de compostos específicos que podem ter ação nematicida (PEREIRA, 2006).

A eficácia da matéria orgânica depende da sua natureza, relação C/N, do favorecimento ao crescimento e desenvolvimento de espécies antagônicas existentes no solo, dos metabólitos liberados por meio de sua decomposição e da quantidade do material aplicado, da espécie do fitonematóide presente, ou a condição da cultura, com relação à sua adaptabilidade e o tipo de solo (RITZINGER; FANCELLI, 2006).

A população de nematóides fitoparasitas muitas vezes tem sido correlacionada com a atividade de fungos e bactérias presentes em resíduos orgânicos adicionados ao solo (ASMUS et al., 2002). No presente trabalho foi verificada diminuição da população de bactéria na colheita para ambos os manejos e diminuição na população de fungos, com exceção do tratamento com adubo orgânico comercial. Quando relacionado com a população de nematóides na mesma época de avaliação, verifica-se aumento na população dos fitoparasitas e diminuição dos saprófitas para o manejo I (Tabelas 10 e 11).

4.3. Características Fitométricas da Planta

4.3.1. Área de projeção de saia e número de folhas

Os manejos e os tratamentos com adubos orgânicos sólidos exerceram efeito significativo na área de projeção de saia e número de folhas (Tabela 15), estes resultados decorreram, provavelmente, do efeito da matéria orgânica melhorando as propriedades do solo, resultando no maior crescimento e desenvolvimento da cultura.

TABELA 15. Projeção de saia e número de folhas para os dois manejos da mucuna preta e diferentes tratamentos com adubos orgânicos sólidos, nas avaliações de plantio e colheita da cultura da alface

Tratamentos	Área de projeção (cm ²)		Número de folhas	
	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
Esterco bovino	830,11 Bb	1142,56 Aa	22,35 Bba	24,40 Aba
Adubo Comerc.	1047,80 Aa	1129,24 Aa	24,65 Aa	24,80 Aa
Composto	886,80 Ab	983,18 Ab	21,65 Aab	22,10 Abc
Testemunha	760,38 Ab	781,04 Ac	19,55 Bc	21,80 Ac
CV% Tratamento	18,68		10,42	
CV% Manejo	8,36		6,12	

Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O tipo de manejo do adubo verde possibilitou diferença estatística com o tratamento esterco bovino, para as duas variáveis avaliadas, e ainda com o tratamento testemunha para a variável número de folhas. Para os demais tratamentos, valores superiores foram verificados com o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação). Sena et al. (2006), avaliando o preparo do solo, o efeito residual de adubos orgânicos e uso de biofertilizantes na produção orgânica de alface (*Lactuca sativa* L.), verificaram diferença significativa nas características fitotécnicas, peso fresco total da parte aérea, peso fresco comercial e número de folhas, com o uso do plantio direto apresentando melhores resultados. Concordando com resultados deste trabalho onde o adubo verde manejado sem o revolvimento do solo, proporcionou valores superiores.

Para variável área de projeção no manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros) foram verificados valores superiores com o uso de adubo orgânico comercial, diferindo estatisticamente dos demais. No manejo II a maior área de projeção foi verificada com o tratamento esterco bovino, não diferindo estatisticamente do tratamento com adubo orgânico comercial, e a testemunha apresentou valores inferiores à todos os tratamentos. Para variável número de folhas para os dois manejos, foi observado valor superior com o uso do tratamento com adubo orgânico comercial, que não diferiu do tratamento esterco bovino.

Souza et al. (2006) e Castilhos et al. (2007), em experimento com alface adubada com vermicompostos de codorna, bovino, eqüino, suíno, ovino, borra de café, erva mate, adubo químico e testemunha, obtiveram maiores valores com o uso de vermicomposto oriundos de resíduos animais, e estes tratamentos proporcionaram maior número de folha e área de projeção com o vermicomposto suíno, eqüino, codorna e bovino, e valores de área superiores aos encontrados neste experimento.

Os resultados encontrados neste trabalho concordam com os resultados observados por Vitória et al. (2006) trabalhando com alface e vermicompostos de ovino, eqüino e codorna com três dosagens, para área foliar e número de folha, e por Texeira et al. (2006) trabalhando com alface e vermicomposto líquidos, verificaram para a variável número de folhas e área foliar maiores valores com tratamento com vermicomposto bovino.

Porto et al. (1999), trabalhando com fontes de matéria orgânica na produção de alface observaram que o diâmetro e o número de folhas aumentaram com as doses de matéria orgânica. Este resultado e os do presente trabalho decorrem, provavelmente pelo efeito da matéria orgânica, melhorando as propriedades do solo, resultando em melhor desenvolvimento das plantas, e em função da maior disponibilidade de nutrientes do tratamento com adubo orgânico comercial.

4.3.2. Massa fresca e seca da parte aérea

O manejo não influenciou de forma significativa, foram verificadas valores superiores para o não revolvimento do solo no manejo II, nas duas características avaliadas, indicando que a cultura da alface não é dependente do revolvimento o solo e incorporação das plantas de cobertura (Tabela 16). Confirmando estes resultados Cunha (2003), em experimento com alface sob diferentes manejos, e adubações com composto, cama de frango, adubação química, folhas de guandu e testemunha sem adubação, verificaram que os fatores preparo do solo e inoculação de biofertilizante não tiveram influencia significativa, e que as práticas com cultivo reduzido foram semelhantes as convencionais com revolvimento.

TABELA 16. Massa fresca e seca totais da parte aérea para os dois manejos da mucuna preta e diferentes tratamentos com adubos orgânicos sólidos, nas épocas de plantio e colheita da cultura da alface

Tratamentos	Massa fresca total da parte aérea (g/planta)		Massa seca total da parte aérea (g/planta)	
	Manejo I	Manejo II	Manejo I	Manejo II
Esterco bovino	178,25 Aab	212,00 Abc	16,08 Aa	17,51 Aa
Adubo Comerc.	213,25 Aa	225,75 Ac	17,57 Aa	18,17 Aa
Composto	157,00 Ab	166,75 Aab	16,66 Aa	16,32 Aa
Testemunha	135,50 Ab	155,00 Aa	15,57 Aa	15,99 Aa
CV% Tratamento	23,11		13,28	
CV% Manejo	12,42		7,59	

Letras iguais minúscula na coluna para o tratamento e maiúscula na linha para o manejo, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve diferença significativa para os valores de massa fresca total da parte aérea para o manejo I (roçada da mucuna, incorporação do material vegetativo e levantamento de canteiros), com valor superior obtido com o adubo orgânico comercial diferindo da testemunha e do tratamento composto. Para o manejo II houve diferença significativa entre os tratamentos, e os maiores valores encontrados foram com os tratamentos com adubo orgânico comercial e esterco bovino, igualmente no plantio, diferindo da testemunha e do tratamento composto. Para a massa seca total da parte aérea os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si em ambos os manejos.

Resultados discordantes foram encontrados por Brasil et al. (2007) com diferentes dosagens de esterco bovino e testemunha sem adubação, cujos valores não foram significativos para a variável peso fresco, mas apenas para peso seco em todas as dosagens.

Junchen (2000), em experimento com efluentes tratados de agroindústria de leite no cultivo de alface, também verificou que seu tratamento controle, sem adição de nutrientes, foi estatisticamente inferior aos demais. Souza et al. (2006) observaram maiores valores para massa fresca e seca com o uso de vermicomposto oriundos de resíduos animais, e estes tratamentos proporcionaram resultados superiores para vermicomposto suíno, eqüino, codorna, ovino e bovino. Os valores

encontrados por estes autores com o uso de esterco bovino foram inferiores a este trabalho. Texeira et al. (2006), trabalhando com alface e vermicomposto líquidos, verificaram para as variáveis peso fresco e peso seco da parte aérea maiores valores com tratamento com vermicomposto bovino.

Castilhos et al. (2007), trabalhando com a alface verificaram que os tratamentos que receberam vermicompostos originados de esterco suíno e equino proporcionaram maior produção de matéria seca por planta, com um incremento médio de 25 % quando relacionados aos demais vermicompostos de origem animal e adubação mineral, e 100 % quando comparados aos vermicompostos de origem vegetal e ao tratamento testemunha. Concordam com estes resultados, Krolow et al. (2003) que, utilizando resíduos orgânicos de origem animal e vegetal na produção de alface, obtiveram maiores respostas para massa seca da parte aérea com adubo de origem animal.

Diversos autores relatam que a aplicação de adubos orgânicos proporcionam aumento na produtividade e qualidade da alface. A aplicação de esterco de cama de aviário aumentou o rendimento de matéria seca em plantas de alface (NICOULAUD et al., 1990). Yuri et al. (2004) observaram para massa fresca comercial, a máxima produtividade, obtida com a dose de 56,1 t/ há de cama de aviário.

Cunha et al. (2003) e Cunha et al. (2006), em experimento com alface sob diferentes manejos e adubações com composto, cama de frango, adubação química, folhas de guandu e testemunha, observaram valores superiores de peso fresco total de parte aérea para o tratamento químico e uso do guandu e ambos superiores aos demais. Para o peso seco total da parte aérea, os tratamentos químico, guandu, composto e testemunha se mostraram superiores e iguais estatisticamente. Relacionando com este trabalho o efeito da mucuna preta, observado no tratamento testemunha foi inferior aos demais, mas não de forma significativa, então o uso de adubos verdes de forma incorporada ou não se mostra como uma alternativa para a produção orgânica de alface, pois os valores superiores observados com os demais tratamentos, podem estar associado ao uso da mucuna preta presente em todos os tratamentos.

Com o uso do adubo orgânico comercial (80% de esterco de frango) foram observados valores superiores de massa fresca e seca, possivelmente a característica do esterco de frango de em curto prazo disponibilizar nutrientes proporcionou esses resultados.

5. CONCLUSÕES

- O adubo orgânico comercial seguido do composto, foram os resíduos que proporcionaram valores superiores de matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, CTC, V e pH. Para a acidez potencial índices superiores foram observados com esterco bovino e composto, e inferiores com adubo orgânico comercial. O manejo diferenciado do adubo verde possibilitou resultados semelhantes, demonstrando o potencial para a cultura da alface em plantio direto sobre a palhada sem revolvimento e levantamento de canteiros.

- O sistema de manejo com o corte da mucuna sem incorporação proporcionou resultados superiores de biomassa microbiana na etapa de colheita da alface para todos os tratamentos, com melhores resultados para o tratamento composto.

- A população de bactérias foi aumentada pelos diferentes manejos, adubos aplicados e época de avaliação. Na época de plantio os índices populacionais foram superiores para o manejo com incorporação da mucuna preta, independente do adubo utilizado, para avaliação de colheita índices superiores também foram observados com este manejo exceto com o tratamento composto.

- Para população de fungos o manejo com a incorporação da mucuna preta, se mostrou mais eficiente, aliado ao uso de adubo orgânico comercial e tratamento testemunha. O manejo com incorporação da mucuna preta e tratamento com composto se mostraram favoráveis para aumento da população de fungos micorrízicos.

- O tratamento com composto seguido da incorporação da mucuna preta, e com tratamento esterco bovino sem incorporação da mucuna, proporcionaram população superiores de nematóides saprófitas, enquanto a incorporação da mucuna ao solo aumentou as populações de fitonematóides.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados verificados com o uso de adubos verdes, sem revolvimento, como cobertura do solo, demonstram grande potencial na proteção do solo e capacidade produtiva, demonstrado pelo melhor desenvolvimento da cultura da alface, pois mesmo não havendo diferença significativa para todos os tratamentos, valores superiores foram verificados com o manejo II (roçada da mucuna, sem incorporação), maiores teores de massa seca foram observados com esse manejo, mantendo assim o valor nutricional deste alimento. Este manejo proporciona redução de mão de obra, redução de custos de produção e ainda traz benefícios ao meio ambiente.

Quanto ao uso de adubos orgânicos sólidos, o tratamento com esterco bovino e composto mesmo sendo inferiores em relação ao tratamento com adubo orgânico comercial essa diferença não foi estatística para algumas características avaliadas, demonstrando que com o uso de adubos existentes na propriedade é possível minimizar os gastos com adubações e alcançar resultados produtivos satisfatórios. Além disso, o adubo orgânico comercial possui grande percentual de esterco de frango, aplicações sucessivas poderiam comprometer características do solo, pois o uso de esterco de ave fresco pode comprometer qualidades físicas e microbiológicas do solo, experimentos a longo prazo seriam adequados para a confirmação dessa hipótese.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU Jr., C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F.C.; Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions saturação por bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.813-824, out./dez. 2001.

ABREU Jr., C.H.; MURAOKA, T. & OLIVEIRA, F.C. Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 26, p. 769-780, 2002.

ALCANTRA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A. & MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p. 277-288, 2000.

ALCANTARA, R. M. C. M. de.; ARAÚJO, A. M. S.; LIMA, A. A.; HAIM, P. G.; SILVA, E. E. da. Avaliação da biomassa microbiana do solo em sistemas orgânicos. Resumos do V CBA Manejo de Agroecossistemas Sustentáveis. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n.2, out. 2007.

ALENCAR. C.M. de. **Produtividade da alface americana (*Lactuca sativa L*). Em Três Sistemas de Irrigação**. Botucatu, 2003. 68p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista “ Julio de Mesquita Filho” Faculdades de Ciências Agrônomicas Campus de Botucatu.

ALVES, F.R.; FREITAS, L.G.; MARTINELLI, P.R.P.; MEIRA, R.M.S.A., FERRAZ, S., DEMUNER, A.J., BORGES, E.E. DE L., JESUS JÚNIOR, W.C. Efeitos de diferentes níveis de matéria orgânica no solo e de inóculo sobre a interação planta-*Meloidogyne* spp. e a produção massal de *Pasteuria penetrans*. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.4, p.397-401, 2007.

ALTIERI, M., **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: 2002. 592p.

AMADO, T. J.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S.B.; BAYER, C. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 24, n.1, p. 179-189, 2000.

AMBROSANO, E.J.; MURAOKA, T.; AMBROSANO, G.M.B.; TRIVELIN, P.C.º; WUTKE, E.B.; TAMISO, L.G. **O papel das leguminosas para adubação verde em sistemas orgânicos**. In: Curso regional de agricultura orgânica/adubação verde para agricultura orgânica. Piracicaba-SP, p.17-76, 2000.

AMBROSANO, E. J.; GUIRADO, N.;CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R.; MENDES, P. C. D.;ROSSI, F.; AMBROSANO, G. M. P.; ARÉVALO, R.A.;SHAMMAS, E. A.; JUNIOR, I. A; FOLTRAN, D. E. Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto. **Informações Agronômicas** (Encarte técnico) nº 112 – dezembro/2005.

ANDRADE, D. S.; COLOZZI-FILHO, A.; PAVAN, M. A.; BALOTA, E. L.; CHAVES, J. C. Atividade microbiana em função da calagem em um solo cultivado com cafeeiro. **Revista Brasileira Ciência do solo**. v. 19, p.191-196, 1995.

ANDRADE, D. S.; MURPHY P. J.; GILLER K. E. Effects of liming and legume/cereal cropping on populations of indigenous rhizobia in an acid Brazilian oxisol. **Soil Biology Biochemistry**, v. 34, p.477-485, 2002.

ANDRÉA , M. M. & HOLLWEG M. M. J. Comparação de Métodos para determinação de biomassa microbiana em dois Solos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, p.981-986, 2004.

ANDREOLA, F. & FERNANDES, S. A. P. A Microbiota do Solo na Agricultura Orgânica e no Manejo das Culturas. In: SILVEIRA, A. P. D. da. & FREITAS, S. dos S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007. Cap. 2. p. 21-39.

ARAÚJO, A. S. F. de; MONTEIRO, R. T. R; Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, Jul./Set. 2007.

ASSIS R. L. de. **Agroecologia no Brasil: análise do processo de difusão e perspectivas**. Campinas, 2002. 150p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas.

ASSIS R. L. de. Globalização, desenvolvimento sustentável e ação local: o caso da agricultura orgânica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v. 20, n. 1, p. 79-96, jan./abr. 2003.

ASMUS, G.L.; INOWE, T.S.; ANDRADE, P.J.M. Efeito da cama de frangos de corte sobre a reprodução de *Meloidogyne javanica* e o crescimento de plantas de tomateiro. **Nematologia Brasileira**. Dourados – MS, v. 26, n.1, p. 21-25. 2002.

BAKKE, I.A.; LIRA, J.E. de; OLIVEIRA, V.M. de; LEITE, R.M.B.; SOUTO, P.C.; MAIA, E.L.; SOUTO, J.S.; ARAÚJO, G.T. de. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba. In: ENCONTRO NORDESTINO DE BIOGEOGRAFIA – ENB, 2., Maceió. **Anais**, Maceio: UFAL, 2001. p. 225-231.

BALOTA, E.L.; ANDRADE, D.S. & COLLOZI-FILHO, A. Avaliações microbiológicas em sistemas de preparo de solo e sucessões de culturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO, 11., Ponta Grossa, 1996. Resumos expandidos. Ponta Grossa, IAPAR-PR, 1996. p.12-14.

BALOTA, E.L.; LOPES, E.S. Introdução de fungo micorrízico arbuscular no cafeeiro em condições de campo: I. Persistência e interação com espécies nativas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, p.217-223, 1996.

BALOTA, E.L.; COLOZI-FILHO, A.; ANDRADE D.S. 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.; LOPES, E.S.; HUNGRIA, M.; DÖBEREINER, J. Ocorrência de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares na cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1265-1276, 1999.

BARNETT, H.L. & BARRY, B.H. **Illustrated Genera of Imperfect fungi**. Fourth Edition . St. Paul. 1998.218p.

BARROTI, G.; NAHAS, E. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.2043-2050, 2000.

BENEDETTI, T.; ANTONIOLLI, Z. I.; GIRACCA, E. M. N.; STEFFEN, R. B. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares na cultura do milho após uso de espécies de plantas de cobertura de solo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1, p. 44-51, 2005.

BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A.M.; LIMÓN, M.C. & CODÓN, A.C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v.7, n.4, p. 249-260, 2004.

BERGAMIN, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: AgronômicaCeres, 1995. 919p.

BERNARDES, C. M. & SANTOS, M. A. dos. População microbiana como indicadora de interferência de diferentes manejos de solos de cerrado com cultivo de soja **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 7-16, Mai/Aug. 2006.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J. A. H.; LIGO, M. A. V.; MINEIRO, J. L. de C. Soil Organisms In Organic And Conventional Cropping Systems. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.565-572, jul./set. 2002.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, J. M.; CAMARGO, F. A. de OLIVEIRA. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. 328p.

BOER, C. A.; ASSIS, R.L. de.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L.B.; FILHO, A. C.; PIRES, F.R. Ciclagem de Nutrientes por Plantas de Cobertura na Entressafra em um Solo do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n 9, p.1269-1276, set. 2007.

BOPAIAH, B.M. & SHETTI, H.S. Soil microflora and biological activities in the rhizospheres and root regions of coconutbased multistoreyed cropping and coconut monocropping systems. **Soil Biologic Biochem.**, v. 17, p. 297-302, 1991.

BORGES, L.M. **Controle de viroses em alface por meio de métodos integrados de manejo da cultura**. Botucatu, 2006.118f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “ Julio de Mesquita Filho” Faculdades de Ciências Agronômicas Campus de Botucatu.

BRASIL, M. V.; VITTI, M. R.; MORSELLI, T.B.G. Efeito da adubação orgânica em alface cultivada em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.2, n.1, p.1312-1315 fev. 2007.

BRASIL-BATISTA, C. **Efeito do *Bacillus thuringiensis* sobre os grupos de microrganismos funcionais na rizosfera de milho e sorgo**. Londrina, 2003 (Tese de Mestrado) Universidade Estadual de Londrina.

BRINGEL, J.M.M & SILVA, G.S. Efeito antagônico de algumas espécies de plantas a *Helicotylenchus multincinctus*. **Nematologia Brasileira**, Maranhão, v. 24, n.2, p.179-181, 2000.

BRITO, O, R.; VENDRAME, P. R. S.; BRITO, R. M. Alterações das propriedades químicas de um latossolo vermelho distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2005.

BROWN, G.G. Papel das interações biológicas no funcionamento edáfico: interações entre a fauna e os microrganismos do solo. In: FERTIBIO, Rio de Janeiro, 2002. **Anais**, 2002, p. 1-4.

BULLUCK, L. R. et. al., Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.19, n.2, p.147-160, 2002.

BURIN, A. **Desenvolvimento do sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) e do feijão (*Phaseolus vulgaris*) em resposta a diferentes adubações (orgânica e mineral)**. Marechal Cândido Rondon, 2002. 61p. Trabalho acadêmico (TCC) Agronomia, Universidade do Oeste do Paraná.

CALBRIX, R.; LAVAL, K.; BARRAY, S. Analysis of the potential functional diversity of the bacterial community in soil: a reproducible procedure using sole-carbon-source utilization profiles. **European Journal of Soil Biology**, v. 41, n.1-2, p.11–20, 2005.

CALEGARI, A., ALCÂNTAR. P. B., MIYASAKA. S., AMADO. T.J. C. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: CALEGARI, A., MONDARDO A., BULISANI, E. A., WILDNER, L. do P., COSTA, M. B. da C., ALCÂNTAR. P. B., MIYASAKA. S., AMADO, T. J. C. **Adubação Verde no Sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. Cap.III. 207-324.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L.P.; COSTA, M.B.B.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, J.T. Aspectos gerais da adubação verde. In: Costa, M.B.B. (coord.) **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: AS-PTA. 1993, 346p.

CALEGARI, A. Coberturas verdes em sistema de produção. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000, Dourados. **Anais**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste: Embrapa Agrobiologia, 2000. p141-153.

CALEGARI, A. Crop rotation and cover crop on-tillage. In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE, 2., Foz do Iguaçu, PR, Brazil. August, 11-15. 2003. Anais. Foz do Iguaçu, FEBRAPDP, FAO, CAAPAS, CIRAD, 2003. v. I, p. 114-117. Extended Summary.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: **Sistema Plantio Direto com Qualidade**. Londrina : IAPARA, Foz do Iguaçu : Itaipu Binacional, 2006.

CARDOSO, E.J.N.; **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do solo. 1992, 360p.

CARDOSO, M. O. Método para quantificação da biomassa microbiana do solo. **Agropecuária Técnica**, v.25, n.1, p.1-12, 2004.

CARDOSO, E. J. B. N. & NOGUEIRA, M. A. A rizosfera e seus efeitos na comunidade microbiana e na Nutrição de Plantas. In: **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Editoras: SILVEIRA, A. P. D. da & FREITAS, S. dos. S. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007a. 312 p.

CARDOSO FILHO, J. A . & MINHONI, M. T. de A. Interações microbianas e controle de fitopatógenos na rizosfera. In: SILVEIRA, A. P. D. da. & FREITAS, S. dos. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007b. Cap. 13. p.239-259. 2007.

CASTAÑO, D. R.T. La biodiversidad microbiana del suelo, um mundo por descubrir. **Revista Luna Azul**. Manizales, p.09-18, 2004.

CASTILHOS, D. D. ; SOUZA, L. M. DE ; MORSELLI, T. B.G. A. ; CASTILHOS, R. M. V. Alterações químicas no solo e produção de alface decorrentes da adição de vermicompostos. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 19, n. 2, p.143-149, abr./jun., 2007.

CASTRO, C. M, ALVES, B. J.R., ALMEIDA, D.L., RIBEIRO, R.L.D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.779-785, ago.2004.

CEAGESP. **Proposta paulista de classificação da alface**: programa paulista para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros. São Paulo, 1999.

CHAVES L. H. G.; TITO G. A.; CHAVES I. B.; LUNA J. G. & SILVA P. C. M. Propriedades químicas do solo aluvial da Ilha de Assunção – Cabrobó (Pernambuco). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 28, p. 431-437, maio/jun. 2004.

COLLOZI-FILHO, A.; BALOTA, E.L. Micorrizas Arbusculares. In: EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília, DF: 1994. Cap 20. 383-418.

COLOZZI FILHO, A. & CARDOSO, E. J. B. N. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalária cultivada na entrelinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.2033-2042, out. 2000.

COLLOZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S. Organismos do solo e atividade microbiana no solo no Plantio Direto. In: **Sistema Plantio Direto com Qualidade**. Londrina : IAPAR, Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2006.

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**, Viçosa, v.29, p.777-788, Set./out. 2005.

CORRÊA, M. C. de; FERNANDES, G. C.; PRADO, R. de M. 3,4; NATALE, W. Propriedades químicas do solo tratado com resíduo orgânico da indústria processadora de goiabas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 2, p. 241-243, abr-jun, 2005.

COSTA, L. A. M. **Adubação orgânica na cultura do milho: parâmetros fitométricos e químicos**. Botucatu, 2005.121 p. Tese (Doutorado) – Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdades de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu.

COSTA, H.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Doenças de hortaliças que se constituem em desafio para o controle. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M.C., COSTA, H. **Manejo integrado das doenças e pragas: Hortaliças**. Viçosa: UFV, cap. 8, p. 319-348, 2007.

CUNHA, F.A.D. da. **Avaliação de preparo de solo, adubos orgânicos e biofertilizante na produção orgânica da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)**. Maringá, 2003. 44p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá – UEM.

CUNHA, F.A.D. da; MOTTA, I. de S.; JACOME, A.G.; PADRE, J. das GRAÇAS.; SENA, J.O.A. de. Avaliação de tipos de preparo do solo, adubos orgânicos e uso de biofertilizantes na produção orgânica de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.1, n.1, p.815 – 818, 2006.

DAROLT, M. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M. R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. p.16-45 (Circular, 101).

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do Cerrado no sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.913-923, 2002.

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo roxo, sob diferentes sistemas de manejo com milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, p. 471-477, 1993.

DE-POLLI, H. GUERRA, J.G.M. **Determinação do carbono da biomassa microbiana.** Seroféolica: EMBRAPA-CNPAB, 1997. 10p (Embrapa-CNPAB.Documentos,37).

DIEKOW, J.; BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. Preparo do solo e o ciclo do carbono: preparo convencional, preparo mínimo e plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais.** Foz do Iguaçu: Febrapdp, 2005. p.38-43.

DOMSCH, K. H.; GAMS, W.; ANDERSON, T. H. **Compendium of soil fungi.** Federal Republic of Germany: IHV-Verlag, 1993. v.1, 859 p.

DUARTE, E. M. G.; CARDOSO, I. M.; FÁVERO, C. Manejo Sadio dos Solos. **Agriculturas.** v.5, n. 3, setembro. 2008.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: CNPS/EMBRAPA, 1999. 412p.

EMATER INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Manual de olericultura orgânica/ Emater SEAB.** Curitiba: Emater, 2007.128p. (Informação técnica, 109).

EMATER INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Agricultura Orgânica.** Curitiba: 2000. 68p. (Série Produtor, 65).

ETHUR, L.Z., CEMBRANEL, C.Z. & SILVA, A.C.F. Seleção de *Trichoderma* spp. visando o controle de *Sclerotinia sclerotiorum*, *in vitro*. **Ciência Rural**, v.31, p.885-887. 2001.

ETHUR, L.Z.; BLUME, E.; MUNIZ, M.; SILVA, A. C.F. da.; STEFANELO, D. R.; ROCHA, E. K. da. Fungos antagonistas a *Sclerotinia sclerotiorum* em pepineiro cultivado em estufa. **Fitopatologia Brasileira** v. 30, n. 2, mar- abr 2005.

ETHUR, L. Z.; BLUMEI, .E.; MUNIZI, M. F. B.; ANTONIOLLI, Z.I.; NICOLINI, C.; MILANESI, P.; FORTES, F de O.; Presença dos gêneros *Trichoderma* e *Fusarium* em solo rizosférico e não rizosférico cultivado com tomateiro e pepineiro, em horta e estufa. **Ciência Rural**, v.38, n.1, jan-fev, 2008.

FAO. *Agricultural production, primary crops.* Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10/04/2002.

FARIA, C. M. B. de, ; NIVALDO DUARTE COSTA, N. D. ; FERREIRA, A. FARIA Atributos químicos de um argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Pernambuco, v.31, p. 299-307, 2007.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; FILHO, J. E. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de

leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1593-1600, set. 1999.

FERRAZ, L.C.C.B & MONTEIRO, A. R. Nematóides. In: BERGAMIN FILHO, A; KIMATI, H; AMARIM, A. (Ed) **Manual de Fitopatologia – princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 1995. Cap.8. p.168-201.

FERRAZ, S.; VALLE, L.A.C. do. **Controle de fitonematóides por plantas antagônicas**. Viçosa: UFV, 1997. 73p. (Cadernos didáticos, 7).

FERREIRA, M.E.; CASTELANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. São Paulo: POTAFOS, 1993. 480 p.

FERREIRA, T.N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. **Solos: manejo integrado e ecológico- elementos básicos**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. 95p.

FERREIRA, E.A.B.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A.C. & RAMOS, M.L.G Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 31, p.1625-1635, 2007.

FIGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 2000. 402p.

FRANCHINI, J. C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p.2267-2276, 1999.

FREITAS, L.G, OLIVEIRA, R. 'D .A., FERRAZ, S. **Introdução à Nematologia**. Viçosa: UFV, 2001. 84p. (Cadernos didáticos).

FREITAS, L. M. das S.; ROCHA, M.S.; FREITAS, G.B. de.; BARROS, J. N. G. de.; RESENDE, L de A.; MENDES, B. O. T.; LIU, I. M.; LIU, Y.; MATTOS, U. J. de M.; BARRELLA, T. P. Produção de goiabeira (*Psidium Guajava*) Cv. Paluma em função de diferentes adubações orgânicas. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 54TH ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE. **Anais**. Vitória/ES, 2008.

FRIES, M. R.; AITA, C. Aplicação de esterco bovino e efluentes de biodigestor em um solo podzólico vermelho-amarelo: efeito sobre a produção de matéria seca e absorção de nitrogênio pela cultura do sorgo. **Revista Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.20, n. 1-2, p.137-145, 1990.

FRIGHETTO, R. T. S. & VALARINI, P. J. **Indicadores Biológicos e Bioquímicos da Qualidade do Solo**. Jaguariúna: EMBRAPA/SP, 2000. 198p (Manual Técnico).

FOLLET, R.F. & SCHIMEL, D.S. Effect of tillage practices on microbial biomass dynamics. **Soil Science Society of America Journal**, v.53, n.4, p.1091-1096, 1989.

FONTANÉTTI, A. ; GABRIEL JOSÉ DE CARVALHO, G. J. de, ;GOMES, L. A. A. ; ALMEIDA, K. ; MORAES, S. R. de, ; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, April/June 2006.

FURLANETO,C.; DAVI, J. J. S.; GRABOWSKI, M. M.S.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; LAYTER, N. A.; SEIFERT, K. E. Reação de adubso verdes de verão ao nematóide *Tubixaba tuxaua*. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n.6, p. 403-408, 2008.

GALDINO, A. P. M. **Aplicação de resíduo sólido agroindustrial de origem animal na produção de alface (*Lactuca sativa*)**. Cascavel, 2003. Monografia (Mestrado) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

GHINI, R. & ZARONI, M.M.H. Relação entre coberturas vegetais e supressividade de solos a *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p.10-15. 2001.

GLIESSMAN, S., R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 2000. 653p.

GOTO,R. A. cultura da alface. In: GOTO,R.; TIVELLI, S.W.(Org.) **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, cap.5, p-137-159, 1998.

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A.M. ; FANCELLI, A. L.; CORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira Ciência de Solo**. São Paulo, v. 29, p. 71-79, 2005.

HERMANI, L. C. & SALTON, J.C. **Manejo e conservação de solos. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. Milho: informações Técnicas**. Dourados, 1997. p. 39-63. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnico, 5).

ILLIPRONTI JR., R.A. & MACHADO, J.C. Antagonismo de fungos a *Sclerotinia sclerotiorum* em soja e feijão. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, p.162-166, 1993.

INSTITUTO AGRÔNOMICO DO PARANÁ. **Manual de análise de solos química do solo e controle de qualidade**. Londrina, 1992. 40p. (IAPAR. Circular, 76).

IYAMUREMYE, F.; DICK, R.P. & BAHAM, J. Organic amendments and phosphorus dynamics: I. Phosphorus chemistry and sorption. **Soil Science**. v.161, p.426-435, 1996.

JENKINS, W.R. A Raid Centrifugal-Flotation Techique For Separating Nematodes From Soil. **Plant Diase Reporter**, v. 48, p.692, 1964.

JUNCHEN, C. R. **Reuso de efluentes tratados das indústrias de leite e carne sobre a produção da cultura da alface (*Lactuca sativa L.*) fertirrigada**. Cascavel, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do oeste do Paraná.

JUNIOR, J.B.D. **Efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e de *Azospirillum* sp. Na produção de matéria seca das plantas medicinais *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon martinii*.** Marechal Cândido Rondon, 2000. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

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

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

KROLOW, I.; FILHO, L.O.; SILVEIRA, G.; KOHLER, C. MORSELLI, T. B. G.A. **Resposta da alface cultivada em ambiente protegido à adubação orgânica de origem animal e vegetal.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1., Porto Alegre, Pontifícia Universidade Católica, 2003.

KRUGNER, T. L. & BACCHI, L. M.A. Fungos. In: BERGAMIN FILHO, A; KIMATI, H; AMARIM, A. (Ed) **Manual de Fitopatologia – princípios e conceitos.** São Paulo: Ceres, 1995. Cap.4. p. 46-96.

LEONI, C. & GHINI, R. Efeito do lodo de esgoto na indução de supressividade *in vitro* a *Phytophthora nicotianae*. **Fitopatologia Brasileira.** v.28, n., Brasília Jan./Feb. 2003.

LIMA, H. V. de. ; OLIVEIRA, T. S. de. ; OLIVEIRA, M. M. de; MENDONÇA, E. de S.; LIMA, P. J. B. F. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.31, n.5, p. 1085-1098, 2007.

LINDSTRÖM, E. S.; VREDE, K.; LESKINEN, E. Response of a member of the Verrucomicrobia, among the dominating bacteria in a hypolimnion, to increased phosphorus availability. **Journal of Plankton Research**, v. 26, n. 02, p. 241-246, 2004.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das Plantas Cultivadas.** São Paulo: Nobel, 1977. 200p.

LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O; ZAMBOLIM, L. Revisão de Literatura: Caracterização de micorrizas vesiculares-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Solos**, v.7, p 1-19, 1983.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo.** Piracicaba: POTAFOS, 1995. 177p.

LOPES, J. C.; RIBEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. G. de; BERALDO, M. R. B. S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, Brasília jan./mar. 2005a.

LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; FERITAS, L. A.; Efeito da incorporação da parte aérea de seca de mucuna preta e de tomateiro ao solo sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.29, p. 101-104, 2005b.

MAGDOFF, F. Qualidade e manejo de solo. In: ALTIERI, M., **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: 2002. 592p.

MAI W.F. & LYON H.H. **Pictorial Key to Genera of Plant-Parasitic Nematodes**. 4ed. 1982, 220p.

MANDEEL, Q.; BAKER, R. Mechanisms involved in biological control of Fusarium wilt on cucumber with strains of non pathogenic Fusarium oxysporum. **Phytopathology**, v.81, p.462-69, 1991.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M.; CRUZ, M. C. P. da; BARBOSA, J. C.; Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 817-824, 2005.

MARCHIORI JR. M.; MELO, W.J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 257-263, 1999.

MARCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. London, Academic Press, 1995.889p.

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

MEDA, A. R.; CASSIOLO, M.E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Plant extracts to improve acid soil chemistry. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, TENUCO, 1999.

MEISTER, J. V.; WISNIEWSKI, C.; SOUZA, R. M. Ação e comparação da população microbiana em sistema de cultivo convencional e ecológico em propriedades familiares na região centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.1, n.1, Nov. 2006.

MENDES, I. C., REIS, F. B. dos. **Microrganismos e disponibilidade de fósforo(P) nos solos: uma análise crítica**. 2003. 26p. Planaltina-DF (Documentos 85/ Embrapa Cerrados).

MELERO, S.; PORRAS, J. C. R.; HERENCIA, J. F.; MADEJON, E. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 90, p.162-170, 2005.

MELLO, J. C.; DIETRICH, R.; MEINCRT, E.M; TEXEIRA, E; AMANTE, E. Efeitos do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana.

Ciencia Tecnológica de Alimentos Campinas, v. 23, n.3, p.418-426, set-dez de 2003.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Desenvolvimento do tomateiro e modificações nas propriedades químicas do solo em função da aplicação de resíduos orgânicos, sob cultivo protegido. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 2, jun. 2002.

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

MIRANDA. J.C.C. de; MIRANDA L. N. de Micorrizas Arbuscular. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biología dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. Cap.2. 69-123.

MIRANDA, C.S.S.; FERREIRA, M.G.V.X. & MENEZES, M. Atividade biológica de solos com A Chernozêmico na Zona da Mata Norte de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO. Rio de Janeiro, 1997. **Anais**. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997, p.1-4.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. **Agricultura natural**. 2. ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1997. 73 p. (Coleção agroindústria).

MIYAZAWA, M.; KHATOUNIAN, C.A.; ODENATH-PENHA, L.A.; Teor de nitrato nas folhas de alface produzida em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. **Agroecologia Hoje**, n. 2, p. 23, 2001.

MOREIRA, F. M.S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.

MORETI, D.; ALVES, M. C.; FILHO, W. V. V.; CARVALHO, M. P. M de. Atributos químicos de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. Viçosa, v.31, n.1, Jan./Fev. 2007.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 95-102, 1983.

NAHAS, E. Microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, p.267-275, 2002.

NAKAGAWA, J.; ZUCARELI, C.; CAVARIANI C.; OLIVEIRA, C. G.; Maturação de sementes de mucuna-preta. **Biosciência**, J. Uberlândia, v. 23, n.1, p. 41-47, Jan./Mar. 2007.

NASCIMENTO J. T.; SILVA, I. DE F.; SANTIAGO, R. D. ; SILVA NETO, L. DE F. DA. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.457-462, 2003.

NASCIMENTO, C.W.A.; BARROS, D. A.S.; MELO, E. E.C. & OLIVEIRA, A.B. Aterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação e lodo de esgoto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, p. 385-392, 2004.

NGOUAJIO, M.; McGIFFEN, M. E.; HUTCHINSON, C. M. Effect of cover crop and management system on weed populations in lettuce. **Crop Protection**, Guildford, n. 22, p. 57-64, 2003.

NICOULAUD, B.A.L.; MEURER, E.J.; ANGHINONI, I. Rendimento e absorção de nutrientes por alface em função de calagem e adubação mineral e orgânica em solo "areia quartzosa hidromorfa". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.8, n.2, p.6-9, 1990.

NUNES, L.A.P.; FILHO, J. A. de A.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; MENEZES, R. I. de Q. Impacto da queimada e de enleiramento de resíduos orgânicos em atributos biológicos de solo sob caatinga no semi-árido nordestino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.131-140, janeiro/março de 2009.

OLIVEIRA, J.R.A. **O impacto de sistemas integrados de lavouras e pastagens na biomassa-C e na atividade biológica de um Latossolo Vermelho-Escuro de Cerrado**. Brasília, 2000. 115p. Monografia (Mestrado) - Universidade de Brasília.

OLIVEIRA, A.P.D.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.D.L.A.; BRUNO, G.B. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.102-108, 2000.

OLIVEIRA, F.C.; MATIAZZO, M.E.; MARCIANO, C.R. & ROSSETO, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.26, p. 505-519, 2002.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MOARES, R. N. de; Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n.8, p. 1079-1087, ago. 2002.

OLIVEIRA, V.C.; TRINDADE, R.C.; CARVALHO FILHO, O.M; COSTA, J.L.S. População microbiana de solos sob diferentes agroecossistemas e vegetação nativa no semi-árido. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.

ORMOND, J.G.P., Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. BNDES Setorial, n.15, p.3-34. março. 2002. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset1501.pdf>. Acesso em: 3 janeiro 2007.

ORTERROHT, M. V. **O que é Adubação Verde: Princípios e Ações. Encontro Biomassa – Adubos Orgânicos e Manejo da Biomassa**. Botucatu: 2002.

PARANÁ. **Leis, decretos, etc. Coletâneas da legislação de fertilidades, corretivos, inoculantes biofertilizantes**. Curitiba: SEAB/DEFIS, p.15 e 103, 1997.

- PAULUS, G.; MULLER, A. M.; BARCELOS, L. A.R. **Agroecologia Aplicada: Práticas e Métodos para uma Agricultura de Base Ecológica**. Porto Alegre: Porto Alegre, 2000. 85 p.
- PAVAN, M.A. **Avaliação de esterco de bovino biodigerido e curtido na fertilidade do solo e na nutrição e produção do cafeeiro**. Londrina: IAPAR, 1993. 16p. (IAPAR. Boletim Técnico, 45).
- PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D. **A importância da matéria orgânica nos sistemas agrícolas**. Londrina: IAPAR, 1998. 36 p.
- PEACOCK, A.D.; MULLEN, M.D.; RINGELBERG, D.B.; TYLER, D.D.; HEDRICK, D.B.; GALE, P.M. & WHITE, D.C. Soil microbial community responses to dairy manure or ammonium nitrate. **Soil Biology and Biochemistry**, v.33, p.1011-1019, 2001.
- PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas: Editora Grafimagem, 2000. 110 p.
- PEREIRA, A. M. **Identificação e manejo de nematóides da bananeira no leste do estado do Paraná**. 2006. 110p. Dissertação (Mestrado Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- PEREIRA, E. L. & ROSSETTO, C. A. V. População fúngica em solo cultivado com amendoim influenciada pela calagem, pelo genótipo e época de amostragem. **Ciência Agrotecnica** Lavras, v. 32, n. 4, p. 1176-1183, jul./ago., 2008.
- PEREZ, K.S.S.; RAMOS, L.G.R.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.567-573, jun. 2004.
- PINHEIRO, F. P.; VIANELLO, R. P.; EBEIDALLA, F. S.; TENENTE, R. C. V. Uso de tratamentos térmicos na erradicação de *Aphelenchoides besseyi* em sementes de *Brachiaria dictyoneura*. **Nematologia Brasileira**, v.21, n.1. p.92-97, 1997.
- PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. da R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. C.; & MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 32, p.1997-2005, 2008.
- PORTO, V. C. N; NEGREIROS, M. Z. de; NETO, F.B; NOGUEIRA, I. C. C. Fontes de matéria orgânica na produção de alface. **Caatinga**. Mossoró – RN. v. 12, p.7-11, Dez. 1999.
- PRADE, C. A.; MATSUMURA, A. T. S.; GUERRERO, R. T.; PORTO, M. L. Diversidade de fungos filamentosos e microscópicos do solo em uma plantação de *Hovenia dulcis* Thumb. **Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 101-106, dez. 2006
- PREVEDELLO. B.M.S.; REISSMANN, C.B.; Nutrição Mineral de Plantas. In: WACHOWICZ, C.M.; CARVALHO, R.I.N. de. **Fisiologia Vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002. 424p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em região tropicais**. São Paulo: Nobel, 1990. 549p.

PRIMAVESI, A. M. O manejo ecológico de solos. In: **7º JORNADA DE AGROECOLOGIA ‘ CUIDANDO DA TERRA, CULTIVANDO BIODIVERSIDADE, COLHENDO SOBERANIA ALIMENTAR**. 2008. 95p.

PUJOL, S.B.; QUADROS, V.J. de; ANTONIOLLI, Z. I.; DENEGA, G. L.; CASALI, C.A.; WEBER, M.A.; Nematóides em sistema de cultivo orgânico de batata, soja, feijão e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais**, 2003, Ribeirão Preto, 2003.

QUEIROZ, F. M. de.; MATOS, A. T. de.; PEREIRA, O.G.; RUBENS ALVES DE OLIVEIRA, R. A. de.; Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v.34, n.5, set-out, 2004.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/ Potafos, 1991. 343p.

REZENDE, L.A.; ASSIS, L.C. & NAHAS, E. Carbon, nitrogen and phosphorous mineralization in two soils amended with distillery yeast. **Bioresource Technology**, v. 94, p.159-167, 2004.

RIBAS, R. G. T., JUNQUEIRA, R. M., OLIVEIRA, F.L. de, GUERRA, J. G. M., ALMEIDA. D. L. de, RIBEIRO, R. de L. D. **Adubação verde na forma de consórcio do quiabeiro sob manejo orgânico**. Seropéa: Embrapa - Cnpab, 2002. 4p (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 54).

RIBEIRO RCF; MIZOBUTSI EH; SILVA DG; PEREIRA JCR; ZAMBOLIM L. Controle de *Meloidogyne javanica* em alface por meio de compostos orgânicos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, p.42-44,1998.

RICCI, M. S. F. **Crescimento e teores de nutrientes em cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adubados com vermicomposto**. Viçosa – MG, 1993.101p.Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

RICCI, M. S. F; ALMEIDA D. L; FERNANDES M. C. A; RIBEIRO R. L. D; CATANHEIDE M.C.S. Efeitos da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p. 2175-2179, 2000.

RITCHEY, K.D. **O potássio nos Oxissolos e Ultissolos dos trópicos úmidos**. Piracicaba, Instituto Internacional da potassa (EUA-SUIÇA), 1982. 69p. (Boletim técnico, 7).

RITZINGER, C.H.S. & FANCELLI, M. Manejo Integrado de Nematóides na cultura da Bananeira. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 331-338, Agosto 2006.

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

RODRÍGUEZ-KÁBANA R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**, v. 18, p. 129-135, 1986.

ROSSETTO, C. A. V. ; VIEGAS, E. de C. ; LIMA, T. de M. Contaminação fúngica do amendoim em função das doses de calcário e épocas de amostragem **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.437-445, 2003.

ROSSETTO, C. A. V.; SILVA, O. F.; ARAÚJO, A. E. S. Influência da calagem, da época de colheita e da secagem na incidência de fungos e aflatoxinas em grãos de amendoim armazenados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 309-315, 2005.

ROSSI, C.Q.; ALVES, R.E. A de; FERNANDES, P.R.T.; PEREIRA, M. G.; RIBEIRO, R. de L.D.; POLIDORO, J.C. Liberação de macronutrientes de resíduos do consórcio entre mucuna preta e milho sob sistema orgânico de produção. **Revista de Ciência da Vida**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 01-10 jul-dez, 2008.

ROSOLEM, C. A.; SANTOS, F. P. dos,; SIMONETTI FOLONI, J. S. ; CALONEGO, J. C.; Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.1033-1040, jun. 2006.

SA et al. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a brazilian oxisol. **Soil Science Society**, Am. J., v.65. p.1486-1499, 2001.

SALES, T. de M. ; SILVA, G. B. da ; LUSTOSA, D. C. ;BATISTA, T. F. C. Diversidade de bactérias de solo em clareiras e floresta nativa provenientes de áreas de terra firme alteradas pela exploração de petróleo. In: VI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA e XII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA da EMBRAPA, Amazônia Oriental/ 2008.

SALIMON, C. I. **Respiração do solo sob florestas e pastagens na Amazônia Sul – Ocidental, Acre**. Piracicaba, 2003. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

SAMSON, R. A.; HOEKSTRA, E. S.; FRISVAD, J. C.; FILTENBORG, O. **Introduction to food and airborne fungi**. 6 ed. Utrecht, Centraalbureau Voor Schimmelcultures, 387p., 2000.

SANTOS, R.H.S.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R. ; MIRANDA, L.C.G. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.29-32, 1994.

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

SANTOS, V. B. dos; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M.V.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S. ; SILVA, D.G. da. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira Agrociência**, v.10, n. 3, p. 333-338, jul-set 2004.

SHELLER, E., Traduzido por: SIXEL, B. T. **Fundamentos científicos da nutrição vegetal na agricultura ecológica**. Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2000. 78p.

SENA, J. O.A.; LABATE, C. A.; CARDOSO, E. J. B. N.; Caracterização fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, p.827-832, 2004.

SENA, J. O. A.; CUNHA, F. A. D. da ; PREVIDELLI, I. T. S. ; SANTOS, G. ; SANTOS N. ; ZIBETTI, A. P. ; LARA, P. V. ; PINTO, G. J. . Avaliação de tipos de preparo do solo, residual de adubos orgânicos e uso de biofertilizantes na produção orgânica de alface (*Lactuca sativa* L.). In: IV Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2006, Belo Horizonte. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Agroecologia**, 2006.

SILVA, C. C. da, & SILVEIRA, P.M. da. Influência de sistemas agrícolas em características químico-físicas do solo **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v.26, n.3, p.505-515, mai./jun., 2002.

SILVA, M. A. da.; SILVA, F. S. B. da.; YANO-MELO, A. M.; MELO, N. F de.; MAIA, L. C. Fungos micorrízicos arbusculares e vermicomposto na aclimação de *Alpinia purpurata* (Viell.) Schum e *Zingiber spectabile* Griff. (Zingiberaceae). **Acta Botânica Brasilica**, v.20, n.2, p.249-256. 2006a.

SILVA, M. G; SHARMA R. D; JUNQUEIRA, A. M. R; OLIVEIRA, C. M. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematóides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, out.-dez. 2006b.

SILVA, T. O. da & MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco, e ou *Crotalaria juncea*. II Disponibilidade de N, P, K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 31, p. 51- 56, 2007.

SILVEIRA, A. P. D. da & GOMES, V. F. F. Micorrizas em Plantas Frutíferas Tropicais. In: **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Editoras; SILVEIRA, A. P. D. das & FREITAS, S. dos S. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007. 312 p.

SIMEPAR, **Previsão Climática para 2009**. Disponível em: <www.simepar.br>, acesso maio de 2009.

SIQUEIRA, J. O. & COLOZZI-FILHO, A. Micorriza vesículo arbusculares em mudas de cafeeiro. II Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. **Revista Brasileira de Ciência de solo**, v.10, p.207-211,1986.

SIQUEIRA, J. O & FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: Fundamentos e Perspectiva**. Brasília: MEC Ministério da Educação, ABEAS: Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. 236p.

SIQUEIRA, J. O; MOREIRA, F. M. de S. M; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 142p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 45).

SOUTO, P.C. **Estudo da dinâmica de decomposição de esterco na recuperação de solos degradados no semi-árido paraibano**. 2002. 110p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

SOUTO, P.C. et al., Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 29, p. 125-130, 2005.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P de.; SANTOS, R. V. dos ; ALLYSON ALVES, R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v. 32, p.151-160, 2008.

SOUZA, J.L. **A fertilidade de solos sob manejo orgânico**. Boletim Informativo. SBCS, v. 25, p.14 -16, 2000.

SOUZA, P. V. D. de.; SCHMITZ, J. A. K.; FREITAS, R. S. de F.; CARNIEL, E.; ROSILAINE CARRENHO, R. Identificação e quantificação de fungos micorrízicos arbusculares autóctones em municípios produtores de citros no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 553-558, abr. 2002.

SOUZA, J. de O. GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P. B.; NEGREIROS, M. Z. de; OLIVEIRA, C. J.; MEDEIROS, D. C. de; AZEVÊDO, P. E. de. Produção de mudas de melancia em bandejas sob diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília: v.21, n.2, p. 153-157, jun. 2003.

SOUZA, N. L. Interação entre solarização e incorporação prévia de matéria orgânica no solo. **Summa Phytopathologica**, v. 30, p.142-143, 2004.

SOUZA, L.M. de.; CASTILHOS, D.D.; MORSELINI, T. B. G. A.; HARTWIG, M.; QUADROS, M.S.; SANTOS, N.M.L. dos. Conteúdo de macronutrientes e respostas agrônômicas de alface cultivada em ambiente protegido sob adubação orgânica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.1, n.1, 411-414p. 2006.

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

TEDESCO, M. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.

TEMPLER, P.; FINDLAY, S.; LOVETT, G. Soil microbial biomass and nitrogen transformations among five tree species of the Catskill Mountains, New York, USA. **Soil Biology & Biochemistry**, v.35, n.4, p.607-613, 2003.

TERRA SOLIDÁRIA. **Manejo Agroecológico e Sustentável**. Florianópolis: 2000. 72p.

TEXEIRA, J.B.; TAVRES, L. C.; OLIVEIRA FILHO, L.C.L. de.; ARAÚJO, T. B. G. Avaliação de vermicomposto líquido e doses no cultivo da alface (*Lactuca sativa L.*) em ambiente protegido. In: XVI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, CICI PESQUISA E RESPONSABILIDADE AMBIENTAL. **Anais**. Pelotas, 2006.

TIAGO, P. V.; MELZ, E. M.; SCHIEDECK, G. Comunidade de bactérias e fungos de esterco antes e após vermicompostagem e no substrato hortícola após uso de vermicomposto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 187-192, Abr.- Jun., 2008.

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

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, São Paulo, v. 29, p.609-618, 2005.

TRANI, P. E.; BULISANI, E. A.; BRAGA, N. R. **Adubação verde**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1989. 13p. (Boletim Técnico, 197).

TRINDADE, A.V.; FARIA, N. G.; ALMEIDA, F.P. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizado com fungos micorrízicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1389-1394, jul.2000.

TRINDADE, A.V.; LINS, G.M.L. & MAIA, I.C.S.. Substratos e fungo micorrízico arbuscular em mudas micropropagadas de bananeira na fase de aclimação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n. 1, p. 137-142. 2003.

VAL-MORAES, S. P.; VALARINI, M. J.; GHINI, R.; LEMOS, E. G. de M.; CARARETO-ALVES, L. M. Diversidade de bactérias de solo sob vegetação natural e cultivo de hortaliças. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza v. 40, n. 1, p. 7-16, jan-mar, 2009.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 524p.

VARGAS, L.K.; SCHOLLES, D. Nitrogênio da biomassa microbiana, em solo sob diferentes sistemas de manejo, estimado por métodos de fumigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.411-417, 1998.

VILAS BOAS, R. C. **Cultivo de Alface Crespa em Ambiente Protegido sob Diferentes Lâminas de Irrigação**. Minas Gerais, 2006. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Lavras.

VILAS BOAS, R. C.; CARVALHO J. de A.; GOMES L. A. A.; SOUZA, K. J. de; RODRIGUES, R. C. & SOUSA A. M. G. de. Efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, em ambiente protegido, em Lavras, MG1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.4, p.393–397, 2007.

VITÓRIA, D.; KROLOW, I.; FILHO, L. O.; MORSELLI, T. Avaliação de diferentes vermicompostos no cultivo da alface em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.1, n.1, p. 737- 740, Nov. 2006.

ZAZZERINI, A. & TOSI, L. Antagonistic activity of fungi isolated from sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, v. 34, p. 415- 421. 1985.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G., KAISER, K., LEHMANN, J., MIANO, T.M., MILTNER, A., SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, n. 79. p. 117-161, 1997.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M. de.; JÚNIOR, J.C.R.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J. de. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v.22 n.1 Brasília, fev./mar. 2004.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C. Comportamento de cultivares e linhagens de alface americana em Santana da Vargem (MG), nas condições de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 322-325, abril-junho 2004.

WHALEN, J.K.; CHANG, C.; CLAYTON, G.W. & CAREFOOT, J.P. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. **Soil Science Society**. Am. J., 64, p. 962-966, 2000.

WILLER, H. **Organic Agriculture Worldwide**. Bad Dürkheim: IFOAM, 2006.