

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRICULTURA ORGÂNICA**

**DISSERTAÇÃO**

**Produtividade de Milho Verde Cultivado em Sucessão a  
Adubação Verde com Aplicação de Microrganismos  
Eficientes, nas Condições de Matias Barbosa, MG**

**Ana Paula de Oliveira Mares Guia**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**PRODUTIVIDADE DE MILHO VERDE CULTIVADO EM SUCESSÃO  
A ADUBAÇÃO VERDE COM APLICAÇÃO DE MICRORGANISMOS  
EFICIENTES, NAS CONDIÇÕES DE MATIAS BARBOSA, MG**

**ANA PAULA DE OLIVEIRA MARES GUIA**

*Sob Orientação do Pesquisador*  
**Ednaldo da Silva Araújo**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pela autora

M 325 p Mares Guia, Ana Paula de Oliveira, 1966-  
Produtividade de milho verde cultivado em sucessão a  
adubação verde com aplicação de microrganismos eficientes, nas  
condições de Matias Barbosa, MG / Ana Paula de Oliveira Mares  
Guia. - 2018.

63f.

Orientador: Ednaldo da Silva Araújo.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica,  
2018.

1. Agroecologia. 2. Sistemas de Cultivo. 3. Extensão Rural. I. Araújo,  
Ednaldo da Silva, 1964-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**ANA PAULA DE OLIVEIRA MARES GUIA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Ciências**,  
no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica – PPGA O

DISSERTAÇÃO APROVADA EM \_\_20/02/2018

---

Ednaldo da Silva Araújo. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

José Antonio Azevedo Espindola. Dr. UFRRJ

---

David Vilas Boas de Campos. Dr. Embrapa - CNPS

A todos seres sencientes.

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por Tudo.

A minha família, pelo amor.

À EMATER-MG, pela oportunidade.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, por me receber e pelo acolhimento. Aos professores, pela dedicação, profissionalismos, pelos conhecimentos compartilhados.

A Embrapa Agrobiologia.

Aos colegas do alojamento da Embrapa Agroecologia.

A Embrapa Gado de Leite, especialmente Dra Deise Xavier e os funcionários Binha e Vicente.

A Pesagro-RJ pelo pronto apoio sempre que requerido.

Ao orientador Dr. Ednaldo da Silva Araujo, por me aceitar na orientação, pela dedicação, e pela paciência.

Aos colegas do PPGAO pelo carinho e amizade.

Às colegas Gilda, Ana Villar e Ana Luisa pelo enorme apoio no trabalho de campo.

Ao agricultor Vicente Viana, *in memoriam*, que salvou o experimento quando a vegetação espontânea ia dominando todo o adubo verde.

Ao agricultor Claudio Luciano Cescas, por aceitar a proposta do experimento em sua propriedade.

## RESUMO

MARES GUIA, Ana Paula de Oliveira. **Produtividade de milho verde cultivado em sucessão a adubação verde com aplicação de microrganismos eficientes, nas condições de Matias Barbosa, MG.** 2017. 63p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

A adubação verde é uma técnica que resulta na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, protegendo-o contra erosão, e contribuindo para redução da dependência de insumos externos. Assim, é importante identificar espécies de adubos verdes mais adaptadas em cada região. Além disso, o uso de microrganismos eficientes (EM) pode potencializar o efeito benéfico da técnica de adubação verde. Objetivou-se avaliar o desempenho da crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), mucuna-preta (*Mucuna aterrina*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) nas condições de Matias Barbosa-MG, e seu efeito na produtividade do milho-verde plantado em sucessão, em associação com uso microrganismos eficientes (EM). Este trabalho foi realizado em sistema de produção familiar, no Sítio Irmão Coragem, entre outubro de 2016 a outubro de 2017, no município de Matias Barbosa (MG). Utilizou-se esquema de parcelas subdivididas no delineamento de blocos casualizados com três repetições. As variáveis analisadas nas leguminosas foram produtividade de biomassa e teor de macronutrientes. Na cultura do milho foi avaliado peso total de espigas verde empalhadas, porcentagem de espigas verde despalhadas comercializáveis, produção de massa seca da palhada do milho, assim como seu teor de Nitrogênio. A cultivar de milho utilizada foi AG 1051. Os valores de produtividade de biomassa das leguminosas e de milho verde, assim como a porcentagem de espigas comercializáveis estão de acordo com a média nacional para cada variável. Esses resultados demonstram que as leguminosas estudadas apresentam boa adaptação às condições edafoclimáticas de Matias Barbosa. As três espécies de leguminosas estudadas apresentaram comportamento compatível com a literatura científica e podem ser utilizadas para enriquecimento da biodiversidade do agroecossistema local, adequando às peculiaridades de cada espécie. O EM proporcionou efeito positivo no comprimento das espigas de milho nos tratamentos com mucuna preta e vegetação espontânea, assim como do teor de fósforo na palhada do milho. A produtividade do milho variou de 16,8 t/ha a 8,1 t/ha, e embora não houve resposta da aplicação de Microrganismos Eficientes (EM) no cultivo do milho-verde quanto ao rendimento, este proporcionou um potencial, com uma tendência a trazer benefícios.

**Palavras-chave:** Agroecologia. Sistemas de Cultivo. Extensão Rural.

## ABSTRACT

MARES GUIA, Ana Paula de Oliveira. **Productivity of green maize grown in succession to green manure with application of efficient microorganisms, under the conditions of Matias Barbosa, MG.** 2017. 63p. Dissertation (Master Science in Agronomy, Postgraduate Program in Organic Agriculture). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

Green fertilization is a technique that results in the improvement of the physical, chemical and biological conditions of the soil, protecting it from erosion, and contributing to reduce dependence on external inputs. Thus, it is important to identify species of green manure adapted in each region. In addition, the use of efficient microorganisms (EM) may potentiate the beneficial effect of the green manuring technique. The objective of this study was to evaluate the performance of *Crotalaria juncea* (*Crotalaria juncea*), mucuna-preta (*Mucuna aterrina*) and pigs (*Canavalia ensiformes*) under the conditions of Matias Barbosa-MG, and its effect on corn- succession, in association with use of efficient microorganisms (EM). . This work was carried out in a family production system, in Sítio Irmão Coragem, between October 2016 and October 2017, in the municipality of Matias Barbosa (MG). A split plot scheme was used in the randomized complete block design with three replicates. The variables analyzed in the leguminous were biomass productivity and macronutrient content. In the corn crop, the total weight of green peas was evaluated, the percentage of marketable debris, the dry mass of the corn straw, as well as its Nitrogen content. The corn cultivar used was AG 1051. The values of biomass yield of leguminous and green maize, as well as the percentage of marketable cobs are in agreement with the national average for each variable. These results demonstrate that the studied leguminous show good adaptation to Matias Barbosa's edaphoclimatic conditions. The three leguminous species studied presented behavior compatible with the scientific literature and can be used to enrich the biodiversity of the local agroecosystem, adapting to the peculiarities of each species. EM provided a positive effect on the length of corn cobs in treatments with mucuna preta and spontaneous vegetation, as well as the phosphorus content in corn straw. Corn yields ranged from 16.8 t / ha to 8.1 t / ha, and although there was no response from the application of Efficient Microorganisms (EM) to maize-yield yield, this yielded a potential, with a tend to bring benefits.

**Key words:** Agroecology. Crop Systems. Rural Extension.

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Produtividade de matéria seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea de três adubos verdes de verão e vegetação espontânea, aos 120 dias, Matias Barbosa, MG. 2017. ....	36
<b>Tabela 2.</b> Produtividade de matéria seca e teores de macronutrientes na parte aérea de três adubos verdes de verão e vegetação espontânea, aos 120 dias, Matias Barbosa, MG. 2017. ....	37
<b>Tabela 3.</b> Produtividade de espigas de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017. ....	39
<b>Tabela 4.</b> Produtividade de massa seca da palhada de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017. ....	40
<b>Tabela 5.</b> Produção total de espigas verdes de milho cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017, com e sem EM. ....	40
<b>Tabela 6.</b> Percentagem de espigas comerciais de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017. ....	41
<b>Tabela 7.</b> Comprimento de espigas comerciais de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017. ....	41
<b>Tabela 8.</b> Diâmetro de espigas comerciais de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017. ....	42
<b>Tabela 9.</b> Produtividade de espigas comerciais de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017. ....	42
<b>Tabela 10.</b> Percentagem de nitrogênio na palhada do milho cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017. ....	43
<b>Tabela 11.</b> Fósforo na palhada do milho cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017. ....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Dados climático Matias Barbosa, MG. Barras azuis verticais, precipitação média e linha vermelha horizontal, temperatura média. Fonte: <http://pt.climate-data.org/location/25066/> acessado em 28/05/2016 ..... 32
- Figura 2.** Croqui – Comprimento de cada parcela 6 m; largura 4 m. Tratamentos: Muc- Mucuna; FP- feijão-de-porco; VE- vegetação espontânea, CJ- crotalária juncea; em- com microrganismos eficazes..... 35

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 Matéria Orgânica .....	4
2.2 Microrganismos, a Meso e a Macrofauna do Solo (Macro e Microbiologia do Solo) .....	6
2.2.1 Os Microrganismos eficientes (EM) .....	9
2.3 Leguminosas (Fabaceas).....	14
2.3.1 Feijão de porco ( <i>Canavalia ensiformes</i> ).....	21
2.3.2 Crotalária júncea ( <i>Crotalaria juncea</i> ) .....	23
2.3.3 Mucuna preta ( <i>Mucuna aterrina</i> ) .....	24
2.4 A Cultura do Milho em Sucessão às Leguminosas .....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 Croqui do Experimento .....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
4.1 Produção de Biomassa dos Pré-Cultivos .....	36
4.2 Efeito da Adubação Verde e do EM (microrganismos eficazes) Sobre a Produção de Milho Verde Cultivado em Sucessão .....	37
4.3 Efeito da Aplicação do EM na Palhada dos Pré-Cultivos sobre a Produção de Milho Verde, Cultivado em Sucessão .....	40
4.4 Efeito da Aplicação do EM na Palhada dos Pré-Cultivos Sobre a Acumulação de Nutrientes pelo Milho Verde, Cultivado em Sucessão.....	43
5 CONCLUSÕES.....	45
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	46
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

Em meados do século XIX, quando se descobrem os fertilizantes minerais e adubos sintéticos, foi uma grande revolução. Em solos já pouco produtivos, com poucos quilos do adubo surgiam efeitos que só longos anos de pousio proporcionariam. Regiões onde determinado cereal era mais lucrativo passou a ser cultivado em toda área disponível, por anos, surgindo a monocultura, sem rotações e/ou uso de adubação orgânica. Logo os primeiros efeitos indesejáveis desta agricultura surgiram, com crescimento descontrolado da população de pragas, insetos estes que até então conviviam com a produção agrícola. E chegaram novos problemas sanitários, sobretudo as doenças e plantas invasoras com crescida intensidade. A adoção destas tecnologias introduzidas pela Revolução Verde contribuiu para degradação ambiental, com perda da biodiversidade, poluição por agrotóxicos, erosão, degradação de recursos hídricos, e do solo. A produção agrícola antes autárquica e quase auto-suficiente tornou-se cliente e dependente da indústria, e a maior fonte de poluição difusa do Planeta (KHATOUNIAN,2001).

O aumento da intensidade de uso do solo e da mecanização causam inevitável degradação da sua estrutura original, evidenciada pela redução da macroporosidade, aumento da densidade e da resistência do solo ao desenvolvimento das raízes. Estas alterações resultam num maior gasto de energia, aumento de erosão, menor aproveitamento de água e nutrientes pelas culturas, e afetando os processos biológicos e químicos do solo.

A FAO constata que, graças à tecnologia mecânico-química atualmente em uso, a área necessária para nutrir uma pessoa diminuiu em quase 50% de 1950 para cá, enquanto a área agrícola, graças ao desmatamento triplicou. Isso significa que poderíamos nutrir seis vezes mais pessoas, e a população mundial somente triplicou, mas não somos capazes de nutri-las.

Os solos dos trópicos, quentes e úmido, necessitam de coberturas constantes, para protegerem das chuvas e do sol intenso. A grande dificuldade relativa à biomassa no trópico úmido é que sua decomposição é muito mais rápida do que a capacidade dos agroecossistemas de a produzirem nas quantidades necessárias.

Como consequência de sua gênese tropical, e do material de origem pobre em bases (rochas ácidas) são em geral solos profundos, friáveis, susceptíveis à erosão, com formação de inúmeras nascentes e curso d'água, mas com baixa disponibilidade de nutrientes, ou seja, são altamente intemperizados, com alto nível de alumínio trocável e grande capacidade de fixação de fósforo. Em virtude da baixa disponibilidade de nutrientes, dependem da atividade biológica para ciclar nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio, e para isto são necessárias entradas constantes de material orgânico no solo (CARDOSO, 2005).

A adubação verde é uma prática conservacionista de destaque introduzida no sistema de produção, fornecendo matéria orgânica, rica em nutrientes, às culturas consorciadas ou antecessoras, além de melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo. Entretanto surgem dúvidas referentes à espécie mais adequada para este fim, visando que tais benefícios sejam realmente agregados ao sistema produtivo, considerando as condições da espécie bem como o seu potencial (AMADO et al., 2002; PADOVAN et al., 2006).

As condições edafoclimáticas interferem diferentemente sobre o rendimento das espécies de adubos verdes. Esta é uma das razões porque há diferenças entre o desempenho das espécies de adubo verde quando plantadas em diferentes locais. Em razão disso, o conhecimento sobre o desempenho dessas espécies deve ser regionalizado, para que a escolha da espécie recaia naquela com maior potencial de produção de fitomassa, de reciclagem de nutrientes e que melhor se ajuste ao sistema agrícola adotado na produção de culturas comerciais.

Com o objetivo de melhorar a utilização da matéria orgânica na produção agrícola, em 1982, foram realizadas experimentações no Japão pelo Dr Teruo Higa, professor da Universidade de Ryukyus sobre o EM. O EM são microrganismos eficientes na ciclagem da matéria orgânica, melhorando a utilização desta na produção agrícola. São várias espécies de bactérias, actinomicetos, fungos, bacilos e leveduras naturalmente encontrados em solos férteis e em plantas, que coexistem quando em meio líquido. São utilizados em diversos países, e no Brasil sua utilização foi iniciada experimentalmente na Fundação Mokiti Okada, Atibaia, e introduzida entre os praticantes da Agricultura Natural, com resultados positivos (BONFIM et al, 2011).

O EM atua como ativador/acelerador da decomposição da matéria orgânica, contribuindo com aumento da vida no solo. A decomposição no solo faz proliferar grupos de microrganismos, que estruturam o solo, agregam melhor as partículas minerais, evitam compactação e aumentam: a porosidade, a infiltração de água, a água disponível, e a profundidade de enraizamento (BONFIM et al, 2011).

A produção do EM pela agricultura familiar permite que esta tecnologia social seja acessível e também adaptável às condições locais, uma vez que são capturados em solos saudáveis na própria unidade agrícola.

Com importância vital para o país, também por ser tradicionalmente uma cultura típica de pequenas lavouras, o milho apresenta grande versatilidade de uso dentro de uma propriedade, tanto no consumo humano, como dos animais. Pode ser plantado para produção de silagem, grãos, pipoca, artesanato de palha, minimilho e o milho verde, agregando valor ao produto final.

Os números relativos à produção de milho-verde são modestos quando comparados à produção de grãos, mas Segundo Cruz et al (2006), o cultivo de milho destinado à produção de milho verde vem aumentando de forma significativa, em função de sua lucratividade, visto que, na forma de grãos verdes, o valor de comercialização é maior, quando comparado com o milho na forma de grãos secos, e a produção com cultivo irrigado torna possível o cultivo o ano todo Além disso, a sua produção absorve, principalmente, mão-de-obra familiar, que contribui para a geração de empregos em pequenas e médias propriedades, particularmente na época da colheita, que é realizada de forma manual. Vemos isto no município de Matias Barbosa.

Na literatura, e nem nos 10 anos de trabalho na extensão rural do município não há registro do uso da adubação verde, nem do EM nas condições de Matias Barbosa. Quanto a produção do milho verde, encontramos o agricultor familiar, com uma área cultivada há mais de 20 anos com esta cultura, com problemas de “pé-de-grade” já a 15 cm de profundidade; podridões no colo das plantas, e predomínio de capim amargoso. Culturas como o jiló, bucha vegetal e chuchu deixaram de ser plantadas no terreno, devido a ataques severos de pragas e doenças. Há eventualmente mais um ou dois agricultores produzindo milho verde, mas sem tradição.

Na busca de novos e melhores mercados, o agricultor com o propósito da produção de milho verde descascado, para fornecimento para merenda escolar, se fez necessário atender cláusula contratual com a Secretaria Municipal de Educação de Matias Barbosa, que em acordo com a Empresa de Assistência técnica e extensão rural (EMATER-MG) exige produção livre de agrotóxicos, e o agricultor aceitou buscar uma produção agroecológica para atender este mercado.

Assim, buscando identificar espécies de adubos verdes mais adaptadas a região, e os efeitos destas no desenvolvimento e produtividade do milho em sucessão, com uso de microrganismos eficientes (EM), o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes espécies de adubação verde em unidade de produção familiar nas condições de Matias Barbosa-MG;

determinar o efeito da adubação verde na produtividade do milho verde, e avaliar o efeito da aplicação do EM na produtividade do milho em sucessão.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Matéria Orgânica

A matéria orgânica aduba o solo e a planta. Ela aumenta direta e indiretamente a capacidade do solo de armazenar água, e um bom suprimento de água é indispensável a vida das plantas (KIEHL, 1985).

O conteúdo da matéria orgânica do solo depende do clima, da cobertura vegetativa e do manejo feito pelo homem. Uma vez o solo cultivado sem um manejo adequado os níveis de matéria orgânica começam a cair, a estrutura grumosa é perdida, a porosidade sofre, a densidade aparente começa a subir e a atividade microbiana declina. A primeira etapa de um bom manejo para termos um solo saudável e equilibrado é o aporte constante de material para substituir aquela que foi perdida por colheita e decomposição (GLIESSMAN, 2008).

Primavesi (2014) afirma que quanto pior estiver o solo, mais rápida a desertificação e mais pobre a população. Quanto maior a pobreza, pior a destruição dos solos. Conclui que a pobreza destrói tanto ou mais que o agrusiness, então só existe um caminho, mas somente um: recuperar os solos (com cobertura vegetal adequada). Com alimentos com elevado valor biológico, não se necessitam 3000 ou 4000 quilocalorias por dia, mas somente 800 a 1000 quilocalorias por dia, por pessoa. Quer dizer, com um terço de calorias e do dinheiro, ficamos bem nutridos.

O manejo pode alterar a estrutura do solo. Nos processos físicos e químicos é difícil de interferir, já nos processos biológicos é mais fácil, manejando a matéria orgânica, e com isto trazendo mudanças na porosidade e diminuindo a erosão (CARDOSO, 2005). De todas as características do solo, o fator que melhor podemos manejar é sua matéria orgânica (GLIESSMAN, 2008).

Para Mercadante (2001) os efeitos das práticas de manejo nos teores de matéria orgânica do solo são amplamente mediados pela comunidade microbiana, que atua como agente de transformação da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia. De maneira geral, os efeitos das práticas de manejo do solo no tamanho e atividade da biomassa microbiana têm sido relacionados com as mudanças no conteúdo total de matéria orgânica.

Segundo Kiehl (1985), a estrutura do solo é o resultado da agregação das partículas primárias areia, silte e argila e outros componentes dos solos, como a matéria orgânica e o calcário, originando massas distintas e formando agregados estáveis, que arrançados constituem a estrutura do solo. Há duas principais condições para que estes agregados se formem: 1) uma força mecânica qualquer para provocar aproximação das partículas do solo; este movimento pode ser causado pelo crescimento das raízes, por animais terrestres, pelo fenômeno da contração e expansão do solo provocado pelo molhamento e secamento alternados ou pela floculação de colóides; 2) ao contato das partículas haja um agente cimentante para consolidar esta união, gerando o agregado. A matéria orgânica humificada, juntamente com os minerais de argila, são os dois agentes cimentantes que mais contribuem para a agregação do solo.

A matéria orgânica é a única forma de adubo que pode fornecer todos os nutrientes necessários às plantas. É também a matéria orgânica que tendo mais cargas negativas, seguram parte do alumínio que é positivo, o que pode ser suficiente para neutralizar o alumínio tóxico e elevar o pH em solos ácidos (MONTEIRO, 2008).

A matéria orgânica do solo é resultante, principalmente, da deposição de resíduos de origem animal e vegetal, que sofrem ação decompositora dos microrganismos, auxiliados pela ação da macro e mesofauna. Parte do carbono presente nos resíduos é liberado para a

atmosfera como CO<sub>2</sub>, e o restante passa a fazer parte da matéria orgânica, como um componente do solo. O efeito da matéria orgânica sobre os microrganismos pode ser avaliado a partir da biomassa e da atividade microbiana, parâmetros que representam uma integração de efeitos sobre as condições biológicas do solo (Bayer & Mielniczuk, 1999).

Para Gliessman (2008), a matéria orgânica do solo é um componente-chave da boa estrutura, aumenta a retenção de água e nutrientes, é a fonte de alimento para os microrganismos do solo, e fornece proteção mecânica importante para a superfície.

Já Kiehl (1985) afirma que a matéria orgânica tem influência apreciável nas propriedades físicas do solo, como a redução da densidade aparente, melhora na sua estruturação, a aeração e a drenagem interna do solo, aumenta direta e indiretamente a capacidade de armazenar água, e altera sua consistência. Ainda com relação às propriedades químicas é capaz de fornecer nutrientes, corrigir toxidez, e ser melhoradora ou condicionadora do solo.

A conversão de um sistema natural em áreas agrícolas implica, de modo geral, numa redução acentuada nos teores de carbono orgânico com o preparo do solo, que está relacionada com a diminuição das adições de C e com as condições mais favoráveis à decomposição da matéria orgânica nos sistemas de cultivo. Estas alterações nos teores de C orgânico são afetadas especialmente pela intensidade de revolvimento e pela cobertura do solo. Num sistema natural, o balanço entre as adições e perdas de carbono leva a um estado de equilíbrio dinâmico, o que, de maneira geral, não se verifica em áreas sob cultivo agrícola, onde o processo de decomposição da matéria orgânica é facilitado. Após um longo período sob manejo constante, os teores de matéria orgânica tendem novamente a um nível estável (MERCANTE, 2001).

Contudo, estudos relacionados com os teores de carbono orgânico do solo e com a quantidade e atividade da biomassa microbiana sob diferentes sistemas de manejo tornam-se de grande importância para a adoção de sistemas de uso do solo, visando a sua sustentabilidade. Neste sentido, o grande desafio da pesquisa é o estabelecimento da relação entre os níveis de atividade biológica do solo e os fatores de produção, visando o funcionamento sustentável dos agrossistemas.

As plantas de cobertura, através da adição contínua de seus resíduos, contribuem para o aumento dos níveis de matéria orgânica no solo, e, sobremaneira, para a mitigação das perdas de gases (dióxido de carbono – CO<sub>2</sub> e óxido nitroso – N<sub>2</sub>O) para a atmosfera (CALEGARI, 2014).

O manejo da matéria orgânica, seja pelas plantas vivas ou cobertura morta é fundamental para potencializar o ciclo da água, ao amortecer a força das águas das chuvas tanto pela interceptação das gotas da chuva pela parte aérea, como pelos resíduos orgânicos depositados no solo. (CARDOSO, 2005).

A aplicação de matéria orgânica no solo provoca uma intensa atividade de microrganismos, fazendo com que os micélios dos fungos e actinomicetos ou as substâncias viscosas produzidas pelas bactérias funcionem como elementos aglutinantes das partículas. Na síntese microbiana resultam polissacarídeos, e da decomposição da matéria orgânica os mais ativos agentes cimentantes, aglutinadores de partículas são os materiais coloidais que contêm poliuronídeos, proteínas e substâncias do tipo da lignina (KIEHL, 1985).

Os microrganismos que dão vida ao solo, juntamente com organismos maior, como as minhocas e insetos, tão importantes na ciclagem de nutrientes e nutrição das plantas também dependem de água para sobreviver. Por isso, trabalhar o manejo da matéria orgânica do solo é fundamental para conservar a sua umidade, e com isto potencializando o ciclo da água e do solo, melhorando a sustentabilidade da produção.

E ainda, segundo Calegari (2014), manejo que promove aumento de matéria orgânica do solo, principalmente pelo acúmulo de resíduos, incrementa a atividade biológica,

aumentando o número de espécies de organismos, o que conduz a um melhor equilíbrio natural, evitando que ocorra a predominância de determinada(s) espécie(s) de organismo(s), o que poderia, em algum momento, resultar em prejuízo para determinado cultivo.

Os efeitos das práticas de manejo do solo no tamanho e atividade da biomassa microbiana têm sido relacionados com as mudanças no conteúdo total de matéria orgânica. De modo geral, sistemas que resultam em incrementos no conteúdo de matéria orgânica do solo, como ocorre nos sistemas conservacionistas, tendem a apresentar valores mais elevados de biomassa e atividade microbiana (Cattelan & Vidor, 1990; Balota et al., 1998).

## **2.2 Microrganismos, a Meso e a Macrofauna do Solo (Macro e Microbiologia do Solo)**

As comunidades microbianas podem ser consideradas a base das cadeias alimentares do ecossistema (HOLGUIN et al., 2001). Apesar da diversidade microbiana no solo ser maior do que em qualquer outro ambiente, e ainda maior do que a dos organismos eucarióticos (STREIT et al, 2004), apenas há algumas décadas começou-se a entender que sua biodiversidade é fator preponderante na regulação e no funcionamento dos ecossistemas (COPLEY, 2000).

Para Primavesi (2006) um solo vivo pressupõe a presença de variadas formas de organismos interagindo entre si e com os componentes minerais e orgânicos do solo. Essa dinâmica biológica exerce uma função essencial na agregação do solo, de modo a torná-lo grumoso e permeável para o ar e para a água. Além disto, são estes organismos que mobilizam os nutrientes e os disponibilizam para as plantas.

Comunidades de micro e macrorganismos, que habitam o solo, embora “invisíveis”, são imprescindíveis para manutenção e sobrevivência dos vegetais e animais, pois são estas que decompõem a matéria orgânica, produzem húmus, ciclam nutrientes e energia, inclusive fixam N atmosférico, e produzem compostos complexos, que contribuem para agregação do solo, decomposição de xenofobióticos, controle biológico de pragas e doenças, entre outras funções.) (MOREIRA et al,2015).

Apesar da biota do solo (fauna e microrganismos) representar pequena porção do solo, tem papel fundamental na maioria dos processos que acontecem no solo, particularmente naqueles relacionados à ciclagem de nutrientes e à estruturação (BALOTA, 2017).

A biomassa microbiana pode ser definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, sendo composta por bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários, algas e microfauna. Em solos tropicais, a biomassa microbiana representa de 2 a 5% do carbono orgânico, podendo atuar como reservatório de nutrientes para as plantas. Nesse caso, os microrganismos imobilizam temporariamente C, N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes, que serão liberados após sua morte e decomposição, podendo tornar-se disponíveis às plantas (Gama-Rodrigues, 1999).

Primavesi (1985) enfatiza que a maioria dos componentes da mesofauna e muitos da macrofauna melhoram o solo, especialmente no que diz respeito à mobilização de nutrientes, através das enzimas, e o melhoramento da estrutura, através da ativação da microvida, porém em solos capinados, expostos ao sol, aquecidos, compactados pela chuva, e com uso de adubos amoniacais não são ambientes propícios para estes animais, como as minhocas, que aparecem espontaneamente em todos os solos cobertos se existir um mínimo de fósforo e cálcio. As galerias construídas pelos animais do solo, como larvas de insetos, insetos, minhocas, besouros e outros servem à penetração das raízes, à infiltração da água e à circulação do ar. Já os microseres que contribuem para agregação do solo são todos heterotróficos, que necessitam da matéria orgânica como fonte de energia. Nos países tropicais os microrganismos mais importantes são as bactérias celulolíticas, que decompõem celulose em condições aeróbicas, produzindo ácidos poliurônicos, que agregam o solo.

As diferentes espécies de adubos verdes favorecem ao aumento da biodiversidade, e isso se reflete no incremento da população de organismos solubilizadores de P e ácidos orgânicos, que contribuem para maior disponibilidade de nutrientes, quer pela presença de espécies que promovem a fixação biológica, quer pela habilidade das raízes e pelas interações com seus exsudatos na ciclagem dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio(K), enxofre (S) e outros, etc. (TIECHER et al., 2012).

A incorporação de matéria orgânica no solo provoca uma intensa atividade de microrganismos, fazendo com que os micélios dos fungos e actinomicetes ou as substâncias viscosas produzidas pelas bactérias funcionem como elementos aglutinantes das partículas. (KIEHL, 1985).

Solos que apresentam elevados teores de matéria orgânica e alta atividade biológica geralmente apresentam boa fertilidade (ou têm potencial para isto) e complexas redes tróficas e organismos benéficos que previnem infecções radiculares (CALEGARI, 2014).

Com uso de adubos verdes, as raízes das plantas, muito similares às hifas de fungos, podem prover a estrutura mecânica para a formação inicial dos macroagregados do solo ao englobar as partículas e produzir agentes cimentantes (exsudatos radiculares), os quais irão estimular atividade microbiana (JASTROW; MILLER, 1998). Outro mecanismo comum de formação de macroagregados é a atividade da fauna do solo, principalmente minhocas (BLANCHART et al., 1997), formigas e cupins (MARINISSEN; DEXTER, 1990). Além de sua participação na formação de macroagregados, as minhocas contribuem para uma maior disponibilidade de nutrientes e uma conseqüente melhoria da fertilidade química dos solos. Em relação ao plantio convencional, observa-se, no sistema de plantio direto (SPD), maior quantidade de biomassa microbiana e abundância de minhocas (DORAN, 1987). Além disso, em geral, o SPD favorece mais as populações de fungos do que as de bactérias (BEARE et al., 1993; DRIJBER et al., 2000; FREY et al., 1999), produzindo uma relação de glucosamida (derivada de fungos) maior do que a de ácido murâmico (derivado de bactérias) (FREY et al., 1999). A estabilização preferencial de fungos sobre a biomassa bacteriana pode levar a uma ciclagem mais eficiente do carbono (C) e do N (BEARE et al., 1992; FREY et al., 1999).

Para que um ecossistema se mantenha um equilíbrio, que é dinâmico, faz-se necessário a participação de quatro elementos básicos: 1) substâncias inorgânicas (gases, minerais, íons); 2) produtores (plantas) que através da fotossíntese convertem substâncias inorgânicas em alimentos; 3) consumidores (animais) que se utilizam dos alimentos; e 4) decompositores (microrganismos) que transformam o protoplasma em substâncias que possam ser reusadas pelos produtores, consumidores e decompositores, fechando um ciclo. Somente os produtores têm a capacidade de usar a energia solar e produzir tecido vivo. Então é o reino vegetal que sustenta o animal, e ambos deixam seus restos para os decompositores, os microrganismos. O uso eficiente dos produtos de decomposição pela natureza é fator fundamental para formação de um solo. É um processo delicado e complexo no qual a formação de centímetros de solo leva séculos (REICHARDT, 1996).

Microrganismos participam da gênese dos habitats onde vivem. No estágio inicial de formação do solo, C e N são deficientes, daí espécies fotossintéticas e fixadoras de N (cianobactérias e líquens) envolvem-se no intemperismo. A interação entre superfícies de microrganismos e partículas do solo (colóides) afetam aspectos importantes da ecologia. As suas CTC, o tipo dominante de cargas e os tipos de ligações, e a natureza dos compostos orgânicos excretados determinam adesões para melhor explorar os nutrientes, e os protegem de serem removidos por exemplo, pela água. As enzimas do solo tem origem de micro e macrorganismos do solo, de plantas e animais, mas sua fonte primária é a biomassa microbiana. Elas juntamente com os microrganismos degradam e mineralizam a matéria orgânica, liberando nutrientes (MOREIRA et al, 2015).

A diversidade de organismos no solo é crucial para o funcionamento do ecossistema, e consequentemente para a sustentabilidade do ecossistema. Isso porque se sabe que a diversidade funcional, que representa a diversidade das atividades biológicas no solo, está diretamente relacionada com a estabilidade do ecossistema (KENNEDY, 1999). De modo geral, o manejo de solo que emprega menor revolvimento do solo e maior diversidade da cobertura vegetal, proporciona maior diversidade metabólica microbiana (LAMBAIS et al., 2005), podendo, assim, proporcionar maior qualidade e estabilidade do solo e, consequentemente, maior sustentabilidade do sistema (BALOTA, 2017).

Ainda segundo Moreira (2015) e Khautounian (2001) as micorrizas são fungos (microrganismos) heterotróficos, que em associação mutualística com raízes de plantas promove uma relação, antiga, simbiótica e estável. É um fenômeno generalizado na Natureza, caracterizado por fluxos bidirecionais de fotoassimilados e de nutrientes orgânicos. Acredita-se, que as micorrizas tiveram relação evolucionária com os líquens, que são associações de fungos e algas, e ambas com relação simbiótica envolvendo organismos heterotróficos com autotróficos, e com formação de estruturas fisiológicas especializadas. Estas têm enorme potencial de aplicação na agricultura, mas a insuficiência de resultados de pesquisa reais e consistentes, em campo, tem comprometido os avanços necessários para sua aplicação em larga escala. Micorrizas arbusculares (MAs) são fungos asseptados, e colonizam as raízes de 80% das espécies vegetais, penetrando inter e intracelularmente no córtex das raízes, formando arbúsculos ou vesículas, Com este tipo de micorriza não ocorrem alterações morfológicas macroscópicas nas raízes colonizadas. Outro tipo importante entre os sete tipos categorizados é a ectomicorriza, a qual penetra só intercelularmente, formando a rede de Hartig e o manto fúngico ao redor das raízes, modificando morfológicamente as raízes colonizadas. São típicas de árvores de clima temperado, como as coníferas (Pinus). Sieverding & Leihner (1984) e Araujo & Almeida (1993) verificaram que a rotação de culturas com adubação verde elevou significativamente a colonização micorrízica no cultivo subsequente.

Ana Maria Primavesi (1984), há mais de seis décadas, já mencionava que, no futuro, as análises químicas do solo, corriqueiras e tradicionais dariam lugar às análises biológicas ou microbiológicas, que melhor iriam expressar o potencial produtivo das áreas agrícolas. Assim, em diferentes regiões agrícolas brasileiras, experiências de produtores mostram que as análises químicas, isoladas, não explicam bem a realidade da produção ou do potencial produtivo das terras agricultáveis.

A influência favorável dos microrganismos do solo, e especialmente dos fungos, sobre a formação e estabilidade dos agregados do solo há muito é conhecida. Entretanto, nós estamos ainda desvendando os mecanismos específicos pelos quais esses efeitos favoráveis se manifestam. Uma das descobertas relata os efeitos da agregação e estabilização da glomalina, uma glicoproteína que é secretada por hifas de fungos micorrízicos. Estes organismos vivem num estado de simbiose com as raízes de muitas plantas, incluindo diversas espécies de árvores.

Para a formação de agregados no solo é necessária uma força mecânica que provoque a aproximação das partículas do solo. Esse movimento pode ser causado pelo crescimento das raízes, por animais de hábito terrestre, pelo fenômeno da expansão e contração do solo provocado pelo molhamento e secamento alternado ou pela floculação. Também é necessário que haja um agente cimentante para consolidar essa união, gerando o agregado. Existem vários agentes cimentantes, como por exemplo, os óxidos de ferro nos Latossolos principalmente; a matéria orgânica, nos solos menos intemperizados; e as substâncias produzidas pelos microrganismos no solo, como os polissacarídeos produzido pelas bactérias e a glomalina pelos fungos micorrízicos arbusculares, ou FMA (ZATORRE, 2009).

O comportamento recalcitrante da glomalina junto à sua natureza glicoprotéica e sua aparente característica hidrofóbica, que protege as hifas de perdas de nutrientes e água, sugere

que é uma biomolécula muito estável (WRIGHT & UPADHYAYA, 1998) com uma vida média entre 6 a 42 anos (RILLIG et al., 2001) e lenta velocidade de degradação que depende do solo de origem (RILLIG et al., 2003). A repelência à água influencia na proteção contra a erosão dos solos, por isso estas proteínas fúngicas, semelhantes às hidrofobinas produzidas por fungos filamentosos, poderiam estar contribuindo para a estabilidade estrutural dos solos (MORALES et al., 2005).

O estudo de Mendes (2011) identificou 33 mil bactérias que vivem no solo, e que estão associadas, de forma consistente, à supressão de doenças de plantas. Segundo Mendes, o estudo, que ganhou comentário na revista *Nature Biotechnology*, concluiu que o fenômeno de supressão de doenças não depende apenas da atuação de bactérias isoladas, mas também da sinergia de todo um consórcio de bactérias. Os dados indicam que essa combinação específica de microrganismos é ativada por uma sinalização no contexto da própria comunidade bacteriana. Mendes no estudo que teve foco especificamente nos microrganismos que vivem associados à raiz das plantas constatou que à medida que são infectadas, as plantas expostas aos patógenos do solo sofrem pressão positiva para recrutar as bactérias necessárias para sua proteção. O solo é considerado supressivo quando essa comunidade de bactérias é tão bem selecionada que, mesmo na presença do patógeno, a planta não é infectada. Há o solo supressivo no qual a planta resiste completamente à presença do patógeno devido a estrutura da comunidade bacteriana neles presente. Os dados, publicados na revista *Science*, indicam que, sob um ataque de patógenos, as plantas, a fim de se proteger contra infecções, podem explorar uma combinação de micróbios específica contida no solo.

### **2.2.1 Os Microrganismos eficientes (EM)**

A fertilização das culturas é um dos maiores desafios da agricultura orgânica. Para garantir maiores produtividades tem se buscado a substituição de adubos minerais por outras fontes de nutrientes que sejam ao mesmo tempo eficientes e sustentáveis. Uma alternativa tem sido a utilização de microrganismos eficientes.

É desejável a busca de alternativas que permitam produzir alimentos com menor gasto de fertilizantes sintéticos. Os fertilizantes biológicos vêm sendo utilizados com sucesso na produção de alimentos. A agricultura natural tem evoluído muito quanto às técnicas utilizadas para o cultivo de seus produtos. Dentro desse contexto encontra-se o “EM” (Microorganismos eficientes). O EM é formado por um conjunto de microrganismos que são naturalmente encontrados em solos não degradados e que auxiliam a produção agrícola. Não são fertilizantes químicos nem hormônios “per se”, no entanto, agem no solo fazendo com que sua capacidade natural de produção se manifeste plenamente (Pegorer et al., 1995).

De acordo com Pugas et al. (2013), os Microrganismos Eficientes (EM) constituem um conjunto de organismos que adicionados ao solo aumentam a diversidade microbiológica, sendo utilizados como indutores da decomposição da matéria orgânica e liberação de nutrientes às plantas, bem como no aumento da capacidade de resistência dessas, a danos causados por patógenos, os quais poderiam comprometer a produtividade da cultura. Trata-se de uma tecnologia bastante interessante a ser usada na agricultura orgânica, a utilização dos microrganismos eficientes (EM).

.EM é o resultado do cultivo composto de microrganismos anaeróbicos, que não necessitam de ar, microrganismos aeróbios, que não podem viver privados deste, e de outras dezenas de microrganismos de diferentes atuações (os principais são as bactérias produtoras de ácido láctico, as leveduras, as bactérias fotossintéticas, fungos e actinomicetos). Esses microrganismos existem em abundância na natureza e em sua grande maioria já são utilizados na industrialização de alimentos, por isso são inofensivos ao homem e aos animais (VICENTINI et al., 2009).

A utilização do EM, promove maior eficiência na utilização da matéria orgânica disponibilizada aos vegetais, uma vez que aumenta a atividade dos microrganismos, contribuindo para modificar a estrutura, qualidade e sanidade dos solos deficientes, podendo melhorar as condições de desenvolvimento da planta, integrando o equilíbrio microbiológico do solo e da planta (HIGA & WIDIDANA, 1991; SANTOS et al., 2008).

Este produto é pouco conhecido na agricultura latino-americana, porém tem sido pesquisado e utilizado de diferentes formas em mais de 100 países (MONTERREY; PERALTA, 2005). Para Shingo e Ventura (2009), o EM é uma composição líquida de lactobacilos, leveduras, actinomicetos, bactérias fotossintéticas e fungos filamentosos, com a função de produzir substâncias úteis à planta, tais como: hormônios e vitaminas, através da captação da energia solar e ação sobre a matéria vegetal fresca e semi-decomposta.

Para Mitsui (2006), o EM é uma suspensão de microrganismos, cuja composição biológica não é conhecida comercialmente, e que apresenta mais de 10 gêneros, e 80 espécies de microrganismos, e que seu uso é interessante já que decompõe a matéria orgânica da massa verde do solo, disponibilizando os nutrientes que a cultura necessita, diminuindo a quantidade de adubos sintéticos, além de melhorar a qualidade física e biológica do solo.

A Empresa AMBIEM Ltda, que comercializa o produto de nome fantasia EM-1 informa que o EM é uma tecnologia probiótica e natural que foi desenvolvida há 25 anos no Japão pelo Dr. Teruo Higa, quem é o autor do célebre livro “An EARTH Saving Revolution”. Esclarece que o EM significa “microrganismos eficazes” e é composto por organismos benéficos e altamente eficientes. Estes microrganismos não são nocivos, nem patógenos, nem geneticamente modificados e nem quimicamente sintetizados. Ainda que originalmente desenvolvida como alternativa para os fertilizantes sintéticos e pesticidas, o uso da Tecnologia EM tem, nas duas últimas décadas, expandido de agricultura para tratamentos de águas e efluentes, controle de maus odores, granjas e saúde animal, saúde humana, e inúmeros tratamentos industriais. Esclarece ainda que atualmente, o EM é usado em mais de 100 países e existem 54 fábricas ao redor do mundo, incluindo uma no Brasil. Mais de 30 Centros de Pesquisas espalhados pelo mundo estão todos os dias criando e avaliando novas alternativas para incrementar e expandir ainda mais o ramo de uso da Tecnologia. Explica que funciona com os microrganismos contidos no EM, que pertencem a 3 grupos bem conhecidos por nós, e estes são as bactérias ácido lácticas (usadas na elaboração de iogurte, queijos, etc.), leveduras (usadas para pães, cervejas, vinhos, etc.) e bactérias fototróficas ou fotossintéticas (presentes nas algas verdes e em qualquer partícula de solo). Assim como nos processos de fermentação conhecidos, o EM acelera a quebra de compostos como as proteínas, açúcares, gorduras e fibras, promovendo a rápida decomposição da matéria orgânica. Além disso, o EM ainda trabalha em duas vias primárias: a) por exclusão competitiva de outros microrganismos que são nocivos, e b) pela produção de subprodutos benéficos que promovem a saúde do meio ambiente como enzimas, ácidos orgânicos, aminoácidos, hormônios e antioxidantes. O EM é facultativo, o que permite estender seus benefícios a ambientes anaeróbicos e aeróbicos. Por atuar através de fermentação, o uso do EM ajuda na eliminação de maus odores.

Bonfim et al. (2011) já confirmam que estudo sobre os microrganismos eficientes (effective microorganisms – EM) foi iniciado na década de 70 pelo Dr. Teruo Higa, professor da Universidade de Ryukyus (Japão). O objetivo era melhorar a utilização da matéria orgânica na produção agrícola. Em 1982 foram feitas experimentações com EM em campo, nas várias regiões do Japão, com resultados positivos. Posteriormente, em outros países, inclusive no Brasil, foi confirmada a eficiência do EM na ciclagem da matéria orgânica. A utilização do EM, como prática agrícola adequada ao ambiente e a saúde humana, se aproximou muito da Agricultura Natural Messiânica preconizada por Mokiti Okada, em 1935, no Japão. Na Agricultura Natural são utilizadas tecnologias ecológicas, com máximo proveito da natureza, das ações do solo, dos organismos vivos, da energia solar, dos recursos hídricos. As técnicas

fundamentam-se no método natural de formação do solo. Utilizando corretamente as forças e a energia da natureza, é possível obter produção agrícola suficiente, sem fertilizantes nem agrotóxicos. Árvores e ervas crescem naturalmente sem prejuízos pelos insetos. Seguindo os caminhos da natureza é possível alcançar colheitas abundantes, saudáveis, saborosas e nutritivas. Os autores lembram que os Microrganismos Eficientes aceleram a degradação da matéria orgânica bruta. Isso é bom, pois disponibiliza alimento às plantas promovendo crescimento e produtividade. Entretanto, é importante sempre enriquecer com matéria orgânica a área de cultivo. O uso de partes vegetais lenhosas (galhos, troncos de árvore, etc) e de gramíneas (capins, milho,...) favorece o uso do EM. Esses produtos naturais são de decomposição mais lenta, mas garantem a continuidade da matéria orgânica no solo. O EM é um ser vivo. Deve-se ter cuidado no manejo dos microrganismos de modo que seja feita sua fixação no solo. Por isso é essencial a matéria orgânica. O EM é utilizado em diversos países e em todos os continentes. A utilização do EM foi iniciada experimentalmente no Brasil na Fundação Mokiti Okada, Atibaia-SP. Foi introduzida entre os praticantes da Agricultura Natural.

Vicentini et al. (2009) testando a utilização de EM (microrganismos eficientes) no preparo de compostagem concluíram que a adição de microrganismos no momento da preparação das pilhas de compostagem demonstrou reduzir o tempo de preparo do composto e contribuir para a reprodução de minhocas.

Siqueira & Siqueira (2013) também afirmam ser EM - nome abreviado de Effective Microorganisms ou Microrganismos Eficazes uma tecnologia trazida para o Brasil pela Fundação Mokiti Okada, na década de 80, e é utilizada atualmente com diversos objetivos ao redor do mundo. É oriunda de pesquisas desenvolvidas pelo professor Dr. Teruo Higa, da Universidade de Ryukyus, no Japão. O EM é formado pela comunidade de microrganismos encontrados naturalmente em solos férteis e em plantas que coexistem em meio líquido. Alguns desses microrganismos são conhecidos há milhares de anos e utilizados na fermentação e conservação dos alimentos. Os autores relatam existir quatro principais grupos de microrganismos que compõem o EM, são: - Leveduras (ex: *Sacharomyces sp*): utilizadas na fermentação de matérias-primas para a produção de cachaça, cerveja e vinho, e como fermento de pão, entre outros usos. No solo, as leveduras utilizam os açúcares e outras substâncias liberadas pelas raízes das plantas, sintetizam vitaminas e outras substâncias úteis, além de ativarem outros microrganismos do solo. As substâncias bioativas, como hormônios e enzimas produzidas pelas leveduras, também atuam como promotores de crescimento nas raízes. Elas produzem um ambiente necessário à reprodução de outros microrganismos benéficos, como as bactérias lácticas e actinomicetos. - Actinomicetos (ex: *Actinomyces sp*, *Streptomyces sp*): aproveitam os aminoácidos produzidos pelas bactérias fotossintetizadoras e produzem antibióticos naturais que controlam fungos e bactérias patogênicos. Produzem substâncias úteis a outros microrganismos benéficos, como as bactérias fixadoras de nitrogênio de vida livre e as micorrizas - Bactérias produtoras de ácido láctico, ou lácticas (ex: *Lactobacillus sp.*, *Pediococcus sp*): velhas conhecidas da Humanidade, utilizadas na produção de iogurtes, vinagre e pickles. No solo, transformam os açúcares excretados pelas plantas e por bactérias fotossintetizadoras em ácidos orgânicos que controlam alguns microrganismos nocivos, como *Fusarium* e outros fungos que causam apodrecimento das raízes e plantas. Pela fermentação da matéria orgânica, produzem diversas substâncias nutrientes para as plantas. Também conseguem solubilizar a matéria orgânica de difícil decomposição, como a lignina e a celulose, e eliminam vários efeitos nocivos da matéria orgânica não decomposta. - Bactérias fotossintetizadoras ou fototróficas (ex: *Rhodospseudomonas palustris*): conhecidas despoluidoras do ambiente. Utilizam energia solar em forma de luz e calor e também se alimentam de substâncias excretadas pelas raízes, fazendo a síntese de vitaminas, nutrientes, aminoácidos, ácidos nucleicos, substâncias bioativas e açúcares que favorecem o crescimento das plantas e aumentam as populações microbianas benéficas do solo, inclusive bactérias

fixadoras de nitrogênio de vida livre, actinomicetos e micorrizas. Atualmente, o EM é vendido com o nome comercial EMBIOTIC pela Korin Meio Ambiente -KMA. Há uma fábrica do produto no Rio de Janeiro. O EMBIOTIC concentrado pode ter custo alto, porém, pode-se fazer um processo de multiplicação chamado de Ativação do EM, que aumenta 10 vezes a quantidade e divide o preço por 10, mas também existe um método caseiro de preparo do EM que permite que esta tecnologia seja adotada e adaptada localmente. Atualmente, é distribuído e comercializado pela fundação Mokiti Okada. O professor desenvolveu e patenteou quatro formulações: E.M.-2, E.M.-3, E.M.-4 e E.M.-5. Este inoculante bacteriano produzido a partir de microrganismos presentes no solo, pela Fundação Mokiti Okada, tem sido utilizado nos cultivos de hortaliças, cereais e frutos.

Andrade (2011) indica a pulverização via solo, como ativador/acelerador da decomposição da matéria orgânica, contribuindo com o aumento da vida no solo e mobilização dos nutrientes, ou foliar, indicado após a germinação ou em culturas já estabelecidas. O referido autor apresenta ainda outras opções de uso do EM como: em compostagem de resíduos orgânicos; em solos e substratos; na produção hidropônica; na piscicultura e carcinicultura; em granjas de produção animal, ajudando ainda na eliminação de maus odores; em lagoas de tratamento de efluentes; em caixas de gorduras, fossas sépticas e nos sistemas de esgotamento sanitário.

A tecnologia social não empresarial do EM, consiste na produção do EM pela família agrícola, o que permite que essa tecnologia social seja mais adaptável às condições locais e seja acessível pelo baixo custo e pelas facilidades. Os microrganismos deverão ser capturados em solo saudável, sob mata, na unidade agrícola (na terra onde mora a família agrícola), ou em área próxima. Os microrganismos de cada região estão mais adaptados às condições locais facilitando o processo de reconstrução do Solo Vivo.

Para o preparo do EM na propriedade, inicialmente fazemos a captura dos microrganismos eficientes, segundo Bonfim et al (2011): Cozinhar aproximadamente 700 gramas de arroz sem sal; colocar o arroz cozido em bandeja de plástico ou de madeira ou ainda em calhas de bambu; cobrir com tela fina visando proteger. Coloque a bandeja com arroz e a tela em mata virgem (na borda da mata) e deste modo capturar os microrganismos. No local onde vai deixar a bandeja, afastar a matéria orgânica (serrapilheira). Após colocar a bandeja, a matéria orgânica que foi afastada deve cobrir a bandeja sobre a tela. Após 10 a 15 dias os microrganismos já estarão capturados e criados. Nas partes do arroz que ficarem com as colorações rosada, azulada, amarelada e alaranjada estarão os microrganismos eficientes (regeneradores). As partes com coloração cinza, marrom e preto devem ser descartadas (deixe na própria mata). As colorações no arroz variam em função do tipo de mata onde foram capturados os microrganismos. Quanto mais diversificada e estruturada for a mata mais cores estarão presentes.

Para ativar os microrganismos eficientes, distribuir o arroz colorido em mais ou menos 5 garrafas de plástico de 2 litros. Colocar 200 ml de melaço em cada garrafa. Completar as garrafas com água limpa (sem cloro) ou água de arroz. Fechar as garrafas e deixar à sombra por 10 a 20 dias. Liberar o gás (abrir a tampa) armazenado nas garrafas, de 2 em 2 dias. Coloque a tampa e aperte a garrafa pelos lados retirando o ar que ficou dentro da garrafa (a fermentação deve ser anaeróbica, ou seja, sem ar, sem presença do Oxigênio). Aperte bem a tampa. Está pronto o EM (neste momento não há mais produção de gás dentro da garrafa). O EM tem coloração alaranjada. Pode ser mais clara ou mais escura, o que depende da matéria-prima, não implicando, porém, na qualidade do produto. O cheiro é doce agradável. No caso de apresentar mau cheiro, o EM não deve ser usado. Pode ser armazenado por até 1 ano (BONFIM et al, 2011).

As respostas do solo tratado com EM são principalmente e diretamente: a) Recompor a microbiota saudável do solo. Quanto maior a quantidade e a diversidade de vida no solo,

melhor será a qualidade do alimento produzido. Lembrete: a diversidade de plantas implica em diversidade de microrganismos no solo; b) Restaurar as condições físico-químicas e microbiológicas do solo; c) Estimular a emergência total das plantas (inclusive as plantas medicinais e as plantas companheiras) facilitando o manejo e a cobertura do solo; d) Atuar juntamente com a adubação verde diminuindo a compactação do solo. Aumentar: a agregação, a porosidade do solo, a infiltração de água, a água disponível no solo e a profundidade de enraizamento. Como consequência há redução da erosão e da frequência de irrigação; e) Facilitar a decomposição da matéria orgânica, favorecer a mineralização e a disponibilidade de nutrientes essenciais às plantas; f) Permitir a redução ou a dispensa do fertilizante químico; g) Biorremediar os solos contaminados neutralizando os metais pesados e os resíduos de agrotóxicos. Via compostagem também poderá neutralizar resíduos de petróleo e outros óleos; h) Diminuir ou eliminar doenças e patógenos do solo. i) Acelerar o processo de compostagem de resíduos (BONFIM et al, 2011).

Pereira et al (2014), e Andrade (2011) afirmam que os microrganismos eficientes constituem uma alternativa eficaz, sustentável, segura e de baixo custo para aumentar a produtividade dos alimentos orgânicos, sendo sua utilização uma boa opção de manejo agroecológico.

O EM tem se mostrado uma substância de uso bastante variado. Tuat e Trinh (2002), por exemplo, utilizaram o EM no manejo de pragas em algumas culturas, seus resultados demonstraram que o produto pode ser usado em um programa de manejo integrado de pragas como uma alternativa para minimizar as pulverizações químicas. Estudos feitos por Corales e Higa (2002), mostraram que o EM aplicado no solo aumenta a diversidade e atividade microbiana, diminui espécies patogênicas e facilita a decomposição de matéria orgânica e a síntese de nutrientes essenciais para o crescimento e a produção vegetal. Estes autores observam ainda que, com a utilização de palha de arroz e EM a produção foi comparável a obtida com fertilizante sintético. Segundo Myoungsu et al.(2005) as rizobactérias se apresentam como alternativa promissora de uso como agente de controle biológico, estando indiretamente relacionadas com a produção de metabólitos, como antibióticos, sideróforos e ácido hidrocianico, que diminuem o crescimento de fitopatógenos. Outrossim, favorecerem a planta pela produção de reguladores de crescimento e melhoria na absorção de nutrientes. Hernández-Rodríguez et al. (2008) relataram que rizobactérias (*Burkholderia* spp. e *Pseudomonas fluorescens*) exibiram efeito antagonista contra *F. verticillioides* M1 inoculado em milho. No experimento de Oliveira et al (2011) a variedade "Sol da manhã" mostrou maior eficiência em remobilizar o N para os grãos, e quando recebeu EM apresentou um aumento no teor de proteína bruta dos grãos superior em relação à adubação nitrada. A aplicação foliar de EM se mostrou promissora como alternativa à adubação nitrada visando ao aumento da proteína dos grãos de milho. Os resultados obtidos neste experimento indicam que o EM é um produto natural que pode atuar de maneira semelhante à adubação nitrogenada foliar o que pode ser bastante promissor para os cultivos com reduzido uso de insumos externos.

O EM propicia o aumento da agregação e da porosidade do solo, favorecendo a mineralização e a disponibilidade de nutrientes essenciais para a planta, ativando o metabolismo, o crescimento radicular (ANDRADE et al., 2009).

Em experimento usando EM em soja, Yue et al. (2002) obtiveram sementes de soja, com maior teor de proteína e concentração de óleo quando trataram as plantas com EM diluído em solução com concentração entre 0,1 e 0,5%, sugerindo ainda que o EM pode ser usado como uma substância regulatória para melhorar o metabolismo das plantas promovendo maior rendimento e melhor qualidade.

Para Pugas et al. (2013) os microrganismos eficientes também podem ser utilizados no processo de compostagem.

O uso do esterco bovino e do EM na proporção 1:1000 são indicados para compor o substrato a fim de proporcionar melhor desenvolvimento inicial de plantas de rabanete (PEREIRA et al., 2015)

Dentro de uma dimensão ecológica, é possível identificar ações possíveis de serem realizadas pelos agricultores, que além de conservar e melhorar a fertilidade dos solos, de preservar e ampliar a biodiversidade natural e doméstica, de proteger as fontes e cursos d'água, diminuir o uso de substâncias tóxicas, como os defensivos agrícolas e fertilizantes sintéticos, possibilita ainda ao agricultor utilizar materiais e produtos presentes na propriedade (SOUZA, 2010).

Xu (2000) em trabalho com milho relatou uma mudança na capacidade fotossintética em plantas tratadas com EM, observando que estas plantas demoravam mais a entrar em senescência. Este acontecimento se repetiu durante a condução do experimento de Oliveira et al. (2011), as plantas de milho que foram tratadas com EM aparentemente retardaram sua senescência em relação aos outros tratamentos, o que seria uma resposta interessante quando se busca maior acúmulo de fotossintatos. Xu (2000) supõe que o EM funcione como um promotor de crescimento em função das observações feitas em seu experimento. Esta sugestão, segundo o autor, se dá pelo fato de que alguns fitormônios e derivados são sintetizados por microorganismos de solo, incluindo algumas espécies contidas no EM que ele utilizou.

### **2.3 Leguminosas (Fabaceas)**

A adubação verde é uma prática agrícola utilizada há mais de 2.000 anos por chineses, gregos e romanos, para aumentar a produção das lavouras. No Brasil, os primeiros estudos foram realizados no Instituto agrônomo (IAC), no Estado de São Paulo, sendo obtidos resultados muito positivos em que o “efeito melhorador dos adubos verdes” foi evidente. A partir de então, as pesquisas foram realizadas por todo país, principalmente em órgãos públicos de pesquisa, ensino e extensão, sempre com a colaboração dos agricultores e das cooperativas. Foi temporariamente esquecida e desestimulada em nossas condições, particularmente no auge da “revolução verde”, quando houve forte estímulo à adoção dos chamados “insumos modernos”, dentre os quais, os fertilizantes sintéticos. (WUTKE et al, 2007).

Plantas de cobertura ou culturas de cobertura é um termo recente utilizado para designar diferentes espécies de adubos verdes em uso para a formação da camada de palha para a cobertura do solo (CALEGARI, 2014). A cobertura de solo com camada de palha é um dos princípios do sistema plantio direto – SPD. No entanto, a utilização de plantas de cobertura também faz parte de boas práticas agrícolas como: cobertura morta vegetal (mulch); rotação de culturas para melhoria da qualidade do solo, substituindo o pousio de áreas de cultivo; consórcio com plantas olerícolas, grãos e com lavouras perenes; proteção do solo com palha ou cobertura viva em lavouras perenes (ANGELETTI et al. 2006).

Os métodos vegetativos de manejo de culturas agrícolas, que incluem o uso de plantas de cobertura/adubos verdes podem representar uma opção de sustentabilidade nas propriedades rurais (ANGELETTI, 2006).

Entre as várias espécies que podem servir como adubos verdes, merecem destaque aquelas da família das leguminosas (NEVES et al., 2004), pois além dos benefícios similares, proporcionado por outras famílias botânicas, as leguminosas são capazes de formar associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio (N) atmosférico, conhecidas genericamente de “rizóbios”. Como resultado da simbiose, quantidades expressivas de N, nutriente essencial às plantas cultivadas, tornam-se disponíveis após a roçada dos adubos verdes (GUERRA et al, 2004).

As plantas da família das Leguminosas (ou Fabaceae) são as mais utilizadas como adubo verde. De acordo com Silva e Menezes (2007), a principal razão para essa preferência está em sua capacidade de simbiose com bactérias fixadoras do N<sub>2</sub> atmosférico. O autor cita também a rusticidade, à elevada produção de matéria seca e ao sistema radicular geralmente profundo e ramificado, capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo. Além disso, Fernandes et al. (1999) destaca também o efeito alelopático e supressivo sobre as plantas daninhas como ocorre com o feijão-de-porco, a crotalária e a mucuna preta.

Outras famílias botânicas de plantas como as gramíneas e as crucíferas passaram a ser utilizadas, todavia sem a contribuição no nitrogênio fixado (MATEUS ; WUTKE, 2006).

Amado et al., 2002 também confirma que as leguminosas são as preferidas para adubação verde devido à sua capacidade de associação simbiótica com microrganismos do solo fixadores de nitrogênio atmosférico, e que a palhada das leguminosas normalmente apresenta maiores teores de nitrogênio quando comparada a outras espécies. Essa característica torna-se muito importante, pois contribui para a decomposição mais rápida dos restos culturais, promovendo maior disponibilidade desse nutriente ao solo.

O nitrogênio é o um dos principais nutrientes requeridos pelos vegetais e o que mais causa limitação na produção. Entretanto, o uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados vem ocasionando sérios problemas ao ambiente, principalmente ocasionando a contaminação dos lençóis freáticos (OLIVEIRA et al., 2011).

Cerca de 50 a 70% do nitrogênio total das folhas é integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos. Esse nutriente é utilizado para síntese de clorofilas, aminoácidos, proteínas, vitaminas, enzimas, citocromos, ácidos nucleicos e hormônios, tornando-se de essencial relevância para que a planta possa abranger o desenvolvimento normal com qualidade (LIMA et al., 2009).

Para Queiroz et al (2008) entre os efeitos da adubação verde sobre a fertilidade do solo está o aumento do teor de matéria orgânica; a maior disponibilidade de nutrientes; a maior capacidade de troca de cátions efetiva do solo; o favorecimento da produção de ácidos orgânicos, de fundamental importância para a solubilização de minerais; a diminuição dos teores de Al trocável pela sua complexação; e o incremento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil (Calegari et al., 1993). Com a produção e adição ao solo de biomassa de leguminosas, com alta qualidade nutricional obtida, ter-se-á uma alternativa viável e acessível aos produtores para fertilizarem suas lavouras, aliada ao baixo custo e baixo impacto ambiental.

As leguminosas mais comumente disseminadas com a finalidade de adubos verdes, nas condições de clima tropical, são espécies anuais de crotalarias (*Crotalaria spp.*), mucunas (*Mucuna spp.*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), além da espécie semiperene guandu (*Cajanus cajans*) e da perene amendoim-forrageiro (*Arachis pintoï*). São utilizadas distintas modalidades e estratégias de manejo de plantas de cobertura do solo, como arranjos populacionais diversos, rotações, consórcios, faixas intercalares, coberturas mortas e compostagem. (GUERRA et al, 2004).

As diferentes espécies de adubos verdes isoladas ou em coquetéis (misturas), adequadamente testados e validados regionalmente nas mais diversos sistemas de produção, tendem a contribuir favoravelmente para um aumento da biodiversidade (ALTIERI et al., 2007; PRIMAVESI, 1984). Isso se reflete no incremento da população dos organismos antagônicos (inimigos naturais das pragas), diminuindo a pressão de pragas e/ou doenças e nematoides sobre as culturas; nos maiores índices de infiltração de água no perfil do solo pelo efeito das raízes e da matéria orgânica adicionada ao solo (BASCH et al., 2012).

Considerando o potencial de FBN de leguminosas para adubação verde, sua inclusão em sistemas de rotação de culturas pode promover grande economia de fertilizantes minerais

nitrogenados, além da reciclagem de outros macro e micronutrientes. Isso, por sua vez, incide em menor dispêndio de energia derivada de fontes petrolíferas não renováveis para a fabricação desses insumos (SILVA et al, 2014).

A adubação verde melhora o aproveitamento dos fertilizantes minerais, proporcionando aumentos na produção, porque o adubo verde mobiliza os nutrientes das camadas mais profundas, tornando-os disponíveis para as culturas subsequentes (Eiras & Coelho). Kiehl (1985) afirma que os adubos verdes, ao absorverem os nutrientes do solo, contribuem para a redução das perdas por lixiviação. O autor recomenda, ainda, não atrasar a implantação da cultura comercial, pois os adubos verdes após incorporação tendem a se decompor e a liberar rapidamente os nutrientes. Já Alvarenga et al. (1995) afirmam que o fato de uma espécie reter grande quantidade de nutrientes não significa que eles estejam prontamente disponíveis à cultura seguinte.

A presença de leguminosas induz a melhoria dos níveis de fertilidade do solo (PERIN et al., 2004), bem como em suas propriedades físicas. Estimulando os muitos processos biológicos dependentes da disponibilidade de matéria orgânica (DE-POLLI e PIMENTEL, 2005). Por outro lado, aumenta o volume total de biomassa produzida por unidade de área cultivada, promovendo, em decorrência, a taxa de cobertura do solo necessária para viabilizar subsequentes plantios diretos (BALBINOT e FLECK, 2005).

O padrão de absorção de nutrientes e a geração de acidez na rizosfera em leguminosas associadas à bactérias diazotróficas influenciam a solubilização de P, causando modificações na quantidade absorvida do nutriente (BEKELE et al., 1983). Aguilar & Van Diest (1981) verificaram que leguminosas utilizando N fixado simbioticamente absorveram mais nutrientes catiônicos do que aniônicos, causando uma acidificação do meio e aumentando a disponibilidade de fosfatos de rocha.

Os resultados de pesquisa e a experiência de produtores com o uso das plantas melhoradoras do solo têm demonstrado grande potencial de proteção e recuperação da capacidade produtiva dos diferentes solos agrícolas. Apesar disto, um desafio aos produtores é a definição de esquemas compatíveis de uso das diferentes espécies com os sistemas de produção específicos de cada região e, se possível, nos limites de cada propriedade, considerando os aspectos relacionados a clima, solo, infraestrutura da propriedade e condições socioeconômicas do agricultor. O emprego dessas plantas, além da conservação e/ou melhoria da fertilidade, pode visar ao incremento na produtividade das culturas comerciais (CALEGARI, 2014).

A utilização de leguminosas como adubação verde é uma opção viável tanto para manter a fertilidade do solo, como para recuperação de áreas degradadas pelo cultivo intensivo. Alguns problemas, entretanto surgem quando da adoção desta prática. A falta de informação sobre a adaptação dessas plantas na região, como melhor época de semeadura para a formação de biomassa e/ou a produção de sementes, limita o uso desse tipo de adubação natural, assim como problemas de ordem econômica, quando da aquisição de sementes, contratação de mão de obra ou máquinas adaptadas.

Os cultivos de leguminosas também têm contribuído com a melhora nos teores de proteína de grãos cultivados em sucessão aos adubos verde (BORDIN et al., 2003).

Estudos demonstram que a maior parte do N residual de adubos verdes encontra-se na forma orgânica. Por essa razão, o aproveitamento por cultivos subsequentes é, em geral, baixo, da ordem de 1% a 6% do montante aplicado. No entanto, a contribuição desses materiais para o estoque de N orgânico do solo é fundamental para a manutenção da sua capacidade produtiva a longo prazo (SILVA et al, 2006).

Para Padovan et al. (2013) é importante ressaltar que não é tarefa fácil compatibilizar, numa única espécie de adubo verde, a necessidade de sincronismo entre a liberação de nutrientes e a cinética de absorção dos mesmos pelas plantas cultivadas em sucessão e,

também, da manutenção da cobertura do solo. Assim, a seleção de espécies de adubos verdes, para uso tanto em culturas solteiras quanto em consórcios, bem como de formas de manejo constituem importantes desafios à pesquisa científica.

A adubação verde, mesmo quando não proporciona ganhos imediatos de produtividade às culturas em sucessão, acarreta benefícios importantes ligados ao manejo das lavouras, tais como: proteção do solo contra erosão hídrica; adição de matéria orgânica, a partir do carbono (C) da biomassa vegetal produzida *in situ* e da ciclagem de nutrientes, através da fotossíntese; atenuação de efeitos relacionados a variáveis climáticas; redução da infestação de populações de ervas de ocorrência espontânea; fonte de recursos alimentares e abrigo para inimigos naturais de pragas; controle de fitomoléstias de solo; e manutenção da diversidade funcional nas unidades de produção (GUERRA et al, 2004).

Aita et al (2014) afirmam que a magnitude do aumento do estoque de carbono (C) no solo sob sistema de plantio direto depende fundamentalmente da qualidade e da quantidade do C adicionado no solo através dos resíduos culturais. Por isso, são importantes a rotação de culturas e a inclusão de leguminosas como adubos verdes nos sistemas de rotação visando aumentar o aporte de C e N tanto pela parte aérea, como pelo sistema radicular das espécies. Relatam que a escolha dos adubos verdes a empregar é aspecto importante a ser observado, que a preferência deve ser dada à leguminosas em função de realizarem os dois principais processos biológicos da natureza: a fixação do CO<sub>2</sub> atmosférico através da fotossíntese e a conversão do N<sub>2</sub> atmosférico em N orgânico através da FBN. Todavia, os resíduos culturais das leguminosas caracterizam-se pela baixa relação C/N e, por isso, são facilmente decompostos pelos microrganismos, o que resulta rápida liberação de nutrientes e na duração efêmera de proteção do solo contra a erosão. Assim, consorciar espécies leguminosas e não leguminosas de adubos verdes, principalmente gramíneas, é importante a fim de reduzir a velocidade de decomposição dos resíduos culturais para aumentar sua permanência na superfície do solo e favorecer a sincronia entre a mineralização dos nutrientes e a demanda de nutrientes das culturas comerciais.

Zanatta et al (2007) afirmam que as leguminosas adicionam C aos solos através de sua própria produção de fitomassa e pelo fato de elas beneficiarem a produção de fitomassa por espécies não leguminosas, como o milho.

Schroth et al. (1995) prefere o mulch ao adubo verde incorporado por razões de proteção do solo e economia de trabalho. Este autor destaca também uma menor oscilação na temperatura do solo e melhor retenção da umidade no solo com a cobertura, promovendo-se condições mais favoráveis ao crescimento da população de minhocas. Entretanto, Sampaio e Maluf (1999) relataram que uma das limitações da adubação verde, por meio do cultivo de cobertura com leguminosas e sua incorporação ao solo, é que, com exceção do N, a incorporação da biomassa da leguminosa não repõe os nutrientes retirados do solo pelas culturas comerciais.

Por razões essencialmente econômicas, o milho tem sido plantado no período chuvoso, pois as maiores produtividades têm ocorrido associadas a consumos de água entre 500 e 800 mm considerando todo ciclo da cultura. Em condições naturais verifica-se que não há nenhum local da superfície terrestre sem vegetação devido à pobreza nutricional do solo, e que locais sem vegetação geralmente apresentam deficiência de água, temperaturas extremas, ausência de radiação e/ou excesso de sais. Assim, a ausência de vegetação não ocorre pela deficiência de nutrientes, uma vez que elementos essenciais estão presentes em todos os solos, ainda que em quantidades muito pequenas. A boa disponibilidade de água permite que plantas exuberantes vivam em solos muito pobres, por meio de um eficiente mecanismo de ciclagem (LANDAU et al., 2009).

Calegari (2014) reforça estes benefícios e recomenda manter os solos agrícolas cobertos, se possível, durante todo o ano. Ressalta ainda a importância da cobertura do solo

com palha, para manter as temperaturas baixas, evitar perdas de água por evaporação e evitar o estresse nas plantas. Pontua que a zona da raiz que está em um solo com temperaturas acima de 32 – 33°C não tem capacidade de absorver água e nutrientes e, considerando-se que 85 a 90% da absorção de água e nutrientes nas culturas anuais é feita nos primeiros 20 cm do solo, é fundamental formar cobertura do solo com palha.

Iniciativas neste sentido têm-se ampliado, como a criação do Protocolo de Cooperação para adoção de práticas e ações destinadas a consolidar o desenvolvimento rural sustentável no município de São Paulo. Nas Diretrizes Técnicas do Protocolo, Cláusula 3, observa-se que em um total de nove diretrizes, cinco estão relacionadas diretamente ao uso de plantas para formar uma boa cobertura de solo como práticas de: i) conservar o solo e controlar erosão; ii) aumentar a proporção de matéria orgânica no solo; iii) diversificar o uso do solo por meio de rotação e consórcio de culturas; iv) reduzir o uso de fertilizantes sintéticos pelo incremento do uso de compostos orgânicos e adubos verdes; v) manter uma boa cobertura do solo como prática para promover o uso racional da água (ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

Segundo Pott et al (2007), as espécies de adubos verdes têm potencial de uso para recuperação de áreas de baixa fertilidade. Para produção de fitomassa em áreas degradadas pobres em P destacaram-se o guandu, aveia-preta e o tremoço branco. O nabo forrageiro apresentou potencial para maximizar a solubilidade de fósforo de fosfatos naturais.

Eiras & Coelho (2010) concluíram em seu trabalho, que as espécies crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), mucuna (*Mucuna sp*), guandu (*Cajanus cajan*), leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e canafístula (*Peltophorum dubium*), todas resultaram em acréscimo de produtividade do milho quando comparadas ao milho sem adubação.

As culturas de milho e aveia integradas e de forma planejada, no sistema de rotação, proporcionam alto potencial de produção de fitomassa, com elevada relação C/N, garantindo a manutenção de cobertura de solo, dentro da quantidade mínima preconizada e por maior tempo de permanência na superfície. Em rotação de culturas, pesquisas em Rio Verde (GO), mostrou que as maiores produtividades de milho ocorrem sobre as palhadas de algodão, girassol, guandu e nabo forrageiro. (CRUZ et al, 2008).

Também podem ser adotadas como plantas remediadoras de solos contaminados com herbicidas (SANTOS et al., 2006) e supressoras de plantas daninhas (SEVERINO & CHRISTOFOLLETI, 2004; TIMOSSI et al, 2014).

Para Queiroz et. al (2008), as condições edafoclimáticas interferem sobre o rendimento das espécies, esta é uma razão porque há diferenças entre o desempenho das espécies de adubos verdes quando plantadas em diferentes locais. Maior tolerância ao estresse hídrico, às doenças e pragas, agressividade e sensibilidade ao fotoperíodo são outras características que interferem sobre seu rendimento.

Embora conhecidos os benefícios proporcionados pelo consórcio de milho com leguminosas, existem grupos de produtores que não realizam a prática do consórcio de milho com leguminosas. Pesquisa realizada entre extensionistas de 21 municípios mineiros relata que apenas uma propriedade praticava consórcio milho com leguminosas, embora todos declarem serem conhecedores dos benefícios dessa técnica (MASTRANGOLO et al., 2007).

Para a prática da adubação verde, recomenda-se que a parte aérea das plantas deve ser deixada na superfície do solo, por meio de roçadeira, triton ou rolo-faca, desde o estágio de florescimento pleno até o início da formação dos grãos, ou seja, não há colheita de sementes. Segundo Wutke et al (2007), entre os principais entraves para a utilização da adubação verde no Brasil tem sido a baixa disponibilidade de material propagativo e de informações a respeito das características, benefícios e formas de utilização, principalmente para os agricultores familiares.

A disponibilidade de sementes de leguminosas pode ser limitante, devendo o agricultor buscar autonomia em sua produção, portanto as plantas podem ser cultivadas também até a colheita de suas sementes para o ano seguinte ou, até mesmo, uma renda extra ao agricultor.

A deficiência de máquinas agrícolas do agricultor familiar, também muitas vezes limita o emprego da prática da adubação verde.

As leguminosas usadas para prática da adubação verde dificilmente são adotadas pelo agricultor brasileiro, que visa naturalmente a implantação de culturas rentáveis de imediato, ou seja, ocupa o espaço de outra cultura de renda. Contudo como opção de renda extra, pode-se cultivá-las para produção de sementes.

De acordo com Aguiar et al. (2008), espécies de adubos verdes também são adotadas em sistemas de cultivo orgânico, consolidando a premissa da necessidade de estudos, quanto à produção de sementes destas espécies.

A escolha da espécie de adubo verde por parte do agricultor depende da disponibilidade de sementes e do objetivo de seu cultivo ou da cultura que será cultivada após o seu manejo. Quando o objetivo do plantio de leguminosas é a produção e colheita de sementes, cuidados adicionais devem ser tomados, quando comparado com a produção de fitomassa. A semeadura pode ser feita em linhas ou a lanço, dependendo de diversos fatores, como semeadoras, tamanho da área de produção de sementes, quantidade e preço das sementes e manejo da colheita a ser adotado. Inicialmente deve ser observada a época de semeadura mais recomendada para cada região.

Para Lima Filho et al. (2014) a opção por semeadura em linha permite reduzir os gastos com semente, uniformizar a emergência e favorecer o controle de plantas daninhas, caso seja necessário. Hoje há disponibilidade de discos específicos para cada tamanho de sementes.

Wutke et al (2007) afirmam que as semeaduras dos adubos verdes podem ser realizadas a lanço, em covas (2 a 3 sementes por cova), ou mais comumente em sulcos ou linhas, usando enxada, matraca, semeadoras convencionais ou máquinas adaptadas ao sistema de plantio direto. Nas semeaduras tardias das espécies de verão, para produção de sementes deve-se aumentar o espaçamento entre linhas para 90 cm. No plantio a lanço são gastos com sementes, em média, 30% a mais, e as capinas iniciais são um pouco dificultadas.

Dourado (1998) obteve aumento significativo da produção de sementes com poda de crotalária júncea a 100 cm, quando comparado com plantas não podadas e com outras alturas de poda. A poda foi realizada aos 60 dias após a emergência das plântulas e foram semeadas manualmente com 20 plantas viáveis por metro. O oposto obtido por Dourado et al (2001) em seu outro trabalho, onde constatou que tanto a poda, quanto a adubação fosfatada não causou alteração na produção de matéria seca, nem de grãos de crotalária júncea, mas apenas a qualidade fisiológica da semente.

Segundo Peske et al (2003), as sementes das Fabaceas (leguminosas) pertencem a espécies que são geneticamente considerada de vida longa, caracterizando-se por apresentam tegumento duro e impermeável, são as sementes duras.

Para Wutke (2007) as sementes recém colhidas de algumas espécies, como a mucuna preta e mucuna-cinza, são duras, ou seja, como seu tegumento é resistente à absorção de água, não germinam com facilidade. Para a “quebra” desta dormência, podem ser utilizados vários métodos eficientes, imediatamente antes da utilização das sementes, caso contrário deverão ser descartadas: fazer uma pré-seleção, eliminando as sementes de menos tamanho, que são mais “duras”; realizar a escarificação, utilizando tambores giratórios revestidos internamente com lixas abrasivas de carbureto de silício ou em trilhadoras ou combinadas na rotação de 500 a 600 ppm; acondicionar as sementes em sacos de estopa, colocá-lo em água aquecida de 60 a 80°C, por cerca de 30 segundos. Escorrer a água e colocar as sementes para secar à sombra,

em local ventilado; espalhar as sementes em terreiros, nas horas mais quentes do dia, revirando-as e recobrando-as à noite com lona, por pelo menos uma semana; tratar com ácido sulfúrico concentrado (densidade de 1,84) por 5 minutos (bastante perigoso o manuseio, não recomendado ao agricultor).

Vale enfatizar que sementes de mucuna-preta apresentam dormência, mesmo sob condições favoráveis, sementes viáveis deixam de germinar, principalmente devido a imaturidade fisiológica do embrião e a impermeabilidade do tegumento à água ou, em alguns casos ao oxigênio (VIEIRA,2000).

Quando as plantas forem destinadas à produção de sementes, recomenda-se adiar a semeadura para março ou abril, para obter plantas mais baixas e facilitar tanto a colheita manual quanto a mecânica, apesar da redução da quantidade de fitomassa produzida. (WUTKE et al, 2007).

Timossi et al (2014) concluíram em seu trabalho, que a melhor época de para cultivo, visando produção de biomassa e de sementes de *Crotalaria juncea* foi com a semeadura no início do período chuvoso, afirmando que o número de vagens por planta diminui acentuadamente com atraso da semeadura, o qual pode ser o principal responsável pela menor produção de sementes, percebendo-se que o déficit hídrico foi o principal motivo desta interferência.

Já Wutke et al (2007) afirmam que deve-se lembrar que fatores como temperatura, ocorrência de geadas e fotoperíodo interferem fortemente na viabilidade de produção de sementes. As espécies eretas ou trepadoras com crescimento favorecido na primavera-verão para região Sudeste, como as crotalárias, o feijão-de-porco, guandu, mucunas deverão ser plantadas tardiamente para se ter uniformidade no florescimento e redução na altura das plantas, facilitando o processo de colheita. Assim, diferentemente de quando o objetivo é a produção exclusiva de fitomassa, a crotalária júncea e o guandu poderão ser semeados em janeiro ou fevereiro e a mucuna-preta em dezembro.

Ramos (2015) também constatou que a época de semeadura interfere na produção de sementes, diminuindo-a a medida que se avance para a estação de outono. A mucuna preta apresentou um encurtamento do ciclo de vida da planta, mostrando-se responsiva ao fotoperíodo. Também concluiu que sementes maduras recém-colhidas, diferentemente de sementes imatura têm alta capacidade de germinar.

Para Lima filho et al (2014), quando a produção de sementes for priorizada, recomenda-se a semeadura tardia, em março/abril, o que permite obter plantas mais baixas, com menos fitomassa e mais facilidade à colheita mecânica.

A observação do espaçamento correto adotado entre as linhas de plantio e a densidade na linha deve ser bem rigorosa nas áreas de produção de sementes, para que não haja competição por água, luz e nutrientes, prejudicando assim a produtividade.

Segundo Wutke (2007), deverão ser adotados espaçamentos entre linhas de 0,50 m para crotalária e mucuna, e de 0,50 a 0,90 para o guandu. Deve-se ficar atento quanto ao guandu, que tem crescimento inicial muito mais lento, necessitando de controle de plantas infestantes na fase inicial do ciclo.

Lima Filho et al (2014) recomenda para a produção de sementes de feijão-de-porco o uso de 7 sementes por metro com espaçamento de 0,7 m entre linhas, sendo necessário 200 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. A semeadura deve ser a uma profundidade de cerca de 2,5 a 3 vezes o diâmetro total das sementes. Para produção de sementes utilizar espaçamentos de 25 a 50 cm entre linhas, distribuindo 25 a 40 sementes por metro, e para semeaduras tardias, recomenda-se menores espaçamentos (WUTKE et al, 2007).

Cuidar para que haja isolamento entre áreas cultivadas com distintas cultivares de uma mesma espécie, para se evitar cruzamentos e redução ou até perda da pureza genética. Esse cuidado verifica-se, sobretudo para o guandu, cuja faixa de isolamento deve ser de no mínimo

200 m. No caso das espécies polinizadas por insetos (abelhas, mamangavas), como a crotalária júncea e o guandu, as áreas para produção de sementes deverão estar próximas às matas e não serem muito largas, para favorecer a movimentação do inseto pela cultura. Especificamente para a crotalária júncea, é desejável e necessária a presença da mamangava – o inseto polinizador preferencial. (WUTKE, 2007).

Para Souza (2001) as etapas mais limitantes para produção de sementes são a colheita e secagem, o bom planejamento, antes mesmo do plantio determina, em grande parte o grau de sucesso alcançado. Neste planejamento, a disponibilidade de equipamentos e mão de obra, e as características de produção de sementes de cada espécie devem ser consideradas, caso contrário podem revelar-se ineficientes, problemáticos, e ou demasiadamente caros. O produtor deve fazer avaliação precisa de suas alternativas e disponibilidade de recursos e meios, assim como vantagem e desvantagens de cada método de colheita e secagem (quando necessária).

Nas espécies trepadoras, como mucunas e feijão de porco, se desenvolvidas em cultivo exclusivo é possível realizar colheita mecânica de suas vagens, apesar de seu rendimento ser menor do que aquele obtido no processo de colheita manual das mesmas, quando tutoradas (WUTKE,2009). Neste caso específico da mucuna, pode-se aumentar o tamanho do cacho de vagens da mucuna e, em consequência, o rendimento em grãos, semeando a mucuna nas entrelinhas do milho, quando estiver com 40 a 60 dias. As plantas de mucuna utilizarão as de milho como tutor e a colheita de ambas as culturas será manual, mas realizada em tempos diferentes, iniciando-se pela colheita do milho (WUTKE,2007).

Uma importante limitação à produção de sementes de leguminosas é a deiscência das vagens, característica de natureza genética, pouco influenciável pelo manejo agrônomico. Áreas de solos de textura média são preferidas, uma vez que em solos argilosos há a presença de pedriscos ou pequenos torrões, podendo dificultar a obtenção de lotes de sementes com percentagem de pureza física desejada. O sucesso da colheita depende também da existência da estação seca bem definida, o que na região Sudeste ocorre aproximadamente entre os meses de maio a setembro (SOUZA,2001).

Para colheita mecânica, as espécies eretas, como o guandu e a crotalária, deverão ter sido semeadas mais tarde (janeiro ou fevereiro na região Sudeste), porque as plantas estarão com menor altura, possibilitando a colheita mecânica e também facilitando a manual, conforme opção do produtor. Podem ser utilizadas as mesmas máquinas colhedoras combinadas adotadas nas culturas de feijão e soja (WUTKE,2007).

Logo após a colheita, as sementes devem ser beneficiadas a fim de eliminar restos de cascas, gravetos e torrões de solo, impurezas e outros materiais indesejáveis. Esse procedimento poderá ser realizado seguindo processos simples, nos casos de produção para consumo próprio ou para banco comunitário de sementes. No caso em que a produção de sementes se destinar ao comércio, as sementes deverão ser encaminhadas imediatamente para unidades de beneficiamento, onde as sementes serão classificadas em suas peneiras padrões, e onde serão separados e descartados o material mais leve como sementes perfuradas, mal formadas, chochas e deterioradas e eventuais detritos de menores tamanhos (WUTKE,2007). Esta poderá ser outra opção de renda do agricultor.

### **2.3.1 Feijão de porco (*Canavalia ensiformes*)**

Tem sua origem na América Central, foi introduzido no Instituto agrônomico (IAC), em Campinas, por volta de 1900. Com hábitos de crescimento ereto e prostado, porte herbáceo, determinado e velocidade de crescimento inicial lento, cobre o solo com altura do dossel ao redor de 0,8 a 1,2 m. Suas plantas possuem hastes grossas e lenhosas na base. É resistente a altas temperaturas e à seca, tolerante ao sombreamento parcial, suas raízes

atingem grande profundidade, que lhe confere alguma resistência a longo período de veranico, mas é susceptível à geada. (WUTKE et al, 2014).

Para Mascarenhas & Wutke (2014), nesta leguminosa não há sensibilidade ao fotoperíodo, e as plantas permanecem verdes durante todo o ano, não havendo efeito significativo da época da sementeira no crescimento nem na quantidade de fitomassa produzida, podendo ser semeada até o final do período chuvoso por sua resistência à seca, desde que haja umidade suficiente no solo para garantia da germinação das sementes, sendo tolerante a grande período de veranico.

O feijão-de-porco é uma leguminosa capaz de proteger o solo, reciclar nutrientes, bem como melhorar a capacidade de troca de cátions (CTC), e os aspectos físicos e microbiológicos (LOPES, 2000; CORREA, 2009).

Seus ciclos, da sementeira à colheita de sementes é anual, com duração de 80 a 90 dias até o florescimento, 130 a 140 dias até colheita de sementes, que são brancas. O plantio deverá ser realizado até o final do período chuvoso, com uso de 4 a 5 sementes por metro linear, e espaçamento de 0,50 cm entre linhas (WUTKE, 2007).

Possui ação alelopática às invasoras, apresentando-se muito eficiente contra tiririca (*Cyperus rotundus* L.), pode ser utilizado em cafezais, em pomares (banana, citrus), e na cultura do milho (WUTKE, 2007).

Adaptado a solos pobres em fósforo, e de baixa fertilidade em geral, a solos argilosos e arenosos, e moderadamente tolerante ao Al.

Tem adaptação à disponibilidade de água (déficit hídrico e encharcamento), assim como é resistente à seca, se desenvolvendo bem em solos compactados e argilosos.

A cobertura vegetal oriunda de feijão-de-porco é, sem dúvidas, grande promotora de melhorias no solo e dos componentes na produtividade das culturas beneficiadas nos agroecossistemas. Padovezzi et al. (2007) apontam aumento no número de folhas e na produtividade de massa fresca de alface, que ocorre, entre outras razões, porque o nitrogênio presente na biomassa destas leguminosas é liberado durante o ciclo da cultura beneficiada.

São produzidas aproximadamente de 20 a 25 t/ha de fitomassa fresca, e em torno de 5 a 8 t/ha de fitomassa seca, produzindo de 1.000 a 1.800 kg/ha de sementes, com massa-peso de 1000 sementes em torno 1150 g. Gasta-se no plantio 80 a 150 Kg/ha, em linha ou a lanço.

Apresenta uma relação C/N entre 10 a 16, e são fixados de 57 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 190 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (WUTKE, 2007).

Em experimento de Angeletti (2016) o feijão de porco apresentou teor de N acima de 2%.

O feijão de porco é uma leguminosa rústica, tem elevado potencial de aporte de fitomassa e de N via fixação biológica. Tem 75 % do N em sua composição originado do ar atmosférico, e somente 25 % do solo.

Os respectivos valores médios acumulados de P, K, Ca, Mg na parte aérea nesta leguminosa, segundo Silva et al. (2014) por ocasião do florescimento foi de 10,3 kg ha<sup>-1</sup>, 113 kg ha<sup>-1</sup>, 62,7 kg ha<sup>-1</sup>, e 11,7 kg ha<sup>-1</sup>.

Como bom hospedeiro de nematoides-de-galha (*M.incognita*, *M.javanica*) devemos evitá-lo em locais com histórico, assim como também é hospedeira da mosca branca (*Bemisia tabaci*), sendo vetor de viroses do feijoeiro.

Guerra et al (2014) registraram que o feijão-de-porco, assim como a crotalária, mucuna e guandu influenciaram positivamente na produtividade da batata-doce, comparando com área de pousio com vegetação espontânea.

Fontanetti (2008) descreve que após três anos de SPDO (sistema de plantio direto orgânico), se faz necessário o preparo do solo com aração para o controle de plantas espontâneas. Visto que, o manejo das plantas espontâneas mecânico por meio de roçadas favorece as espécies de reprodução vegetativa com alta capacidade de rebrota, estas por sua

vez comprometem a produtividade do milho. Como alternativa para mitigar os efeitos das plantas espontâneas, Corrêa et al. (2011) descrevem que a presença de feijão-de-porco em consórcio com milho no sistema de plantio direto orgânico proporcionou redução da matéria seca das plantas espontâneas, aumentou a produtividade e melhorou a produção de palhada de inverno.

Heinrichs et al.(2005) avaliaram as espécies mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), guandu anão (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo consorciado com o milho. O feijão-de-porco apresentou maior produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Além de o feijão-de-porco apresentar melhor desenvolvimento e adaptação ao sistema proposto em relação aos demais tratamentos, constatou-se redução na ocorrência de plantas daninhas, causando, possivelmente, efeito supressor alelopático a estas plantas. Os autores destacaram a necessidade do desenvolvimento de máquinas agrícolas apropriadas à semeadura dessa cultura, dificultada pelo uso de máquinas convencionais, em virtude do acentuado tamanho de suas sementes.

É importante ressaltar que o uso de extratos de feijão-de-porco para o controle de plantas espontâneas em sistema de plantio direto orgânico de milho reduziu significativamente a altura de plantas, a produtividade e a massa de mil grãos de milho (CAIXETA, 2013). Comprovando assim, seu potencial de fito tóxico sobre os componentes da produção de milho orgânico quando aplicado na forma de extrato.

Mascarenhas & Wutke (2014), destacam, ainda, a tolerância e a capacidade de absorção e acúmulo de metais pesados, como fitorremediador, com relevante contribuição à descontaminação de áreas poluídas pelo do feijão-de-porco. O chumbo, um dos contaminantes mais danosos ao solo, é absorvido com eficiência por plantas de feijão-de-porco, ficando a maior parte do elemento absorvido acumulado nas raízes, sem prejuízos ao desenvolvimento das plantas.

Trabalho realizado por Brito et al (2017), concluiu que o tratamento com feijão de porco favoreceu a maior produtividade do milho, quando comparado a crotalária, mucuna-preta, guandu-anão e milheto, tornando-se uma espécie com grande potencial para ser utilizado como adubo verde na região de Glória dos Dourados, MS.

Spagnollo et al (2001), em análise econômica sobre a utilização de leguminosas na cultura do milho, concluíram que o cultivo de leguminosas para cobertura do solo demonstrou-se alternativa viável para aumentar significativamente a receita líquida da cultura do milho. Além disso, constataram que as espécies capazes de se destacar em relação ao seu efeito nesta receita foram a mucuna cinza e o feijão-de-porco.

Scivittaro et al. (2000) observaram que o rendimento de grãos do milho obtido pela utilização de mucuna preta associado a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N-uréia foi superior em 82% ao verificado para a testemunha sem adubação verde e química. O mesmo resultado foi encontrado por Spagnollo et al. (2001), entretanto, em comparação ao tratamento testemunha, as leguminosas, dentre elas o feijão-de-porco, aumentaram o rendimento do milho de 17 a 93% (423 a 2.256 kg ha<sup>-1</sup>).

### **2.3.2 Crotalária júncea (*Crotalaria juncea*)**

A crotalária é cultivada em toda região tropical, vegeta muito bem em solos pobres, inclusive nos arenosos de várias fertilidades e bem drenados. É exigente em calor, luz e umidade, suportando geadas leves (CALEGARI et al., 1993).

Em pesquisa realizada por Perin et al.(2004), na Zona da Mata Mineira, a produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nutrientes dos adubos verdes milheto e crotalária foram determinados. A crotalária apresentou maior produção de fitomassa, que foi

108% maior que a vegetação espontânea e 31% superior à do milho. A presença de crotalária resultou em maiores teores de N e Ca, enquanto o milho e as plantas espontâneas apresentaram maiores teores de potássio. O acúmulo de P e Mg foi influenciado pela produção de fitomassa, atingindo valores elevados com a presença da crotalária, ao passo que o acúmulo de N e de Ca resultou tanto dos maiores teores quanto da maior produção de fitomassa nos tratamentos com a leguminosa. A crotalária contribuiu, em associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, via fixação biológica do nitrogênio, com 173 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Duarte Junior (2006), avaliando plantas de cobertura para sistema de plantio direto, em Campos dos Goytacazes, observou maior taxa de cobertura do solo proporcionada pela crotalária, em torno de 87% aos 35 dias após a emergência (DAE), sendo 15, 40 e 748% superior, respectivamente, ao feijão-de-porco, mucuna preta e vegetação espontânea. A crotalária, aos 92 DAE, produziu 17.852 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, 41, 78 e 407% superior à do feijão-de-porco, da mucuna preta e da vegetação espontânea. Essas leguminosas avaliadas acumularam maior quantidade de N e Cu na fitomassa que a vegetação espontânea. A crotalária e o feijão-de-porco, em média, acumularam 66% a mais de P na parte aérea que a mucuna preta. A crotalária apresentou maior acúmulo de K, Mg, S, Zn e Fe que feijão-de-porco, mucuna e vegetação espontânea. Reis et al. (2007) estudaram diferentes sistemas de manejo (rolo-faca e triturador de palhas) das espécies crotalária e mucuna-cinza. As análises dos valores obtidos permitiram verificar que o manejo não interfere na decomposição da massa seca das coberturas vegetais e que as duas culturas de cobertura apresentaram massas semelhantes aos 30; 70 e 125 dias após a semeadura, diferindo aos 97 dias, época em que a crotalária apresentou maior quantidade de massa seca devido à escassez de chuvas e ao rápido crescimento inicial da crotalária. Aos 30; 51 e 71 dias após o manejo, as massas secas das culturas foram semelhantes.

Estudo realizado por Silva et al (2006) para avaliar o aproveitamento do N (<sup>15</sup>N) da crotalária júncea pelo milho por 2 anos agrícolas demonstrou que a quantidade de N na planta de milho proveniente do adubo verde aumentou com o incremento da dose de N. O aproveitamento do N da crotalária pelo milho aumentou com o incremento da dose N-uréia, variando de 12,9% a 17,2 % no primeiro ano agrícola e de 12% a 21,2% no segundo. Neste estudo, a quantidade de nitrogênio no milho proveniente da crotalária júncea sem a aplicação de N-uréia foi de 21,1 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Embora não determinados melhoras nos teores dos demais macronutrientes estudados, Silva et al. (2006) demonstram melhoras nos teores de N P Ca Mg e S nas folhas e/ou grãos de milho quando cultivados em sucessão a crotalária. Os benefícios proporcionados ao solo pelas leguminosas são amplos, sendo que, entre elas, podemos citar a capacidade de liberação do fósforo adsorvido do solo, bem como a maior disponibilidade de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no solo (SILVA et al., 2006), atributos proporcionados pelo guandu e crotalária, respectivamente.

A crotalária é uma espécie eficiente para obtenção de rendimentos elevados de fitomassa, além de favorecer o incremento de nitrogênio (N), magnésio (Mg) e enxofre (S) aos sistemas de produção na região do Cerrado Sul-Matogrossense (BRITO et al., 2017).

Para Padovan et al (2013) a crotalária se destaca quanto à acumulação de massa na parte aérea das plantas, com 15,30 e 14,73 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1), corroborando com os resultados obtidos por Padovan et al. (2008).

### 2.3.3 Mucuna preta (*Mucuna aterrina*)

Originário da África, herbácea, rasteira, com hábitos de crescimento volúvel, com ramos trepadores vigorosos, agressivos com até 6,0 m de extensão lateral, e altura de até 1,0 m, não recomendado para culturas perenes como café e frutíferas por causa do sombreamento

que compromete a fotossíntese. Sua produtividade de biomassa fresca está entre 29 a 50 t/ha 6 a 9 t /ha seca e C/N :12 a 20. Muito tolerante ao alumínio no solo, adaptado a condições de baixa fertilidade. Resistente ao nematoides do gênero *Meloidogyne*, sendo efetivas controladoras da população destes. Muito tolerantes ao alumínio (Al), têm capacidade de competição com plantas infestantes, que são suprimidas por sombreamento ou efeito alelopático positivo, inclusive com a tiririca. Obtêm-se aumento na produtividade, quando em rotação com milho, fixando de 120 Kg ha<sup>-1</sup> a 157 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Resistente a seca, tolera encharcamento por períodos curtos. Não tem reação fotoperiódica (WUTKE et al.,2014).

Já segundo Costa et al. (1993), pode ciclar até 76 kg ha<sup>-1</sup> de N e produz de matéria seca cerca de 2 a 4 Mg ha<sup>-1</sup>. Em experimento de Angeletti (2016) a mucuna preta apresentou teor de N acima de 2%.

Segundo Calegari et al.(1993), a mucuna se desenvolve bem tanto em solos arenosos como nos argilosos e intermediários, pode ainda tolerar solos ácidos, sombreamento, temperaturas elevadas e encharcamento por períodos curtos.

Viégas et al (1960) observaram, em seis cultivos, resposta na produção de milho nos tratamentos que receberam mucuna intercalada à cultura.

Nascimento (1994), citado por Dodegá (1994), estudando mucuna-preta, lab-lab e crotalaria júncea na proteção do solo, concluiu que as leguminosas apresentaram níveis diferentes de proteção ao solo, sendo, no geral, mais efetivas a partir de 60 dias; contudo, a mucuna-preta ofereceu melhor proteção ao solo contra erosão.

Padovan et al. (2013) conclui em seu experimento que o uso da mucuna-preta em monocultivo e a mistura de adubos verdes proporcionam o melhor desempenho ao milho cultivado em sucessão nas condições predominantes da ecorregião envolvida no estudo (no Cone Sul de Mato Grosso do Sul).

Estudos já verificaram a ação específica da inibição das plantas daninhas por estas espécies utilizadas para adubação verde, como exemplo, citam-se: a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) exercendo ação inibitória sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o picão-preto (*Bidens pilosa*) (LORENZI, 1984).

## 2.4 A Cultura do Milho em Sucessão às Leguminosas

O milho (*Zea mays*) é um dos alimentos vegetais mais importantes para a humanidade, devido a sua elevada produtividade, valor nutritivo, e pelas diversas formas de utilização na alimentação humana e animal, in natura e na indústria. O milho-verde é uma excelente opção na diversificação da produção.

O “milho verde” menciona-se a espiga quando colhida e ingerida ainda fresca, com teor de umidade entre 70 e 80% de seus grãos (SILVA, 2011).

Mundialmente, há um mercado potencial para os produtos orgânicos, incluindo o milho verde, uma vez que existe grande interesse de uma parcela da população em deixar de consumir produtos da agricultura convencional, cuja atividade, reconhecidamente, envolve o emprego de elevadas quantidades de adubos sintéticos e pesticidas, os quais derivam de fontes de energia não renováveis, sendo um modelo de produção não sustentável (Caporal & Costabeber, 2003).

A oferta de espigas de boa qualidade e produzidas em sistema de cultivo orgânico pode favorecer o valor de venda desse produto em até 30%, quando comparado às espigas cultivadas em sistema convencional (VIGLIO, 1996).

No milho verde, o grão é a parte consumida diretamente e utilizada na elaboração de pratos tradicionais na culinária, sendo que o consumidor dá preferência a espigas de maior comprimento e, por esse motivo, esses atributos são considerados na comercialização do milho para consumo in natura ou para a indústria de enlatados (ALBUQUERQUE et al.,

2008). A cultivar AG 1051 não apresentou diferença significativa especificamente para essa característica, entre os sistemas de produção convencional e orgânico, e, portanto, a cultivar AG 1051 poderia ser indicada para o sistema orgânico, com base nessa característica (PINHO et al.2008)

Atualmente, a preocupação com o avanço do processo de degradação instalado em grande parte dos solos brasileiros e com a prevenção da degradação de novas áreas, tem conduzido à necessidade do uso de práticas de adição de matéria orgânica ao solo. A utilização de sistemas conservacionistas (sucessão, rotação e cultivo consorciado) de produção de milho é uma eficiente alternativa ao sistema tradicional (pousio/milho solteiro) em acumular matéria orgânica no solo e contribuir para o sequestro de CO<sub>2</sub> atmosférico em solos agrícolas e, portanto para melhoria da qualidade ambiental. A contribuição de N pelas leguminosas para outras culturas em consórcio depende das espécies utilizadas, seu potencial de nodulação, eficiência na produção de fitomassa, o que é determinado pela espécie, material genético e condições ambientais, podendo ser potencializado pelo manejo de resíduos (RAO & MATHUVA, 2000).

Um modelo ideal de exploração agrícola pressupõe a correta utilização da terra sem a degradação do solo e dos demais recursos naturais, por meio da combinação do planejamento agroecológico com o sócio-econômico. A reciclagem de nutrientes e o aproveitamento de restos de culturas como fonte de material orgânico são relevantes para o adequado manejo da fertilidade do solo. Deve-se destacar, neste aspecto, que a versatilidade do milho para inclusão em rotação de cultura é grande e que, sendo uma planta de raízes fasciculadas e de alta exigência em nitrogênio, o milho deve ser incluído em rotação com leguminosas (IAPAR, 1991).

Risso et al.(2008) concluíram em seu trabalho, que o consórcio milho x leguminosa é recomendável, particularmente quando se almeja o plantio direto de lavouras subsequentes na palhada tombada após colheita do cereal.

A sucessão de culturas, indispensável no sistema de plantio direto, nem sempre é possível de ser adotada pelo agricultor com espécies comerciais. O milho, cultivado para produção de grãos, com época de semeadura no início do período chuvoso, de outubro a novembro, e com ciclo entorno de 150 a 180 dias, dependendo da cultivar (Embrapa, 1993) não se encontra apto para colheita, em tempo hábil ao plantio de uma nova colheita comercial em sucessão. Uma alternativa, principalmente para os pequenos produtores, é o cultivo do milho para ser colhido verde, o qual ajusta-se perfeitamente a este sistema de sucessão de culturas. (OLIVEIRA et al., 2003).

Pereira Filho et al. (1993) ressalta que na colheita do milho verde nem todas as espigas são comerciáveis, mas a produção de palhada e espigas poderá ser utilizada como matéria orgânica. O milho é uma cultura que demanda muita água, mas também é uma das mais eficientes no seu uso, isto é, produz grande acúmulo de matéria seca por unidade de água absorvida. Afirmam, que além das espigas comerciáveis, o milho verde rende, em média, 25 t/ha de matéria fresca. Isto é bastante relevante, uma vez que cerca de 80% do K (potássio), 50% do Ca (cálcio) e do Mg (magnésio), entre outros nutrientes ficam na palhada, além do fornecimento de matéria orgânica.

No município de Matias Barbosa ele foi incluído na merenda escolar, com excelente aceitação pelos alunos, e o agricultor fornecendo-o descascado, agrega valor e utiliza mão de obra de toda a família.

As sementes de variedades melhoradas ou as sementes criolas são de menor custo, e com devidos cuidados na manipulação podem ser utilizadas por alguns anos, sem prejuízo a produtividade e a lucratividade. São ainda de grande utilidade junto à agricultores familiares ou de baixa renda, uma vez que os híbridos só podem ter suas sementes utilizadas na primeira geração, sendo necessário a aquisição de novas sementes híbridas todos os anos.

Uma análise econômica de sistemas de produção indicou aumento de 45% no rendimento e diminuição de 3% no custo dos insumos para a cultura do milho, adotando-se a rotação de culturas e a adubação verde (MARTIN et al., 1984).

Para Argenta et al. (2001), tratando-se o milho de uma planta reconhecidamente exigente, do ponto de vista nutricional, ele é favorecido pelo consórcio com leguminosas eficientes quanto à fixação do nitrogênio atmosférico (FBN), desde que se assegure mínima competição, em especial por luz e água, durante o ciclo das culturas.

A erosão acelerada é considerada o principal fator de degradação do solo em todo o mundo, resultando em decréscimo da produtividade. A cultura do milho, em função da arquitetura foliar e do grande espaçamento entre linhas, oferece pouca proteção à superfície no período inicial de desenvolvimento, sendo, por isso, suscetível à erosão hídrica. Portanto, no desenvolvimento de um sistema sustentável de produção de milho, deve-se priorizar o controle da erosão. Para tanto, torna-se imprescindível a utilização de sistemas que contemplem o uso de espécies para cobertura do solo, aliada à manutenção dos resíduos culturais sobre a superfície, de modo que o solo permaneça coberto durante todo o ano.

O milho é a espécie de importância agrícola, que apresenta o maior potencial de utilização da radiação solar para conversão do carbono mineral em carbono orgânico para posterior acúmulo nos grãos (SLAFFER & OTEGUI, 2000).

Assim como o milho grão, a produtividade de milho-verde responde diretamente a doses de nitrogênio (FERREIRA et al., 2001). Todavia, grande parte dos agricultores não tem acesso a este insumo. Como alternativa ao nitrogênio sintético tem-se o nitrogênio atmosférico fixado pelas leguminosas que, segundo Crews & Peoples (2004), é mais sustentável e pode minimizar ou mesmo eliminar a dependência de nitrogênio sintético em alguns países.

Para SINGH et al. (1986), BORDIN et al. (2003) e SILVA et al. (2006) e SANTOS et al. (2010), leguminosas antecedendo os cultivos reduzem a demanda por adubações nitrogenadas, proporcionando maiores produtividades. Isso ocorre, dentre outras razões descritas, porque existe aumento das populações de bactérias na rizosfera do milho e nas concentrações de NO<sub>3</sub> e NH<sub>4</sub> do solo proporcionados pela presença de leguminosas (SINGH et al., 1986), reforçando o argumento da maior disponibilidade de nitrogênio. OLIVEIRA et al. (2010) relatam que os teores de nitrogênio na palhada dos consórcios de milho com guandu em relação ao monocultivo são maiores.

A utilização de leguminosas como forma de melhorar a fertilidade natural dos solos tem sido uma prática bastante recomendada nas regiões tropicais, destinadas à produção de alimentos básicos. O processo FBN é a principal fonte de nitrogênio (N) para o crescimento e desenvolvimento das leguminosas. Uma vez que o cultivo de milho é bastante exigente em termos de fertilidade de solo, o uso de fitomassa rica em nutrientes e em grande quantidade poderá ser uma alternativa eficiente e ao alcance dos pequenos agricultores para incrementar a produção do de milho verde orgânico e manejar plantas espontâneas, propiciando rentabilidade financeira. Assim, o impacto ambiental será altamente positivo haja vista a não utilização de insumos sintéticos como adubos químicos e herbicidas, os quais podem deixar resíduos no solo e contaminar plantas, cursos d'água e lençóis freáticos (Queiroz et al, 2008).

Petersen et al (2002), em estudo realizado junto a famílias de diferentes municípios do Centro-Sul do Paraná que atingiram estado avançado nos sistemas de manejo do solo, com plantio direto ecológico, com pré cultivos de adubos verdes, emprego de variedades de sementes de milho de variedades criolas, esterco e pó de basalto, a produtividade média desta lavouras foi de 5.500 Kg/ha e os seus custos de produção foram, em média, de R\$ 278,00 por hectare (equivalente a 834 quilos de milho). Já os sistemas convencionais alcançaram uma produtividade média de 10.000 Kg/ha e seus custos médios de produção foram de R\$ 2.479,00 por hectare (correspondente a 7.438 quilos de milho). Para cada real investido nos

sistemas de transição agroecológica, os agricultores recuperaram R\$ 7,40, ao passo que os sistemas convencionais remuneraram os agricultores com apenas 13 centavos para cada real investido. Analisando sob outro prisma, esses dados revelam que as maiores produtividades alcançadas nas lavouras convencionais não são revertidas em renda para as famílias. Pelo contrário, apesar dos imensos riscos econômicos a que estão submetidas, a riqueza gerada pelo trabalho dessas famílias é, em sua maior parte, apropriada pela cadeia agroindustrial e financeira do agronegócio. Ainda houveram duas considerações feitas pelo autor: a primeira refere-se ao fato de que o preço do milho praticado neste ano – R\$ 20,00/saco – foi relativamente alto em face das médias históricas, o que significa que o desempenho econômico dos sistemas convencionais tende a piorar com a estabilização deste valor em um patamar abaixo do desta safra. A segunda consideração foi que o desempenho econômico das lavouras agroecológicas tende a crescer progressivamente com o aumento paulatino das produtividades dos cultivos resultantes da recuperação da fertilidade do ambiente.

Segundo Veiga et al. (2012), há superioridade no cultivo de milho em todos os quesitos avaliados quando cultivado após adubação com fosfato natural combinado à adubação verde com guandu, em comparação ao feijão-de-porco com fosfato natural e fosfato isolado. E Alves (2014) relata que estes resultados configuram gradientes semelhantes nos teores de proteína apurados nos tratamentos semelhantes aplicados.

Castro et al. (2005) verificaram que a suplementação com “cama” de aviário favoreceu a produtividade da berinjela em plantio direto na palhada de *Crotalaria juncea*.

Oliveira et al. (2003) observaram em solo com textura arenosa, efeito complementar entre adubação verde e adubação orgânica de cobertura para mesma cultura. Guerra et al. (2014) afirmam que em solos com baixa fertilidade natural ou em culturas que exportam expressivas quantidades de nutrientes, é provável que exista complementariedade das técnicas de adubação verde (antes da cultura comercial) e da adubação orgânica de cobertura. Seria o caso da cultura do milho-verde.

Já Mayub et al. (2002), avaliando o rendimento e qualidade do sorgo sobre diferentes fontes de nitrogênio (N) aplicáveis e disponibilizados no solo, concluiu que o fornecimento de nitrogênio via adubação verde, aumentou significativamente a altura e o acúmulo de proteína na planta. Já Oliveira et al. (2003), não obtiveram resultados tão satisfatórios, ao avaliarem a produção do milho verde em monocultivo e em consórcio com mucuna-preta e com feijão-de-porco, não observando interferência das leguminosas na produção e características agrônômicas do milho.

Na avaliação das características agrônômicas de cultivares para milho-verde, as mais utilizadas são: peso de espigas comerciais empalhadas; peso de espigas comerciais despalhadas; comprimento de espigas comerciais; percentagem de espigas comerciais; diâmetros de espigas comerciais; tempo de comercialização; florescimento masculino e altura de plantas. Espigas comerciais despalhadas são aquelas maiores de 15 cm e diâmetro superior a 3 cm. As espigas empalhadas deverão ter comprimento superior a 25 cm e diâmetro superior a 18 cm, bem granadas e sem evidências de ataque de pragas e doenças.

O conhecimento do solo e dos fatores limitantes e favoráveis ao crescimento vegetal é fundamental para o planejamento de uso, visando aperfeiçoar o uso racional dos recursos naturais na produção de alimentos, e que estes sejam saudáveis, com elevado valor biológico.

A fertilidade do solo pode ser elevada pelo emprego de fertilizantes minerais, corretivos e fertilizantes orgânicos. Os fertilizantes minerais e os corretivos podem elevar a fertilidade da terra, porém são incapazes de melhorar as propriedades físicas, fato que é peculiar à matéria orgânica (KIEHL, 1985).

O sistema radicular das plantas cria caminhos preferenciais para o movimento da água no solo o que, conseqüentemente, aumenta a Taxa de Infiltração (TI). A presença de cobertura vegetal reduz ainda o impacto das gotas de chuva e promove o estabelecimento de uma

camada de matéria orgânica em decomposição que favorece a atividade microbiana, de insetos e de animais o que contribui para formar caminhos preferenciais para o movimento da água no solo. A cobertura vegetal também age no sentido de reduzir a velocidade do escoamento superficial e, portanto, contribui para aumentar o volume de água infiltrada (CARVALHO et al, 2006).

Em se tratando dos aspectos sociais, a produção de milho verde é essencialmente realizada em pequenas propriedades, principalmente por horticultores/floricultores. No Brasil, aproximadamente 74% dos estabelecimentos produtores de milho-verde possuíam menos de 10 hectares (IBGE, 2006), o que caracteriza esta atividade como predominantemente praticada por pequenos agricultores.

As leguminosas, por sua vez, vem sendo usadas em adubação verde por promover a melhoria na produtividade de milho (RAO & MATHUVA, 2000; EIRAS & COELHO, 2010), e por serem reconhecidamente benéficas aos agroecossistemas (RAO & MATHUVA, 2000; RAO et al., 2002).

Segundo MOITINHO et al. (2012), as leguminosas cultivadas em consórcio ou como adubo verde em monocultivo influenciam positivamente cultivos de milho subsequente, com destaque ao guandu e misturas de adubos verdes.

Foi demonstrado por MAIA & CANTARUTTI (2004) que, em sistema de produção de milho orgânico cultivado por treze anos consecutivos, mais que dobraram as produtividades, alcançando a marca de 8 mil quilos por hectare. Dentre as causas da elevação da produtividade ao longo dos anos pode-se citar a elevação dos estoques de N no solo pelas leguminosas, bem como melhora na produtividade de grãos (WEBER & MIELNICZUK, 2009).

A fertilidade e disponibilidade de nutrientes no solo são essenciais ao desenvolvimento da cultura. Ressalta-se ainda, que entre as necessidades da cultura, o nitrogênio é o principal nutriente exportado nos grãos de milho (COELHO et al., 2012) e responsável por melhorar consideravelmente os teores de proteína do grão (FERREIRA et al, 2001), portanto, interferindo diretamente na sua produtividade e qualidade.

Ressalta-se ainda que nas condições do ensaio, a degradação do carbono na palhada de milho foi limitada pela ausência de nitrogênio e manteve por mais de 400 dias a mineralização negativa de N acumulado nos solos (SAKALA et al., 2000), ou seja, a falta de nitrogênio limita os processos biológicos de decomposição, impedindo a mineralização dos nutrientes da palhada do milho. As palhadas de gramíneas como milho têm decomposição limitada pela relação carbono nitrogênio (C/N) alta.

Para Fernandes et al. (1999), de uma maneira geral, a escolha das espécies de leguminosas que apresentam rápido desenvolvimento inicial, tolerância ao Al tóxico, sistema radicular profundo e produção de fitomassa suficiente para a cobertura do solo, baixa taxa de decomposição e a relação C/N apropriada às culturas subsequentes é que favorecerá o grau de sucesso obtido com a utilização dessa prática). Relação C/N dos resíduos de coberturas verdes de 23-24 mostrou ser mais adequada para o milho, proporcionando mineralização uniforme de N (HEINZMANN, 1985).

Alvarenga et al. (1995) afirmam que o fato de uma espécie reter grande quantidade de nutrientes não significa que eles estejam prontamente disponíveis à cultura seguinte. Silva et al. (1985) sugere que a adubação verde proporciona aumento das produções, porque o adubo verde mobiliza os nutrientes das camadas mais profundas, tornando-os disponíveis para as culturas subsequentes. Já Kiehl (1985) afirma que os adubos verdes, ao absorverem os nutrientes do solo, contribuem para as perdas por lixiviação, mas recomenda não atrasar a implantação da cultura comercial, pois os adubos verdes após a incorporação tendem a se decompor e liberar rapidamente os nutrientes.

Também é importante o fato da cobertura morta contribuir para o sombreamento do solo, inibindo a germinação das sementes e infestação de algumas plantas daninhas, possibilitando assim que a cultura principal inicie o seu desenvolvimento com menor competição inicial. Esse efeito é dependente do tipo de resíduo da cobertura, da sua distribuição na superfície do solo e da quantidade de material disponível (Almeida, 1988) A importância da utilização de métodos alternativos no controle de plantas daninhas na cultura do milho está fundamentada no grande número de pequenos produtores sem tecnificação e na composição do custo total de produção no cultivo orgânico, representando cerca de 18% do custo para o manejo de plantas daninhas (Cruz et al., 2006).

No manejo das plantas daninhas em sistemas orgânicos, o princípio da prevenção deve ser privilegiado, utilizando plantas com alta produção de palha e/ou com efeito alelopático, tendo capacidade de inibir o crescimento das plantas daninhas. Além dos efeitos químicos, oriundos da palha, outros efeitos físicos e biológicos, bem como a interação entre eles, contribuem para o controle das plantas daninhas (Vaz de Melo et al., 2007).

Com a prática do consórcio de leguminosas e gramíneas, é possível obter uma fitomassa com C/N intermediária e também proporções de carboidratos estruturais e lignina (RANELLS; WAGGER, 1996). Essas mudanças na composição da fitomassa podem provocar alterações na taxa de decomposição dos resíduos culturais (TRINSOUTROT et al., 2000). O conhecimento desses processos é fundamental para que os adubos verdes possam ser eficientemente introduzidos no sistema de produção do milho, sendo necessário compatibilizar a máxima persistência dos resíduos vegetais na superfície do solo (menor amplitude térmica umidade e erosão) com o fornecimento adequado de N ao milho (PADOVAN et al., 2013).

A decomposição muito lenta dos resíduos culturais de alguns adubos verdes resultará em menor liberação de nutrientes às plantas cultivadas em sucessão, o que poderá remeter à necessidade de aumentar o suprimento de nutrientes através de fertilizantes minerais, o que não é desejável em sistemas de produção sob bases ecológicas. Porém, em sistemas ecológicos, a permanência dos resíduos por mais tempo sobre o solo proporciona maior proteção contra erosão além de favorecer a biodiversidade edáfica e, conseqüentemente, as complexas interações no sistema solo (PADOVAN, et.al., 2006). Este aspecto negativo a curto prazo em sistemas ecológicos, gerado por adubos verdes recalcitrantes, deve ser considerado, pois esses agroecossistemas dependem majoritariamente da fixação biológica de nitrogênio (FBN) para a viabilização do N necessário às culturas. No entanto, a manutenção dos resíduos culturais por mais tempo sobre o solo pode ser positivo a médio e longo prazo, porque a proteção do solo durante maior período favorece a biodiversidade edáfica e, conseqüentemente, as complexas interações no sistema solo. É importante ressaltar que não é tarefa fácil compatibilizar, numa única espécie de adubo verde, a necessidade de sincronismo entre a liberação de nutrientes e a cinética de absorção dos mesmos pelas plantas cultivadas em sucessão e, também, da manutenção da cobertura do solo. Assim, a seleção de espécies de adubos verdes, para uso tanto em culturas solteiras quanto em consórcios, bem como de formas de manejo constituem importantes desafios à pesquisa científica (PADOVAN et al., 2013).

Em experimento realizado por Queiroz et al. (2008) a adição de fitomassa das leguminosas no primeiro ano foi insuficiente para afetar positivamente as características avaliadas, possivelmente pela baixa mineralização dessa matéria orgânica, associado ao curto período experimental. Heinrichs et al. (2005), avaliando espécies de leguminosas em consórcio com milho em Piracicaba-SP, observaram de forma semelhante, que no primeiro ano de cultivo, o rendimento de milho não foi influenciado pelo cultivo intercalar com leguminosas, embora tenham relatado que a produtividade de milho foi beneficiada pelo

consórcio no segundo ano de cultivo. Dessa forma, pode-se esperar que nos próximos anos ocorram respostas aos adubos verdes utilizados, de forma significativa.

Padovan et al. (2013) observaram que a estratégia de consorciação dos adubos verdes parece contribuir de forma efetiva no desempenho do milho cultivado em sucessão, visto que os tratamentos de mistura dos adubos verdes estudados e consórcio entre crotalária e milheto resultaram em elevadas produções de grãos, massa seca dos restos culturais, boa altura de plantas e altura de inserção das espigas. Porém, ressaltam que as variáveis de avaliação de desempenho do milho (matéria seca dos restos culturais, rendimento de grãos, altura de plantas e de inserção das espigas) mostraram uma tendência de superioridade quando a cultura antecessora ao milho foi uma leguminosa.

Estudo realizado por Heinrichs et al., (2002) sobre a produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes, o qual só obteve diferenças significativas para os teores de macronutrientes no segundo ano de plantio do milho. Esses resultados indicam que o acúmulo de macronutrientes requer tempo.

Apesar de vários estudos, existe uma lacuna em resultados de produção de adubos verdes em Matias Barbosa, onde não há relatos de avaliação de desempenho destas leguminosas, assim como do uso do EM.

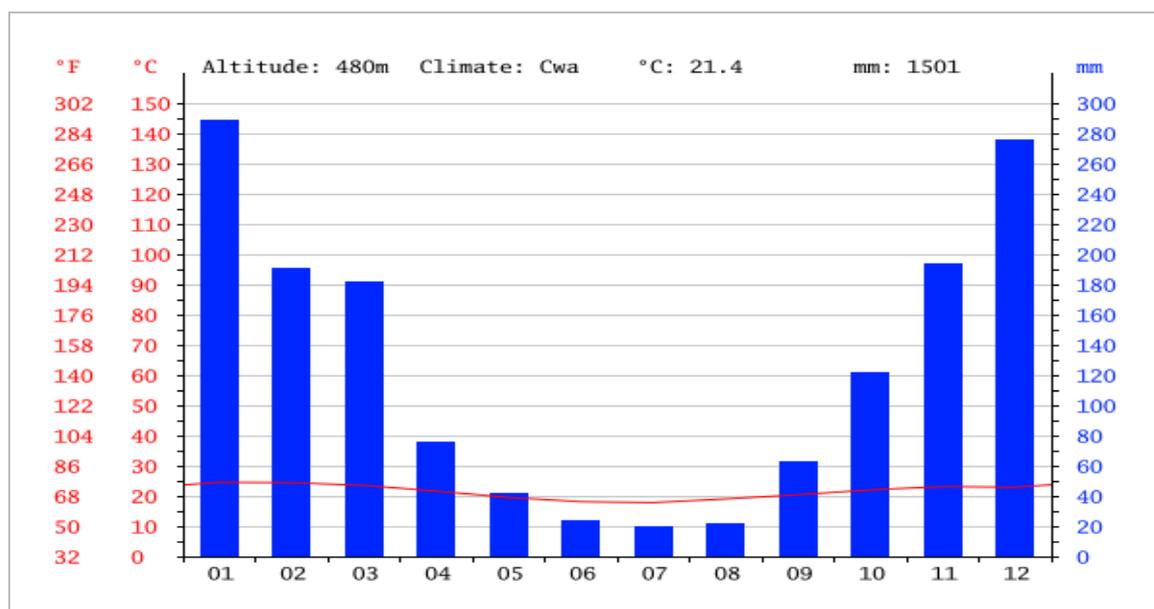
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido durante safra 2016/2017. A unidade de produção está localizada no Vale do Sol, no sítio Irmão Coragem, zona rural do Município de Matias Barbosa, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. O estudo foi conduzido em uma unidade de produção familiar, na qual o agricultor tem relatado problemas com “pé-de-grade” e podridão de colo das plantas de milho.

A cultura do milho verde vem sendo cultivada sucessivamente, há mais de 20 anos nesta área, e encontra-se com agressivo predomínio de capim amargoso. Culturas como o jiló, bucha vegetal e chuchu deixaram de ser plantadas no terreno, devido a ataques severos de pragas e doenças.

Com o propósito da produção de milho verde para fornecimento para merenda escolar, se fez necessário atender cláusula contratual de produção livre de agrotóxicos. Diante disto, o agricultor aceitou montar o experimento em sua propriedade, onde se buscou uma transição agroecológica.

O clima apresenta verão quente e chuvoso com temperatura amena no inverno. A classificação do clima é Cwa de acordo com a Köppen e Geiger (Figura 1).



**Figura 1.** Dados climático Matias Barbosa, MG. Barras azuis verticais, precipitação média e linha vermelha horizontal, temperatura média. Fonte: <http://pt.climate-data.org/location/25066/> acessado em 28/05/2016

A altitude local é de 520 m com médias anuais de precipitação pluviométrica e temperatura, respectivamente de 1.501 mm e 21,4 °C.

O tipo de solo era latossolo vermelho amarelo e, antes da instalação do experimento, apresentava as seguintes características químicas: Al= 0,0 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; Ca=3,47 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; K = 236,34 mg dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,03 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; N = 0,13%; P = 86,05 mg dm<sup>-3</sup>. A alta fertilidade apresentada neste resultado de análise química do solo pode ser explicada pelas adubações constantes de adubos formulados, em torno de 500 Kg.ha<sup>-1</sup> de adubo 08-28-16 a cada plantio.

A alta fertilidade química não foi suficiente para resolver os problemas de solo e fitossanitários. A inserção de matéria orgânica e microrganismos eficientes podem trazer benefícios.

Para avaliar o desenvolvimento agrônômico de diferentes espécies de adubos verdes e do milho verde, plantado em sucessão e, também, para avaliar o efeito do uso de microrganismos eficazes aplicados na palhada dos adubos verdes, foi instalado um experimento em delineamento experimental de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e com três repetições. (figura 2) Na parcela, conteve diferentes tipos de cobertura (feijão-deporco, crotalária juncea, mucuna preta e vegetação espontânea e na subparcela conteve a presença ou ausência de microrganismos eficientes (EM). Desta forma, o estudo teve 8 tratamentos. As dimensões das parcelas foram serão de 6,0 m x 4,0 m, e das subparcelas 3,0 x 4,0 m com um metro entre parcelas.

Antes do início do trabalho, a área teve o solo preparado de maneira convencional, como o agricultor vem fazendo há anos, com uso de aração e gradagem com micro trator, porém sem adição de corretivos, nem adubos para este experimento.

A semeadura das leguminosas e do milho verde foi realizada manualmente. No dia 12 de outubro de 2016 plantou-se as leguminosas. Para a mucuna e feijão-de-porco foram utilizadas oito sementes por metro linear e para crotalária juncea foram utilizadas 60 sementes por metro linear. Para todas as leguminosas, o espaçamento entre linhas foi de 0,5 m.

O controle do mato nas leguminosas foi realizado com uma capina manual, quarenta dias após a germinação das espécies. Este fato causou desânimo ao agricultor, uma vez que o capim amargoso dominou o terreno, dificultando o desenvolvimento das leguminosas, sendo a capina muito trabalhosa. Foi necessário contratação de outro agricultor amigo para desempenhar serviço quase artesanal. O tratamento testemunha foi roçado com micro trator..

Antes do manejo da biomassa, foi realizada uma amostragem para determinação da produtividade de biomassa e teor de macronutrientes das plantas em todos os tratamentos. Nas parcelas com as leguminosas feijão de porco e crotalária foram colhidos 2 (dois) metros lineares por parcela. Nas áreas com vegetação espontânea e mucuna-preta foram colhido 1 m<sup>2</sup>, com uso de um gabarito, por parcela. O material contido na amostra foi pesado e, posteriormente, retirada uma subamostra com cerca de 300 g para determinação da umidade e teor de macronutrientes. As subamostras foram encaminhadas ao laboratório da Embrapa Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco-MG, onde foram pesadas em balança com precisão de duas casas decimais e submetidas para secagem em estufa com circulação forçada de AR a 75 °C, até massa constante. As amostras secas, após a pesagem, foram submetidas ao moinho tipo tipo Wiley (peneiras de 2 mm).

Para captura do EM foram colocados 700 g de arroz cozido, sem sal, em calhas de bambu por 15 dias na borda de uma mata pertencente ao ecossistema do local do plantio do milho. Foram recolhidas as partes do arroz com colorações rosada, amarelada, azulada e ou alaranjadas, descartando na própria mata as partes de coloração cinza, marron e preta. Foram divididos o arroz colorido em cinco garrafas de plástico de 2 litros, onde foram acrescentados 200 ml de melado em cada garrafa, e completada com água sem cloro. Foram armazenadas à sombra por 15 dias, abrindo as garrafas de 2 em 2 dias para retirada do ar formado. Cada 100 ml do EM foi dissolvido em 100 litros de água e aplicado no solo, na dosagem de 200 litros por hectare. Manteve-se o solo úmido e coberto com palha ou capim.

Por ocasião do manejo da biomassa, em 12 a 17 de fevereiro de 2017, foi realizada a roçada das plantas de coberturas, e as parcelas foram subdivididas, onde uma em subparcela foi realizada a aplicação do EM e outra permaneceu sem aplicação desse produto. A aplicação do EM foi realizada com uso de pulverizador costal, de forma a recobrir toda superfície da subparcela.

A semeadura do milho foi realizada em 30 de março de 2017. A variedade utilizado foi o híbrido AG 1051, costumeiramente utilizada pela agricultor por ser de sua preferência, pela sua qualidade e pela sua amplitude no prazo de colheita. A adubação aplicada foi de 72,9 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O através de 440 kg ha<sup>-1</sup> de termofosfato magnésiano no plantio, e não foi feita

adubação de cobertura. Durante a condução do experimento foi realizada uma capina, e feito uso de irrigação.

Usou-se espaçamento de 1,0 m entre linhas e sementes necessárias para se obter 6 à 9 plantas por metro linear, com população final de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. As colheitas foram feitas nos dias 19 e 29 de setembro e 04 de outubro.

A colheita do milho verde foi realizada quando os grãos apresentavam-se com endosperma amarelo e leitoso, coletando-se manualmente as espigas com palha. No momento da colheita, as espigas foram pesadas com e sem palha. Após a retirada das palhas das espigas, com uso de régua milimétrica, paquímetro e balança de precisão, determinou-se o comprimento, o diâmetro e massa fresca das espigas, respectivamente.

Para avaliação dos componentes de produção de milho, foram considerados dois metros das duas linhas centrais de cada subparcela, sendo a área útil de 4,0 m<sup>2</sup>. As variáveis avaliadas foram: massa de espigas com palhas, massa de espigas sem palhas, número de espigas, produtividade de espigas verdes, produção de palhada das plantas de milho. Foram realizadas análises laboratoriais de tecido vegetal para quantificar acúmulo de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) das leguminosas e vegetação espontânea para foram realizadas na Embrapa Agrobiologia, segundo Embrapa (1997), no município de Seropédica-RJ.

Foram consideradas espigas empalhadas comercializáveis aquelas com aparência adequada à comercialização (ausência de manchas e de perfurações por pragas). Considerou-se como espiga comerciável apenas aquela de tamanho maior que a metade do comprimento das espigas maiores (SHIMURA et al, 1986).

Determinou-se o total de espigas produzidas (un ha<sup>-1</sup>), deste total retiraram-se as espigas imaturas e mal formadas para determinar a quantidade de espigas comerciais (un ha<sup>-1</sup>) e a produtividade de espigas comerciais sem palha (Mg ha<sup>-1</sup>).

Os parâmetros analisados foram os seguintes: peso total de espigas verdes empalhadas, número e peso de espigas verdes comercializáveis, empalhas e desempalhadas, biomassa área do milho, por ocasião do corte; comprimento das espigas, produtividade de milho-verde. Foram consideradas espigas despalhadas comercializáveis aquelas com tamanho maior que a metade do comprimento da maior espiga (maior que 12 cm) e segundo Silva et al. (2004) com granação e sanidade adequada a comercialização. A biomassa fresca das plantas onde se colheram as espigas de milho foi avaliada, uma vez que o material pode e foi usado diretamente para alimentação animal.

Os dados foram submetidos à análises de variância e com posterior comparação das médias para as variáveis que apresentarem diferença significativa.

### 3.1 Croqui do Experimento

Bloco 1	FP-em 1	FP 1		CJ 2	CJ-em 2		Muc 3	Muc- em 3		VE- em 4	VE 4
Bloco 2	VE 5	VE-em 5		CJ-em 6	CJ 6		FP-em 7	FP 7		Muc-em 8	Muc 8
Bloco 3	CJ 9	CJ-em 9		Muc-em 10	Muc 10		FP-em 11	FP 11		VE-em 12	VE 12

**Figura 2.** Croqui – Comprimento de cada parcela 6 m; largura 4 m. Tratamentos: Muc- Mucuna; FP- feijão-de-porco; VE- vegetação espontânea, CJ- crotalária juncea; em- com microrganismos eficazes.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produção de Biomassa dos Pré-Cultivos

Os resultados demonstraram que as leguminosas estudadas apresentam boa adaptação nas condições edafoclimáticas de Matias Barbosa, MG. Foi observada uma tendência a maior produtividade de matéria seca na vegetação espontânea, composta principalmente por capim amargoso (*Digitaria insularis*) e na crotalária júncea (Tabela 1). Quanto a produtividade de matéria seca, as três leguminosas ficaram acima da média brasileira (Lima Filho, et al., 2014), (WUTKE et al., 2014). Essa alta produtividade reflete em aporte de carbono, nitrogênio e reciclagem de nutrientes.

**Tabela 1.** Produtividade de matéria seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea de três adubos verdes de verão e vegetação espontânea, aos 120 dias, Matias Barbosa, MG, 2017.

Tratamentos	Matéria seca (Mg ha <sup>-1</sup> )	N	P	K	Ca	Mg
		----- g kg <sup>-1</sup> -----				
FP	8,50 a	28	2,05	14,98	12,09	2,16
CJ	10,06 a	15,1	1,33	10,69	4,24	1,22
MP	7,02 a	29,2	2,38	18,83	9,48	2,07
VE	10,73 a	9,3	2,77	24,13	4,23	1,53
CV (%)	17,66	-	-	-	-	-

Médias seguidas de letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade Feijão-de- porco (FP), Crotalária Júncea (CJ), Mucuna-preta (MP), Vegetação espontânea (VE).

Quanto a qualidade do material, cabe destacar que apesar da vegetação espontânea ter produzido grande quantidade de biomassa, esta apresenta baixo teor de nitrogênio. Isso resulta em um aporte de apenas 99,8 kg N ha<sup>-1</sup> reciclado do solo, enquanto para mucuna preta e feijão de porco o aporte representa mais de 200 kg N ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Estas produtividades estão de acordo com a média brasileira (LIMA FILHO, et al., 2014; SILVA et al. 2014; WUTKE,2007) e são características importantes destas leguminosas em se tratando de sustentabilidade, para o município de Matias Barbosa.

Além da maior quantidade de N acumulada, é possível que grande parte do nitrogênio das leguminosas é proveniente do processo de fixação biológica de nitrogênio do ar atmosférico. Por outro lado, uma vez que a vegetação espontânea foi composta basicamente por gramínea resultou em uma grande acumulação de potássio (256 kg K ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 2.** Produtividade de matéria seca e teores de macronutrientes na parte aérea de três adubos verdes de verão e vegetação espontânea, aos 120 dias, Matias Barbosa, MG. 2017.

Tratamentos	Matéria seca (Mg ha <sup>-1</sup> )	N	P	K	Ca	Mg
		----- kg ha <sup>-1</sup> -----				
FP	8,50 a	238	17,42	127,33	102,76	18,36
CJ	10,06 a	152	13,38	107,54	42,65	12,27
MP	7,02 a	205	16,71	132,19	66,55	14,53
VE	10,73 a	99,8	29,72	258,9	45,39	16,42
CV (%)	17,66	-	-	-	-	-

Médias seguidas de letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Cabe destacar que o estudo foi construído juntamente com o agricultor, com observações para um manejo mais sustentável, onde fosse diminuído a necessidade de insumos externos e, principalmente, possibilitar melhoria das condições de solo, uma vez que o agricultor relata a presença de terreno com “pé-de-grade”, causando podridão de colo de muitas plantas de milho.

Esses resultados possibilitaram um diálogo com o agricultor com vistas a reduzir o aporte de adubos externos, em função da grande quantidade de biomassa produzida o que certamente proporcionou grande aporte de nitrogênio derivado do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Em levantamento efetuado por Almeida et al. (1986) no Estado do Rio de Janeiro, foi demonstrado que a utilização de leguminosas como adubação verde é pouca expressiva. Este estudo revelou que as principais causas dessa baixa utilização de leguminosas nas propriedades rurais eram a falta de conscientização da importância das leguminosas, a pouca disponibilidade de sementes e a falta de divulgação dos resultados de pesquisa relacionados ao assunto.

#### **4.2 Efeito da Adubação Verde e do EM (microrganismos eficazes) Sobre a Produção de Milho Verde Cultivado em Sucessão**

Independente do pré-cultivo, não foram observadas diferenças significativas para produtividade de espigas; biomassa da parte aérea e número de espigas (Tabelas 3; 4 e 5). A produtividade média de espigas verdes foi cerca de 11 Mg ha<sup>-1</sup> e o número médio foi de 50 mil espigas por hectare. Essa produtividade é considerada satisfatória por estar acima da média nacional. Esse resultado demonstra que N não foi um fator limitante à produção do milho.

Estudos realizados em diferentes regiões do país têm demonstrado o efeito positivo dos adubos verdes, no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho em sucessão (SANTOS et al., 2010; LÁZARO et al., 2013; PADOVAN et al., 2013).

De acordo com Santos et al. (2005), a produção no sistema orgânico é menor que a esperada em sistema convencional, no primeiro ano de cultivo. A conversão de áreas do sistema de produção convencional para o orgânico requer intervalos de dois a três anos, para permitir que o solo e o ambiente atinjam o equilíbrio (THEODORO, 2001). Portanto, possivelmente, isto explique a produção que foi observada nesse experimento, assim como a

ausência de outros insumos fora o termofosfato magnésiano, como esterco, composto, torta de mamona, biofertilizantes, etc., a qual tem potencial para ser ainda maior, através também da rotação de culturas.

Bianchini (2013) também considerou em seu trabalho que diante do contexto atual de uso intensivo do solo em áreas de grandes culturas e principalmente na olericultura, cabe salientar a importância da conservação dos solos, da manutenção da matéria orgânica do solo e da ação dos microrganismos sob o solo. Do ponto de vista ecológico solos manejados em sistemas de plantio direto tem uma capacidade muito maior de realizar a ciclagem de nutrientes, manter a umidade do solo, ativar a biota e formar uma camada de palha protetora aos efeitos da erosão. Já solos cultivados em manejos convencionais há uma exposição da biota do solo e incorporação da palhada pelo revolvimento do solo, essa prática acelera a decomposição e liberação de nutrientes as plantas, mas compromete o sistema solo de forma a afetar a manutenção da fertilidade desses solos a longo prazo sem contar na facilidade de serem totalmente tomados por processos erosivos. Sabendo desses fatos constata-se que dentro do setor hortícola as culturas na maioria das vezes possuem um ciclo curto para o seu desenvolvimento, dessa forma necessitam de uma quantidade grande de nutrientes e prontamente disponíveis para serem absorvidos contribuindo assim para o seu desenvolvimento e produção. Bianchini (2013) continua relatando que em sistemas de plantio direto onde a área ainda não está consolidada, dados de 3 anos de cultivo como é o caso do seu trabalho realizado, os resultados podem ser mascarados, pois o efeito do manejo antecessor ao experimento pode ainda estar sendo expressado nos tratamentos. Sabendo do reduzido ciclo de cultivo das culturas olerícolas e com base nos resultados desenvolvidos na pesquisa constatou que do ponto de vista produtivo olerícolas cultivadas em sistema convencional apresentam resultados melhores que as cultivadas em sistemas de plantio direto. Mas do ponto de vista ecológico, solos cultivados em sistema convencional são fisicamente desestruturados, quimicamente menos férteis e biologicamente menos ativos.

Debarba et al (1997) concluem em seu trabalho, que sistemas de produção de milho com inclusão de adubos verdes foram efetivos no controle da erosão, reduzindo perdas de solo, de água e de matéria orgânica, e quando comparados a solos descobertos apresentaram maior infiltração de água e de atividade microbiana. Apresentaram ainda alta adição de carbono orgânico ao solo, refletindo no aumento do teor do CO na camada superficial (0-2,5 cm), concluindo que este sistema apresentou características de sustentabilidade.

De acordo com WEBER & MIELNICZUK (2009), a produção de milho em sistemas com leguminosas apresentam produção maior de grãos ao longo de duas décadas, quando comparado a sistema sem aporte de N, fica evidenciado assim a contribuição das leguminosas na produção de milho.

Também Hungria et al. (2005) destacam que nos primeiros anos de instalação do plantio sobre palha (PD) pode verificar-se menor produtividade que no plantio convencional, todavia após o quinto ano, a produtividade no PD passa a ser superior.

Foi observada, por Angeletti et al. (2016), melhoria no desempenho produtivo de lavouras quando se associou a quebra de camadas subsuperficiais compactadas com uso de plantas de cobertura / adubos verdes (milho + leguminosa), seguida de gradagem, semelhante ao que reporta Cardoso (2009) sobre a necessidade de um período de recuperação necessário em terras velhas, cansadas e erodidas, para restauração das propriedades físicas do solo, por meio do cultivo de uma gramínea precedida do rompimento do “pé de grade”, por escarificação.

Além disso, deve ser ressaltado que os benefícios da prática da adubação verde, como aumento da ciclagem dos nutrientes e melhoria da qualidade do solo, são dependentes das condições de clima, características e manejo do solo, bem como quantidade e proporção dos componentes na planta. Assim, Matos et al. (2008) considerando o comportamento

diferenciado das espécies cultivadas como adubos verdes, devido à variada capacidade de produção de biomassa e teor de nutrientes, sugerem o uso de mais de uma espécie de adubos verdes no sistema.

Balota (2017) confirma a existência de relatos que não mostram efeitos da adubação verde nas propriedades químicas do solo, contudo deve ser enfatizado que a maioria dos estudos em que não foi observada influência dos adubos verdes nas propriedades do solo, são experimentos de curta duração, muitos deles utilizando apenas um ciclo da planta, cerca de seis meses, como é o caso deste experimento.

A rápida liberação de N dos resíduos vegetais, incluindo principalmente as leguminosas, poderá contribuir para aumentar as perdas de N, diminuindo o potencial destas como fonte de N às culturas comerciais. Acredita-se que a magnitude das perdas de N seja maior na fase inicial de decomposição dos resíduos de culturas (adubos verdes) com menor relação C/N, já que, em sistemas de rotação de culturas, as espécies comerciais foram recém-implantadas e a sua demanda em N é baixa (12 kg ha<sup>-1</sup> de N para o milho aos 30 dias após a germinação) (GIACOMINI, 2001).

Cerca de 50 a 70% do nitrogênio total das folhas é integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos. Esse nutriente é utilizado para síntese de clorofilas, aminoácidos, proteínas, vitaminas, enzimas, citocromos, ácidos nucléicos e hormônios, tornando-se de essencial relevância para que a planta possa abranger o desenvolvimento normal com qualidade (LIMA et al., 2009).

Um fator importante e limitante na produção do milho é a disponibilidade de nitrogênio, visto que a exigência deste nutriente varia consideravelmente nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo diretamente proporcional ao crescimento da planta, com máxima absorção ocorrendo entre o início do florescimento e até o enchimento de grãos (PÖTTKER; WIETHÖLTER, 2004).

A maior quantidade de resíduos na superfície do solo sob Plantio direto previne as flutuações extremas de temperatura e umidade, resultando assim, em maior sobrevivência dos microrganismos. (PAUL; CLARK, 1996).

As plantas de cobertura também afetam a população de microrganismos, porque os diferentes componentes nos exsudatos das plantas influenciam a população e a atividade microbiana de maneira diversa. Assim, o emprego diversificado de plantas pode alterar a composição e eficiência da população de rizóbios que forma simbiose com as leguminosas (SCHERER et al., 2001).

**Tabela 3.** Produtividade de espigas de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017.

Tratamentos	milho verde (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Com EM	Sem EM	Média
Feijão de porco	13241 aA	12621 aA	12931 A
Crotalária juncea	14388 aA	16845 aA	15616 A
Mucuna preta	10843 aA	10421 aA	10632 A
Vegetação espontânea	8130 aA	12270 aA	10200 A
Média	11650 a	13039 a	
CV Parcela (%)	27,16		
CV Subparcela (%)	39,61		

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes F e de Scott-Knott a 5% de probabilidade, respectivamente.

**Tabela 4.** Produtividade de massa seca da palhada de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017.

Tratamentos	Matéria seca na palhada do milho (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Com EM	Sem EM	Média
Feijão de porco	6614 aA	5200 aA	5907 A
Crotalária juncea	7577 aA	7298 aA	7438 A
Mucuna preta	5250 aA	5669 aA	5460 A
Vegetação espontânea	4922 aA	5592 aA	5257 A
Média	6091 a	5940 a	
CV Parcela (%)	22,46		
CV Subparcela (%)	17,44		

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes F e de Scott-Knott a 5% de probabilidade, respectivamente.

**Tabela 5.** Produção total de espigas verdes de milho cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017, com e sem EM.

Tratamentos	Produção (mil espigas ha <sup>-1</sup> )		
	Com EM	Sem EM	Média
Feijão de porco	53 aA	50 aA	52 A
Crotalária juncea	51 aA	62 aA	57 A
Mucuna preta	44 aA	48 aA	46 A
Vegetação espontânea	54 aA	62 aA	58 A
Média	50 a	55 a	
CV Parcela (%)	17,37		
CV Subparcela (%)	32,84		

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes F e de Scott-Knott a 5% de probabilidade, respectivamente.

### **4.3 Efeito da Aplicação do EM na Palhada dos Pré-Cultivos sobre a Produção de Milho Verde, Cultivado em Sucessão**

A aplicação do EM não resultou em incremento de produtividade do milho (Tabela 3), provavelmente devido ao coeficiente de variação muito alto, devido a desuniformidade dentro das parcelas, porém para o agricultor a diferença é bastante significativa.

Também não foram observadas diferenças significativas para biomassa da parte e para o número de total de espigas (Tabelas 4 e 5). Entretanto, para a percentagem de espigas comerciais a aplicação do EM resultou em um aumento significativo para os tratamentos com mucuna preta e vegetação espontânea (Tabela 6).

**Tabela 6.** Percentagem de espigas comerciais de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017.

Tratamentos	Espigas verdes comerciais (%)		
	Com EM	Sem EM	Média
Feijão de porco	89,11 aA	91,67 aA	90,39 A
Crotalária juncea	95,24 aA	91,89 aA	93,57 A
Mucuna preta	91,53 aA	80,18 aB	85,86 A
Vegetação espontânea	78,39 aA	69,86 aB	74,13 B
Média	88,57 a	83,4 a	
CV Parcela (%)	8,84		
CV Subparcela (%)	10,21		

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes F e de Scott-Knott a 5% de probabilidade, respectivamente.

A aplicação do EM também proporcionou um efeito positivo no aumento do comprimento das espigas nas parcelas sem leguminosa (Tabela 7), isto melhorou a qualidade do produto, valorizando-o, o que agregaria valor ao produto. Já para o diâmetro das espigas não foi observada diferença significativa (Tabela 8). Esse aumento do comprimento das espigas, ainda que somente em dois tratamentos, demonstra o potencial do uso do EM na agricultura familiar. Pois, em solos com maiores limitações na fertilidade, provavelmente esse efeito será mais evidente.

**Tabela 7.** Comprimento de espigas comerciais de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017.

Tratamentos	Comprimento de espigas (cm)		
	Com EM	Sem EM	Média
Feijão de porco	15,79 aA	15,96 aA	15,88 A
Crotalária juncea	16,01 aA	16,25 aA	16,13 A
Mucuna preta	15,12 aA	15,51 aA	15,32 A
Vegetação espontânea	14,30 aA	14,38 aA	14,34 B
Média	15,30 a	15,53 a	
CV Parcela (%)	4,35		
CV Subparcela (%)	5,31		

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes F e de Scott-Knott a 5% de probabilidade, respectivamente.

**Tabela 8.** Diâmetro de espigas comerciais de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017.

Tratamentos	Diâmetro de espigas (cm)		
	Com EM	Sem EM	Média
Feijão de porco	4,39 aA	4,41 aA	4,40 A
Crotalária juncea	4,50 aA	4,45 aA	4,48 A
Mucuna preta	4,31 aA	4,29 aA	4,30 A
Vegetação espontânea	4,20 aA	4,08 aA	4,14 A
Média	4,35 a	4,31 a	
CV Parcela (%)	4,01		
CV Subparcela (%)	3,93		

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes F e de Scott-Knott a 5% de probabilidade, respectivamente.

Quanto a produtividade, apesar do aumento no comprimento das espigas pela aplicação do EM nos tratamentos com mucuna preta e vegetação espontânea, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos (Tabela 9).

**Tabela 9.** Produtividade de espigas comerciais de milho verde cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017.

Adubação	Com EM	Sem EM	média
Feijão de porco	13241,67 aA	12621,67 aA	12931,67 A
Crotalária juncea	14388,33 aA	16845 aA	15616,67 A
Mucuna preta	10843,33 aA	10421,67 aA	10632,50 A
Vegetação espontânea	8130 aA	12270 aA	10200 A
Média	11650,83 a	13039,58 a	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes F e de Scott-Knott a 5% de probabilidade, respectivamente.

Diversos autores já comprovaram a eficácia da utilização dos EM's na produção vegetal. (PEREIRA et al., 2014).

Lee (1991) estudando o efeito de EM e material orgânico no crescimento e produtividade de culturas como couve chinesa, pimenta vermelha, repolho, alface na Coreia, concluiu que o EM tem potencial para incrementar o crescimento e a produtividade dessas oleráceas.

Berbara et al. (2002) demonstraram que a aplicação do EM no solo aumentou a velocidade de decomposição de resíduos vegetais presentes no solo, favorecendo, desta forma, o processo de mineralização de nutrientes para as plantas.

Conceição et al. (2012), analisando efeito de diferentes doses de microrganismos eficazes na germinação de mudas de manjerição (*Ocimum basilicum*), indica a influência destes organismos na emergência da espécie, bem como verifica a influência positiva no crescimento vegetativo.

Pugas et al. (2013) estudando a taxa de germinação e crescimento de abobrinha (*Curcubita Pepo* L.) constatou que utilização dos Microrganismos Eficientes demonstrou ter

efeitos positivos para uso no solo o que favoreceu maior emergência de plântulas e crescimento mais acentuado.

Shingo e Ventura (2009), utilizando EM em produção de couve submetida a diferentes tratamentos, verificaram que os resultados foram similares à adubação mineral em desenvolvimento das plantas.

Pereira et al. (2015) concluíram em seu trabalho que o uso de esterco bovino e do EM (microrganismos eficientes) na proporção de 1:1000 melhorou o desenvolvimento inicial de plantas de rabanete.

A decomposição lenta dos resíduos culturais de algumas leguminosas pode ter resultado em menor liberação de nutrientes às plantas de milho cultivadas em sucessão, porém neste sistema ecológico, pode ser positivo a médio e longo prazo, porque a permanência dos resíduos por mais tempo sobre o solo proporciona maior proteção contra erosão, além de favorecer a biodiversidade edáfica, e consequentemente as complexas interações no sistema solo.

Segundo Lee (1991), os EM podem ser particularmente efetivos quando aplicados ao longo do solo junto com material orgânico ou composto de EM fermentado. Isto é importante posto que muitos microrganismos da cultura do EM necessitam de um suprimento de matéria orgânica prontamente disponível para usar como fonte de carbono e energia, aumentando assim a taxa de mineralização de compostos orgânicos, o que torna os nutrientes mais disponíveis para a planta. Talvez este motivo, a falta de matéria orgânica já fermentado, impediu que os microrganismos adquirissem a energia necessária para seu crescimento e desenvolvimento.

#### 4.4 Efeito da Aplicação do EM na Palhada dos Pré-Cultivos Sobre a Acumulação de Nutrientes pelo Milho Verde, Cultivado em Sucessão

A percentagem de nitrogênio nas espigas de milho não foi influenciada pela adubação verde ou aplicação do EM (Tabela 10). Isso demonstra que independente do tratamento a quantidade de nitrogênio disponível foi adequada, não sendo este um fator limitante de produção. Cabe destacar que este foi um primeiro ano de uso da adubação verde e do EM, provavelmente o seu uso continuado trarão diversos benefícios ao sistema de cultivo.

**Tabela 10.** Percentagem de nitrogênio na palhada do milho cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017.

Tratamentos	N na palhada (%)		
	Com EM	Sem EM	Média
Feijão de porco	0,62 aA	0,61 aA	0,62 A
Crotalária juncea	0,56 aA	0,70 aA	0,63 A
Mucuna preta	0,55 aA	0,57 aA	0,56 A
Vegetação espontânea	0,42 aA	0,57 aA	0,5 A
Média	0,54 a	0,61 a	
CV Parcela (%)	35,6		
CV Subparcela (%)	19,77		

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes F e de Scott-Knott a 5% de probabilidade, respectivamente.

Com relação ao fósforo (P), o uso de EM, no tratamento com vegetação espontânea, favoreceu a acumulação de nutriente na palhada de milho. Isso ocorreu, provavelmente, em

função do EM auxiliar no processo de mineralização da palhada da gramínea que compunha a biomassa da vegetação espontânea (Tabela 11).

Oliveira et al. (2012) com a aplicação de *Pseudomonas fluorescens* via inoculação incrementou os teores de P e K dos grãos de milho, independentemente dos níveis de adubação.

Zahir et al (2004) confirma que as rizobactérias exercem efeitos benéficos ao promover o crescimento vegetal, o que ocorre devido ao aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas, pela solubilização de fosfato inorgânico. Manteline & Touraine (2004) explicam o fato pelo maior crescimento de raiz, favorecendo a absorção de nutrientes e o teor e acúmulo de nutrientes nos grãos.

**Tabela 11.** Fósforo na palhada do milho cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, em Matias Barbosa, safra 2017.

Tratamento	P nas espigas verdes (g kg <sup>-1</sup> )		
	Com EM	Sem EM	Média
Feijão de porco	1,43 aB	1,54 aA	1,48 A
Crotalária juncea	1,01 aB	1,60 aA	1,30 A
Mucuna preta	1,55 aB	1,08 aA	1,32 A
Vegetação espontânea	2,37 aA	1,37 bA	1,87 A
Média	1,59 a	1,40 a	1,49
CV Parcela (%)	35,24		
CV Subparcela (%)	27,9		

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes F e de Scott-Knott a 5% de probabilidade, respectivamente.

## 5 CONCLUSÕES

Esta experiência mostra o potencial de produção de biomassa para intervenção positiva nos agroecossistemas da agricultura familiar municipal.

As três espécies de leguminosas estudadas apresentam comportamento compatível com a literatura científica e podem ser utilizadas para enriquecimento da biodiversidade do agroecossistema local, adequando às peculiaridades de cada espécie.

O EM proporciona efeito positivo no comprimento das espigas de milho nos tratamentos com mucuna preta e vegetação espontânea.

O uso do EM favorece a acumulação do fósforo na palhada do milho quando o tratamento é vegetação espontânea.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Um fato importante de ser destacado é que o estudo gerou curiosidade de outros agricultores, assim, o mesmo tem potencial para contribuir com interessados em aspectos conservacionistas do solo.

Os resultados agronômicos da experiência foram positivos. O agricultor teve muita dificuldade com a capina dos adubos verdes, uma vez que o capim amargoso dominou os feijões. Relata a enorme dificuldade de mão de obra e maquinário apropriado. Assim, o agricultor não continuará a fazer uso da rotação de culturas com os adubos verdes, mesmo estando ciente, e ter tido a vivência dos benefícios da adubação verde.

Importante ressaltar, que se faz necessária mais estudos sobre o sincronismo entre a liberação de nutrientes e a cinética de absorção dos mesmos pelas plantas cultivadas em sucessão; e a proteção do solo.

A tecnologia do EM é social, econômica, natural, de fácil utilização pelos agricultores, sustentável, segura, baixo custo, e é uma alternativa eficaz para substituir adubos químicos solúveis e agrotóxicos, contribuindo para a produção de alimentos com elevado valor biológico.

Sugere-se, no entanto, que novos estudos sejam realizados com a aplicação de EM por vários anos na mesma área, buscando um equilíbrio biológico do solo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R. A. et al. Análise econômica de diferentes práticas culturais na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 241-248, 2008.
- AGUILAR, S.A.; VAN DIEST, A. Rock-phosphate mobilization induced by the alkaline uptake patten of legumes utilizing symbiotically fixed nitrogen. *Plant and soil*, The Hague, v. 61, p. 27-42, 1981.
- AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; CERETTA, C.A. Decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais de adubos verdes. . In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.;
- ALLISON, F.E. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier, 1973, p.315-345.
- ALMEIDA, R.T., VASCONCELOS, L., NESS, R.L.L. Infecção micorrízica vesículo-arbuscular e nodulação de leguminosas arbóreas no Ceará, Brasil. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.17, n. 1, p. 89-97, Ceará, 1986.
- ALMEIDA, F. S. A alelopatia e as plantas. Londrina: Fundação IAPAR, 1988. 60 p. (IAPAR Circular, 53).
- ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. da; MOURA FILHO,W.; REGAZZI,A.D. Características de alguns adubos verdes de interesse para conservação e recuperação de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n.2, p. 175-185, 1995.
- ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F.; BODDEY, R. M. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. (Ed.). *Manual de métodos empregados em estudo de microbiologia agrícola*. Brasília: Embrapa-SPI; Goiânia: Embrapa-CNPAF; Londrina: Embrapa-CNPSo, 1994. 542 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 4.
- ALVES, E.M. Produção de milho-verde e grãos consorciados com leguminosas em sistemas de plantio direto orgânico. Dissertação (mestrado) UFV, Viçosa, 2014.
- ALTIERI, A.M. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. Porto Alegre. Editora da UFRGS, 2004.
- ALTIERI, A.M. PONTI, L.;NICHOLLS,C.I. Melhorando o manejo de pragas através da saúde do solo: direcionando uma estratégia de manejo do habitat do solo. In: *Controle Biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas*. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar, 2007. P. 17-31.
- ALTIERI, A.M. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. *Revista NERA*, Presidente Prudente, SP, ano 13, n. 16, p. 22-33, jan-jun 2010.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendações de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- ANDRADE, F. M. C. *Caderno dos microrganismos eficientes (EM), Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM*. Departamento de Fitotecnia Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2011. 32p.
- ANDRADE, F. M. C. *Caderno de microrganismos eficientes (EM)*. Viçosa, MG, 2009.

ANGELETTI, M. da P.; SOUZA, J. L. De; COSTA, H.; SOUZA, G. S. De; EWALD, M. C.; BREMEMKAMP, C.; MUNIZ, E. S.; BAHIENSE, D. V. Utilização de espécies vegetais como cobertura de solo no sistema plantio direto e como adubação verde na Região Serrana do ES. *Revista Científica Intelletto, Venda Nova do Imigrante, ES*, v. 2, n. 1, dezembro 2016, p. 87-102.

AQUINO, A.M. de; ASSIS, R.L.DE. *Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável*. Brasília. Embrapa informação tecnológica, 2005.

ARAUJO, A.P.;ALMEIDA,D.L. de Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho. *Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília, DF*, v.28, n.2, p 245-251, fev. 1993.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. *Ciência Rural, Santa Maria*, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

ASSIS, L; *Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências* Texto apresentado parcialmente no XL Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, parte da tese de doutorado do primeiro autor em Economia. Tese, Unicamp, Campinas,SP, 2002.

ATHAYDE, S.; BARTELS, W.-L.; BUSCHBACHER, R.; SELUCHINESK, R. D. R.; *Aprendizagem colaborativa, transdisciplinaridade e gestão socioambiental na Amazônia: abordagens para a construção de conhecimento entre academia e sociedade*. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*. Brasília, v. 10, n. 21, p. 729 – 756, outubro de 2013.

BALBINOT,A.A.; FLECK,N.G. Benefícios e limitações da redução do espaçamento entrelinhas. *Revista do Plantio Direto, Passo Fundo*, v. 5; p. 37-41, 2005.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*, v. 22, n. 4, p. 641-649, out./dez. 1998.

BALOTA, E. L. *Manejo e Qualidade Biológica do Solo*. ed. Mecenaz, IAPAR, Paraná, 288 p., 2017.

BARRIOS E., COUTINHO H.L.C., MEDEIROS, C.A.B. *InPaC-S: Integração Paarticipativa de conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo – Guia metodológico*. World Agroforestry Centre (ICRAF), Embrapa, CIAT. Nairobi, 2011

BASH,G.; KASSAM,A.;FRIEDRICH,T.;SANTOS,F.L.;GUBIANI,P.I.;CALEGAR,A.; REICHERT,J.M.;SANTOS,D.R. dos. Sustainable soil water management systems. In: LAL,R.; STEWART,B.A. (Ed.) *Soil water na agronomic productivity*. Boca Raton:CRC, 2012. P.229-288 (Advances in soil science).

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. (Ed). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, 1999. cap. 2, p. 9-26.

BEARE, M.H.; PARMELEE, R.W.; HENDRIX, P.F.; CHENG,W.; COLEMAN, D.C.; CROLLEY JUNIOR, D.A. Microbial and faunal interactions and effects on litter nitrogen and decomposition in agroecosystems. *Ecological Monographs, Tempe*, v.62, n. 4, p. 569-591, Dec. 1992.

BEARE,M.H.; POHLAD,B.R.; WRIGHT,D.H.; COLEMAN,D.C. Residue placement and fungicide effects on fungal communities in conventional and no-tillage soils. *Soil Science Society of America Journal, Madison*, v. 57, n.2, p. 392-399, mar./apr. 1993.

- BEKELE, T.; CINO, B.J.; EHLERT, P.A.I.; VAN DER MASS, A.A.; VAN DIEST, A. An evaluation of plant-borne factors promoting the solubilization of alkaline rock phosphates. *Plant na soil*, The Hague, v.75, p. 361-378, 1983.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MATOVANI, E.C. *Manual de Irrigação* 8 ed. Viçosa:UFV, 2008. 625 p.
- BERBARA, R. L. L.; CANELLAS, L. P. e GURUNDI, F. Effects of EM-4 biofertilizer on CO<sub>2</sub> evolution and on the distribution and quality of humidified organic carbon fractions in soil. In: SANGKKARA, U. R. et. al. (ed.) *Seventh International Conference on Kyusei Nature Farming*. Christchurch Polytechnic, Christchurch, New Zealand. 2002. p. 144 - 148.
- BIANCHINI, C. *Sistemas de manejo do solo para a produção de abobrinha de tronco (Curcubita pepo)*. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013
- BLANCHART, E.; LAVELLE, P.; BRAUDEAU, E.; LE BISSONNAIS, Y.; VALENTIN, C. Regulation of soil structure by geophagous earthworm activities in humid savanas of Côte d'Ivoire. *Soil Biology and Biochemistry*. Oxford, v. 29, n. 3/4, p. 431-439, mar./ abr 1997.
- BONFIM, F.P.G.; HONÓRIO, I.C.G.; REIS, I.L.; PEREIRA, A.de J.; SOUZA, D.B. *Caderno dos microrganismos eficientes (EM). Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM*. UFV, Viçosa, MG, 2011.
- BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERE FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. *Bragantia*, Campinas, v.62, n.3, p.417-428, 2003.
- BRITO, M.F. de; TSUJIGUSHI, B.P.; ROCHA, D.P. da; SILVA, R.F. da. Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica. *Revista Acta Iguazu*, Cascavel, PR, v. 6, p.11-21, 2017
- CAIXETA, A. G. *Uso de vinagre e extrato de feijão-de-porco no manejo de plantas daninhas em plantio direto de milho orgânico*. 2013. f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- CALEGARI, A. *Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com o uso de adubos verdes*. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 1 (507p.).
- CALEGARI, A., MONDARDO, A., BULISANI, E.A., WILDER, L. DO P., COSTA, M.B.B. DA, ALCÂNTARA, P.B., MYASAKA, S., AMADO, T.J.C. (1993) *Adubação verde no Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 346 p
- CAMPOS, A.T.; CAMPOS, A. T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v.34 n. 6, p. 1977-1985
- CAPORAL, F.R, COSTABEBER, J.A. *Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural*, v.1, n.1 2000
- CAPORAL, F.R, COSTABEBER, J.A. *Agroecologia e segurança alimentar*, Ação Ambiental, 2005

- CAPRA, F. O ponto de mutação. São Paulo: Cultrix, 1992.
- CARDOSO, F. P. SPD, técnica a serviço da sustentabilidade. Visão Agrícola, Piracicaba, ano 6, n.9, p. 4-7, jul/dez. 2009.
- CARDOSO, I.M. O manejo agroecológico dos solos. UFV, Viçosa, 2005.
- CARVALHO, D.F.; SILVA, L.D.B. Hidrologia cap 5. Infiltração. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap5-INF.pdf>. Acesso em 31 mar 2016, 21:56.
- CASTRO, C.M.; ALMEIDA, D.L. de; RIBEIRO, R. de L.D. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 40, n.5, p. 495-502, maio 2005.
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 14, n. 2, p. 133-142, maio/ago. 1990.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C; HERNANI, L. C. Fertilidade dos solos: Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C. Cultivo do Milho (Sistema de Produção, 1). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 8ª ed. 2012.
- COLLIER, L. S.; KIKUCHI, F. Y.; BENÍCIO, L. P. F.; SOUSA, S. A. D. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 41, n. 3, p. 306-313, 2011.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos.– V. 3- SAFRA 2015/16- N. 4 – Quarto levantamento | DEZEMBRO 2015 Brasília : Conab, 2015.. Disponível em [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br). Acesso em 04/02/2018.
- CONCEIÇÃO, V.; XAVIER, R. .M.; AMARAL, A. R.; BORSATO, A. V.; FEIDEN, A. Coquetel biológico (EM) no crescimento de mudas de *Ocimum basilicum* L. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 7, No. 2, Dez 2012.
- CORALES, R. G. e HIGA, T. Rice Production with effective microorganisms: impact on rice and Soil. In: SANGKKARA, U. R. et. al. (ed.) Seventh International Conference on Kyusei Nature Farming. Christchurch Polytechnic, Christchurch, New Zealand. 2002. p. 72 - 76.
- CORRÊA, M. L. P. Cultivo orgânico de milho em sistemas de plantio direto. 2009. 115f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; MIRANDA, G. V.; LEMOS, J. P.; RODRIGUES, O. L.; CONCEIÇÃO, P. M. da. Desempenho agrônômico do milho orgânico e tradicional em Sistema de plantio direto. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v.1, n.1, p.79-87, Julho, 2011.
- COSTA, M.B.B., DA, CALEGARI, A., MONDARDO, A., BULISANI, E.A., WILDNER, L.DO P., ALCÂNTARA, P.B., MIYASAKA, S., AMADO, T.J. Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p.
- CREWS, T. E.; PEOPLES, M. B. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: Ecological tradeoffs and human needs. Agriculture, Ecosystems e Environment, v.102, n.3, p.279-297, 2004
- CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES P.C. A Cultura do Milho. Sete Lagoas, Embrapa milho e sorgo, 2008.

- CRUZ, J. C.; KONZEN, E.A.; FILHO, I. A. P.; MARRIEL, I.E.; CRUZ, E.; DUARTE, J.O.; OLIVEIRA, M.F.; ALVARENGA, R.C. Produção de milho orgânico na agricultura Familiar. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 17p. (Embrapa-CNPMS, Comunicado Técnico, 81), 2006.
- CHABOUSSOU, F. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose. L&PM. Porto Alegre, 1987.
- COPLEY, J. Ecology genes underground. Nature, London, v. 406, p. 452-454, 2000.
- DEBARDA L., AMADO, T.J.C. Desenvolvimento de sistemas de produção de milho no Sul do Brasil com características de sustentabilidade. Revista Brasileira de ciência do solo, Viçosa, 1997.
- DE-POLLI, H.; CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. Revista Brasileira de ciência do solo, Campinas, v.13, p 287-293, 1986
- DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M.S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. de (Ed.) Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 368 p.
- DODEGÁ, I.M. Comportamento de leguminosas e adubos verdes cultivadas no outono/inverno, em três populações de plantas. Ilha Solteira:UNESP/FEIS, 1994. 75 p.
- DORAN, J.W. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distributions in no-tillage and plowed soils. Biology and fertility of soils, Berlin, v.5, n.1, p. 68-75, 1987.
- DOURADO, M.C.; SILVA, T.R.B. de; BOLONHEZI, A.C. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. Scientia Agricola, v.58, n.2, p.287-293, abr./jun. 2001
- DOURADO, M.C. Comportamento da *Crotalaria juncea* L. quando semeada em duas populações de plantas, submetidas a diferentes alturas de poda, visando a produção de sementes. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10. Araraquara, 1998. Resumos. São Paulo: CNPq, 1998. p.336
- DRIJBER, R.A.; DORAN, J.W.; PARKHURST, A.M.; LYON, D.J. Changes in soil microbial community structure with tillage under long-term wheat-fallow management. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v.32, n. 10, p. 1419-1430, sept, 2000.
- DUARTE JR., J.B. (2006) Avaliação agrônômica da cana-de-açúcar, milho e feijão em sistema de plantio direto em comparação ao convencional em Campos dos Goytacazes-RJ – Tese de Doutorado em Produção Vegetal – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 284 p.
- EIRAS, P.P.; COELHO, F.C. Adubação verde na cultura do milho. Programa Rio Rural, Manual Técnico, 28, Niterói, RJ, 2010, 14 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 204 p.
- ERNANI, P. R.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V. Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde, em casa de vegetação. Revista Brasileira Ciência do Solo, Viçosa, v.25, p.897-904, 2001.

ERNANI, P. R.; FIGUEIREDO, O. R. A.; BECEGATO, V.; ALMEIDA, J. A. Decréscimo da retenção de fósforo no solo pelo aumento do pH. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, p.159-162, 1996.

ESPINDOLA, J.A.A.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. Adubação verde com leguminosas. Brasília. Embrapa Informação tecnológica, 2005.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: AQUINO, A.M. de; ASSIS, R.L. de (Ed.) *Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517 p.

SÃO PAULO (ESTADO). Protocolo de Boas Práticas Agroambientais do Município de São Paulo. São Paulo: Secretaria Estadual de Meio Ambiente, 2010. 7p. Disponível em <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/259/Documentos/Protocolo.pdf> >. Acesso em: 15 Setembro 2016.

FAO-UNESCO (Ed.) *Soil Map of the world*. UNESCO, Paris, 1994, revised legend with corrections

FEGORER, A. P. R.; FRANCH, C.M C.; FRANCH, J. L., SIQUEIRA, MF. B., MOTTA, S. D. Informações sobre o uso do E. M. ( Microorganismo Eficazes) – Apostila Agricultura natural messiânica – fundacao Mokiti Okada – Rio de Janeiro 1995. 14p.

FERNANDES, M.F.; BARRETO, A.C. e 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.

FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. de A.; FERREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. C. Características agrônomicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibidênio e zinco. *Scientia Agrícola*, v.58, n.1, p.131-138, 2001.

FONTANETTI, A. Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho. 2008. 84f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FORNARI, E. *Novo manual de agricultura alternativa*. São Paulo. Sol Nascente.

FRANCO, A.A.; SOUTO, S.M. Contribuição da fixação biológica de N<sub>2</sub> na adubação verde. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Adubação verde no Brasil*. Campinas Fundação Cargill, 1984. P. 199-215

FREIRE, P. *Extensão ou comunicação?* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREY, S.D.; ELLIOTT, E.T.; PAUSTIAN, K. Bacterial and fungal abundance and biomass in conventional and no-tillage agroecosystems along two

GAMA-RODRIGUES, E. F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. (Ed). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, 1999. cap. 11, p. 227-243.

GIACOMINI, S. J. Consorciação de plantas de cobertura no outono/inverno e fornecimento de nitrogênio ao milho em sistema plantio direto. 2001. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Editora da universidade - RFRGS, 2008.

GOMES, J.C.C. Bases epistemológicas da agroecologia. In: Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Editores técnicos: Adriana Maria de Aquino e Renato Linhares de Assis. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2005.

GONDIM, T.M.S.; WANDERLEY J.A.C.; SOUZA, J.M.; FEITOSA FILHO, J.C.; SOUZA, J.S. Infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método do infiltrômetro de anel em solo areno-argiloso. Revista Brasileira de Gestão Ambiental GVADS – Grupo verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável. Pombal, PB, jan/dez 2010. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/index.php/RBGA/index>> Acesso em: 31 mar. 2016, 21:50

GUERRA, J.G.M.; NDIAYE, A.; ASSIS, R.L.de; ESPINDOLA, J.A.A. Uso de plantas de cobertura na valorização de processos ecológicos em sistemas orgânicos de produção na região serrana fluminense. Revista Agriculturas: experiências em agroecologia, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 24-28, mar 2007.

GUERRA, J.G.M.; ESPINDOLA, J.A.A.; ARAULO, E.da S.; LEAL, M.A.DE.A.; ABOUD, A.C.deS.; ALMEIDA, D.L. de; DE-POLLI, H.; NEVES, M.C.P.; RIBEIRO, R.de L.D. Adubação verde no cultivo de hortaliças. : In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 2 (478 p.).

HEINRICH, R.; VITTI, G.C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P.A.; FANCELLI, A.L.; CORAZZA, E.J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e grão de milho, decorrente do cultivo consorciado. Revista Brasileira de ciência do solo, Campinas, v. 29, p. 71-79, 2005.

HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. R. Bras. Ci. Solo, v. 26, p. 225-230, 2002.

HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 20, n. 9, p. 1021-1030, set, 1985.

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, A.; HEYDRICH-PÉREZ, M.; ACEBO-GUERRERO, Y.; VELAZQUEZ-DEL VALLE, M. G.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A. N. Antagonistic activity of Cuban native rhizobacteria against *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenb. in maize (*Zea mays* L.). Applied Soil Ecology, v.39, p.180-186, 2008.

HIGA, T.; WIDIDANA, G.N. The concept and theories of effective microorganisms. In: Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming, Parr, J.F.; Hornick, S.B.; C.E. Whitman Teds. U.S. Departamento f Agriculture, Washington, D.C., U.S.A., p. 20-22.

HOLGUIM, G.; VAZQUEZ, P.; BASHAN, Y. The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. Biology and fertility of Soil, Berlin, v. 33, p. 265-278, 2004.

HUNGRIA, M.; FRANCINI, J.C.; CAMPO, R.J.; GRAHAM, P.H. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON, W.E. (Eds.) Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and environment. Amsterdam: Springer. 205. P. 25-42.

HURTADO, S. M. C.; SILVA, C. A.; RESENDE, A. V.; CORAZZA, E. J., SHIRATSUCHI, L. S.; HIGASHIKAWA, F. S. Sensibilidade do clorofilômetro para diagnóstico nutricional de nitrogênio no milho. Ciência e Agrotecnologia, v.34, n.3, p.688-697, 2010

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A cultura do milho no Paraná. Londrina: IAPAR, 1991, 270 p. (IAPAR. Circula Técnica, 68)

ISHIMURA, I.; YANAI, K.; SAWAZAKI, E.; ODA, M. Avaliação de cultivares de milho verde em Pariquera-Açu. Bragantia, Campinas, SP, v. 45, n. 1, p. 95-105, 1986.

JASTROW, J.D.; MILLER, R.M. Soil aggregate stabilization and carbon sequestration: feedbacks through organomineral associations. In: LAL,R.; KIMBLE,J.M.; FOLLET,R.F.; STEWART,B.A. (Ed.) Soil processes and the carbon cycle. Boca Raton: Taylor & Francis, 1998. P.207-224. (Advances in soil Science)

JESUS, E.L. Diferentes Abordagens de Agricultura Não-Convencional: História e Filosofia. In: Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável / editores técnicos, Adriana Maria de Aquino, Renato Linhares de Assis. – Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2005.

KENNEDY, A.C. Bacterial diversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 65-76, 1999.

KHATOUNIAN, C.A. de. A reconstrução ecológica da agricultura. Botucatu. Agroecologica, 2001.

KHIEL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Agrônômica Ceres, Piracicaba, São Paulo, 1985, 492 p.

LAMBAIS, M.R.; CURY,C.J.; MALUCHE-BARETTA,C.R.; BÜLL,R.C. Diversidade microbiana nos solos: definindo novos paradigmas. Tópicos em Ciência do solo, Viçosa, v. 4,p. 43-84, 2005

LANDAU,E.C.; SANS, L.M.A.; SANTANA,D.P. Cultivo do milho. Sistema de produção, 2 Embrapa Milho e Sorgo, 5 ed., set,2009. Disponível em: [www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_s\\_ed/climaesolo.html](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_s_ed/climaesolo.html) Acesso em: 12/04/2016, 12:00 h

LÁZARO,R.L.; COSTA,A.C.T.; SILVA,K.F.; SARTO,M.V.M.; DUARTE JUNIOR,J.B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.

LEE,K.H. Effect of organic amendments and EM on the growth and yield of crops and soil properties. In: International conference on Kyusei nature farming, 4, 1991, Piracicaba, SP. Maryland: USDA, 1991, p. 142-147.

LIBARDI, P.L. Dinâmica da Água no Solo. ESALQ/USP. Piracicaba, 2000.

LIMA FILHO, O. F., AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A., D. EE Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF. Embrapa, 2014. V1 (507 p).

LIMA, M. da G. de S.; MENDES, C. R.; NASCIMENTO, R. do; LOPES, N. F.; CARVALHO, M. A. P. Avaliação bioquímica de plantas de milho pulverizadas com uréia isolada e em associação com aminoácidos. Revista Ceres, v.56, p.358- 363, 2009.

LOPES, O.M.N. Guandu: leguminosa para o controle do Mato, adubação verde do solo e alimentação animal. Recomendações técnicas, 10, Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 2000.

LORENZI, H. Inibição alelopática de plantas daninhas. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). Adubação verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 183-198.

MAIA, C.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral continua na cultura do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 8, n. 1, p. 39-44, jan/abr. 2004.

MANTELIN, S. & TOURAINE, B. (2004) Plant growth-promoting bacteria and nitrate availability: impacts on root development and nitrate uptake. *Journal Experimental Botany*, 55:27-34.

MARINISSEN, J.C.Y.; DEXTER, A.R. Mechanisms of stabilizations of earthworm casts and artificial casts. *Biology and fertility of soils*, Berlin, v. 9, p. 163-167, 1990.

MARTIN, N.B.; SANTOS, Z.A.P.S.; ASSUMPCÃO, R. Análise econômica da utilização da adubação verde nas culturas de algodão e soja em rotação com milho e amendoim. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Adubação verde no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1984. P. 133-160

MASCARENHAS, H.A.A.; WUTKE, E.B. Adubação, nutrição e fatores climáticos limitantes ao desenvolvimento dos adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 1 (507 p.).

MASTRANGOLO, W. J. R.; FRANÇA, F. C. T; SANTANA, D. P.; CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, V. A. V.; ALBERNAZ, W. M. Diagnóstico rápido sobre uso de Consórcio milho - leguminosa em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, n.2, p. 277-280, 2007.

MATEUS, G. P.; WUTKE, E. B. Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes.

Campinas: APTA. 2006. 15p. (Pesquisa & Tecnologia, Vol. 3, N. 1). Disponível em [http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/educacao-](http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/educacao-2006/2006-janeiro-junho/269-especies-de-leguminosas-utilizadas-como-adubos-verdes/file.html)

[2006/2006-janeiro-junho/269-especies-de-leguminosas-utilizadas-como-adubos-verdes/file.html](http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/educacao-2006/2006-janeiro-junho/269-especies-de-leguminosas-utilizadas-como-adubos-verdes/file.html)>. Acesso em: 09 outubro 2017.

MATOS, E.S.; MENDONÇA, E.S.; LIMA, P.C.; COELHO, M.S.; MATEUS, R.F.; CARODSO, I.M. Green manure in coffee systems in the region of Zona da Mata, Minas Gerais: characteristics and kinetics of carbon and nitrogen mineralization. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 2027-2035, 2008

MAYUB, A. et al. Effect on different nitrogen levels and seeds rates on growth, yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor*) fodder. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v.72, p.648-650, 2002.

MENDES, R. Deciphering the Rhizosphere Microbiome for Disease-Suppressive Bacteria (DOI: 10.1126/science.1203980). Disponível em: [www.sciencemag.org/content/332/6033/1097.full](http://www.sciencemag.org/content/332/6033/1097.full). Acesso em: 10/12/2017

MERCANTE, F.M. Os Microrganismos do Solo e a Dinâmica da Matéria Orgânica em Sistemas de Produção de Grãos e Pastagem. (Embrapa Agropecuária Oeste. Coleção Sistema Plantio Direto, 5). Dourados, MS, 2001, 14p.

MITSUIKI, CASSIO. Efeito de sistemas de preparo de solo e do uso de microrganismos eficazes nas propriedades físicas do solo, produtividade e qualidade de batata. Diss. Mestrado Universidade de São Paulo, ESALQ, USP, Piracicaba, SP, 97 p. 2006.

MOITINHO, M. R.; FERRAUDO, A. S.; SALOMÃO, G. de B.; MOTTA, I. de S.; LA SCALA JUNIOR, N.; PADOVAN, M. P. Avaliação do desempenho de adubos verdes

antecedendo o plantio de milho, em agroecossistema sob bases ecológicas, utilizando-se análises multivariadas. Cadernos de Agroecologia, v.7, n.2, p.2236-7934, 2012.

MONTEIRO, F.T.; FAVERO, C.C.I.M.; BRAZ, R.L.; FERRARI, F.G.; FLORISBELO, G.R. Memórias Agroecológicas n 02 - Solos e princípios agroecológicos. Grupo de Pesquisa em Agricultura Familiar dos Vale do Jequitinhonha e Mucuri. UFVJ-GPAF-Vales, Diamantina, 2008.

MONTERREY, A. M. M.; PERALTA, H. A. Evaluacion de la efectividad del sistema de tratamiento de lodos sépticos de la earth. 2005. 53 p. Trabajo de graduación (Ingeniero Agrónomo) – EARTH, Costa Rica.

MOREIRA, Fátima Maria de Souza; SIQUEIRA, José Oswaldo. Guia de Estudos – Manejo do Solo em Sistemas Agroecológico de Produção. UFLA, CEAD. Lavras, MG, 2015. p 15-34; p.116-118.

MYOUNGSU, P.; CHUNGWOO, K.; JINCHUL, Y.; HYOUNGSEOK, L.; WANSIK, S.; SEUNGHWAN, K.; TONGMIN, S. Isolation and characterization of diazotrophic growth promoting bacteria from rhizosphere of agricultural crops of Korea. Research in Microbiology, v.160, p.127-133, 2005.

NEVES, M.C.P.; Almeida, D.L. de; DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R. de L.D. Agricultura orgânica – uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. Seropédica: EDUR, 2004. 98 p.

OLIVEIRA, F.L. de; RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA, R.M.; PADOVAN, M.P.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; RIBEIRO, R.D.L.D. Uso do pré-cultivo de *Crotalaria juncea* e de doses crescentes de cama de aviário na produção de repolho sob manejo orgânico. Agronomia, Itaguaí, v. 37, n. 2, p. 60-63, 2003.

OLIVEIRA JR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA,M.G.; CHIQUIERE,T.B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. Ciência e tecnologia de alimentos, Campinas, 26(1): 159-165, jan.-mar. 2006.

OLIVEIRA, M. A. de, ZUCARELI, C., SPOLAOR, L. T., DOMINGUES, A. R., & FERREIRA, A. S. (2012). Composição química dos grãos de milho em resposta à adubação mineral e inoculação com rizobactérias. Revista Ceres, 59(5), 709-715. <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000500018>

OLIVEIRA, P. de.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. de C. Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa: Consorciação de Milho com Leguminosas. Circular Técnica, 88, Santo Antonio de Goiás, 2010. 16p.

OLIVEIRA, S. A. S.; STARK,E.M.L.M.; EPIFÂNIO,,J.A.; BERBARA, R.L.L.; SOUZA, S.R. de. Partição de Nitrogênio em Variedades de Milho (*Zea mays* L.) com a Aplicação Foliar de Microrganismos Eficazes e Nitrato. Revista de Ciência e Vida. Seropédica, v. 31, n. 1, p. 57-69, 2011

OLIVEIRA, T.D.K. de; CARVALHO, G.J. de; MORAES, R.N. de S.; JERONIMO JUNIOR, P.R.M. Características agrônômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. Ciência Agrotecnica, Lavras, v. 27, n.1, p. 223-227, jan-fev, 2003

PADOVAN, M. P.; OLIVEIRA, F. L. de.; CESAR, M. N. Z. O papel estratégico da adubação verde no manejo agroecológico do solo. In: PADOVAN,M.P.(ed.).Conversão de Sistemas de

Produção Convencionais para Agroecológicos: Novos Rumos à Agricultura Familiar. Dourados-MS: Edição do Autor, 2006. p. 69-82

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I.S.; CARNEIRO, L.F.; MOITINHO, M.R.; SALOMÃO, G.B.; RECALDE, K.M.G. Pré-cultivos de adubos verdes ao milho em agroecossistemas submetido a manejo ecológico no Cone Sul de Mato grosso do Sul. Revista brasileira de Agroecologia, n. 8, v. 3, p. 3-11, 2013.

PADOVAN, M. P.; SAGRILO, E.; BORGES, E. L.; TAVARES, G. F. Produção de massa e acúmulo de nutrientes na parte aérea de adubos verdes num sistema sob transição agroecológica em Itaquiraí, MS. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 3, n. 2, p. 99-102, 2008.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. Soil microbiology and biochemistry. San Diego: Academic Press. 1996. 340 p.

PEGORER, A. P. R. , FRANCH, C. M. C., FRANCH, J. L., SIQUEIRA, M. F. B., MOTTA, S. D. Informações sobre o uso do E.M.(Microorganismos Eficazes) – Apostila. AGRICULTURA NATURAL MESSIÂNICA - Fundação Mokiti Okada – Rio de Janeiro, 1995. 14p.

PEREIRA, E.G.; DIAS, A. DOS S.; PEREIRA, D.S.; SANTOS, J.S. Desenvolvimento inicial do rabanete submetido à adubação orgânica e microrganismos eficientes. Anais do IV SIMPA-Simpósio de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa 25 a 26 de novembro de 2015, Viçosa –MG.

PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A.C. de; CRUZ, J.C. Milho verde: espaçamentos, densidades de plantas, cultivares e épocas de semeadura, influenciando o rendimento e algumas características de espigas comerciais. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo 22, Anais, Recife, Embrapa, CD, 1998.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; SILVA, A.R. da; COSTA, R.V. da, CRUZ, I. Milho Verde . Agência Embrapa de Informação tecnológica – Embrapa, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/>. Acesso em: 19 dez 2016.

PEREIRA, T.G.; SILVA, S.; MORAIS, E.G. de; LOPES, M.A.P.; PEREIRA, J.G.; GONÇALVES, L.D. Utilização de Microrganismos eficientes (EM) na produção de alimentos orgânicos. VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão 21 a 23 de outubro de 2014.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M. E CECON, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PESKE, S. T.; BARROS, A.C.S.A. Produção de sementes. Módulo 2. Brasília: Abeas, 2003. 90p.

PETERSEN, P.; TARDIN, J.M.; MAROCHI, F.M. Tradição (agri)cultural e inovação agroecológica: facetas complementares do desenvolvimento agrícola socialmente sustentado na região centro-sul do Paraná. União da Vitória: AS-PTA, 2002.

PINHO, L. de; PAES, M.C.D.; ALMEIDA, A.C. de; COSTA, C.A. da. Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.7, n.3, p. 279-290, 2008. Sete Lagoas, MG Embrapa milho e sorgo, 2008.

POTT, C.A., MULLER,M.M.L., BERTELLI,P.B.. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. *Ambiência Revista do setor de ciências agrárias e ambientais* v.3 n.1 UNICENTRO, Guarapuava, PR, 2007.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1015-1020, 2004.

PRIMAVESI, A.M. Cartilha do Solo. São Paulo. Fundação Mokiti Okada, 2006

PRIMAVESI, A.M. Manejo ecológico do solo. 18 ed. São Paulo. Nobel, 2006. PRIMAVESI, A.M. Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais. 8 ed. São Paulo. Nobel, 1984.

PUGAS, A. S.; GOMES, S. S.; DUARTE, A. P. R.; SANTOS, T. E. M.; ROCHA, F. C. Efeito dos Microrganismos Eficientes na taxa de germinação e no crescimento da Abobrinha (*Curcubita Pepo L.*). *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, p. 1-5,2013.

QUEIROZ,L.R.; GALVÃO,J.C.C.; CRUZ,J.C.; ALVARENGA,R.C.; COELHO,A.M.; OLIVEIRA,M.F.; TARDIN,E.D.; MATRANGO,W.J.R. Milho Verde em sistema orgânico de produção, consorciado com leguminosas anuais. UFV, Viçosa, 2008.

RALISCH, R.; AQUINO, A. M. de; CAMPIOLO, S.; ALMEIDA, E.; BRUNO, J.;TRAMONTINA, D. C. Plano piloto para a validação e certificação da biodiversidade no sistema plantio direto na palha. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 12., 2010. Anais Ponta Grossa:FEBRAPDP, 2010. p. 157-164.

RANELLS, N. N.; WAGGER, M. Nitrogen release grass and legume cover crop monocultures and bicultures. *Agronomy Journal*, v. 88, p. 777782, 1996.

RAO, M. R.; COLEMAN, S. W.; MAYEUX, H. S. Forage production and nutritive value of selected pigeonpea ecotypes in the southern Great Plains. *Crop Science*, Madison, v.42, n.4, p.1259-1263, 2002.

RAO, M. R.; MATHUVA, M. N. Legumes for improving maize yields and income in semiarid Kenya. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.78, n.2, p.123-137, 2000.

REICHARDT. K. Dinâmica da Matéria e da Energia em Ecossistemas. ESALQ / USP Piracicaba, 1996.

REIS, G.N. DOS, FURLANI, C.E.A., SILVA, R.P. DA, GERLACH, J.R., CORTEZ, J.W., GROTTA, D.C.C. Decomposição de culturas de cobertura no sistema plantio direto, manejadas mecânica e quimicamente, *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 194-200, 2007.

RICHARD,A.; TAVARES FILHO,J.; BRITO,OSMAR RODRIGUES; LLANILLO,R.F.; FERREIRA ROGÉRIO. Compactação do solo: causas e efeitos. *Semana: ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n.3, p. 321-344, jul./set. 2005.

RILLIG, M.C., WRIGHT, S.F., NICHOLS, K.A., SCHMIDT, W.F.;TORN, M.S. Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soils. *Plant Soil*, v.233, p.167-177, 2001.

RILLIG, M.C.; RAMSEY, P.W.; MORRIS, S.; PAUL, E.A. Glomalin, an arbuscular mycorrhizal fungal soil protein, responds to land-use change. *Plant and Soil*, v.2, n.253, p.293-299, 2003.

RISSO, I.A.M.; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R.L.D.; SOUZA, C.G. de; ESPINDOLA, J.A.A.; POLIDORO, J.C. Cultivo orgânico do milho consorciado com leguminosas para fins de adubação verde. Dissertação de mestrado. Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, set 2009

ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 1 (507p.).

SAKALA, W. D.; CADISCH, G.; GILLER, K. E. Interactions between residues of maize and pigeonpea and mineral N fertilizers during decomposition and N mineralization. *Soil Biology & Biochemistry*, v.32, p.679–688, 2000.

SAMBUICHI, R.H.R.; OLIVEIRA, M.A.C. de; SILVA, A.P.M. da; LUEDEMANN, G. A sustentabilidade ambiental da agropecuária Brasileira: impactos, políticas públicas e desafios. 1782. Ed. Rio de Janeiro: Ipea, 2012, 46 p. (Texto para discussão)

SAMPAIO, B. S.; Biofertilizantes na produção de alface. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, ES, fev.2013

SAMPAIO, M.T. e MALUF, W.R. Adubação verde: como contribuir para a saúde da horta, do homem e ainda obter lucro, UFLA - Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Comunicado Técnico, 38. Lavras, MG, 1999

SANTOS, I.C., MIRANDA, G.V.; MELO, A.V.; MATOS, R.N.; OLIVEIRA, L.R.; LIMA, J.S.; GALVÃO, J.C.C. Comportamento de cultivares de milho produzidos organicamente e correlações entre características das espigas colhidas no estádio verde. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, PG, v.4, n. 1, p. 45-53, 2005.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F. da; CARVALHO, M. A. C. de; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.9, n.2, p.123-134, 2010

SANTOS, M. M. dos; GALVÃO, J.C.C., FERREIRA, L.R., MELO, A., A.V. de ; FONTANETTI. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. *Planta Daninha, Revista Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 26-32, jul.-set., 2010

SANTOS, T. R. dos, Leguminosas, palha de café e plantas espontâneas no cultivo de milho verde. Dissertação de mestrado. UFV, Universidade Federal de Viçosa, MG, 50 p. fevereiro de 2017.

SCHROTH, G., LEHMANN, J. Contrasting effects of roots and mulch from three agroforestry tree species on yields of alley cropped maize. *Agriculture, Ecosystems e Environment*, 54: 89101, 1995

SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E. E TRIVELIN, P.C.O. Utilização de nitrogênio de adubos verdes e mineral pelo milho. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, v. 24 p. 917-926, 2000.

SHINGO, G. Y.; VENTURA, M. U. Produção de couve *Brassica oleracea* L. var. *acephala* com adubação mineral e orgânica. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 30, n. 3, p. 589-594, 2009.

SIEVERDING, E.; LEIHNER, D. E. Influence of crop rotation and intercropping of cassava with legumes on VA mycorrhizal symbioses of cassava. *Plant and soil, The Hague*, v. 80, p. 143-146, 1984.

SIQUEIRA, A. P. P. de; SIQUEIRA, SIQUEIRA M. F. B. de. Bokashi: adubo orgânico fermentado. Niterói: Programa Rio Rural, 16 p, 2013

SILVA, A. R. Sistema agroflorestal sobre cultivo de leguminosas: fertilidade do solo, resistência a penetração e produtividade de milho e feijão-caupi. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal). Universidade Federal do Tocantins, 2011.

SILVA, E. M. R.; ALMEIDA, D. L.; FRANCO, A. A.; DOBEREINER, J. Adubação verde no aproveitamento de fosfato em solo ácido. *Revista Brasileira de ciência do solo, Campinas*, v. 9, p. 85-88, 1985.

SILVA, M. L. N.; BLANCANEAUX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M. de; MARQUES, J. J. G. de S. e M.; CARVALHO, A. M. de. Estabilidade e resistência de agregados de latossolo vermelho-escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. *Revista Agropecuária Brasileira*, v. 33, n. 1, p. 97-103, jan. 1988, Brasília, DF.

SILVA, J.; LIMA E SILVA, P. S.; OLIVEIRA, M.; BARBOSA E SILVA, K. M. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. *Horticultura Brasileira, Brasília*, v. 22, n. 2, p. 326-331, abril-junho 2004.

SILVA, E. C. da; MURAOKA, T.; BUZZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; TRIVELIN, P. C. O.; VELOSO, M. E. da C. Utilização do (<sup>15</sup>N) residual de plantas de cobertura de solo e da uréia pela cultura do milho. *Revista Brasileira de ciência do solo. Viçosa, MG*, v. 30, n. 6, p. 966-974, nov./dez. 2006.

SILVA, E. C. da; AMBROSANO, E. J.; SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BUZZETTI, S.; CARVALHO, A. M. de. Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 1 (507 p.).

SILVEIRA, L. C. P.; GOMES, L. A. A.; SILVA, BARATA, A. W.. Bases Históricas e Epistemológicas da Agroecologia. UFLA, CEAD. Lavras, MG, 2015. p 11-19.

SINGH, N. B.; SINGH, P. P.; NAIR, P. P. Effect of legume intercropping on enrichment of soil nitrogen, bacterial activity and productivity of associated maize Crops. *Experimental Agriculture*, v. 22, n. 4 p. 339-344, 1986

SLAFFER, G. A.; OTEGUI, M. Is there a niche for physiology in future genetic improvement of maize yields? In: SLAFFER, G. A.; OTEGUI, M. (Ed). *Physiological bases for maize improvement*. Binghamton, Haworth, 2000. p. 1-14.

SMITH, J. L.; MYUNG, H. U. Rapid procedures for preparing soil and KCL extracts for <sup>15</sup>N analysis. *Communication Soil Science and Plant Analysis*, v. 21, p. 2173-2179, 1990.

SOUZA, L. J.; Sistema orgânico de produção de tomate In: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Tomate. Vitória, ES: Incaper, 2010. Cap. 2, p. 35-67.

SPAGNOLLO, E.; BAYER C.; WILDNER, L.P.; ERNANI, P.R.; ALBUQUERQUE, J. A.; NADAL, R. Análise econômica do uso de leguminosas estivais intercalares a cultura do milho, na ausência e na presença de adubação nitrogenada, no oeste de Santa Catarina. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.25, p. 709-715, 2001.

STREIT, W.R.; DANIEL, R.; JAEGER, K-E. Prospecting for biocatalysts and drugs in the genomes of non-cultured microorganisms. Current Opinion in Biotechnology, London, v. 15, p. 285-290, 2004.

THEODORO, V.C.A. Caracterização de produção do café orgânico, em conversão e convencional. 2001. 214p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TIECHER, T.; RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J.; CALEGARI, A. Forms of inorganic phosphorus in soil under different long term soil tillage systems and winter crops. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 36, n.1, p. 271-281, jan./fev. 2012

TOKESHI, H.; CHAGAS, P.R.R. Hormonal effect of EM on citrus germination, p.5561. Fifth International Conference on Kyusei Nature Farming. October, 23-26, 1997. Proceedings on Kyusei Nature Farming and Effective Microorganisms for Agricultural Sustainability. Bangkok, Thailand. (Ed) SENANAYAKE and SANGAKKARA, APNAN, Thailand. August, 1997.

TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; BENTZ, B.; LINÈRES, D.; CHÈNEBY, D.; NICOLARDOT, B. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen conditions. Soil Science Society American Journal, v. 64, p. 918-926, 2000.

TUAT, N. V. and TRINH, L. V. Role of effective microbes in integrated pest management programmes in Vietnam. In: SANGKARA, U. R. et. al. (ed.) Seventh International Conference on Kyusei Nature Farming. Christchurch Polytechnic, Christchurch, New Zealand. 2002. p. 176 - 179.

VIANA, J.H.M. Determinação da densidade dos solos e de horizontes cascalhentos. Sete Lagoas, MG, Embrapa Milho e Sorgo: Comunicado Técnico, 154, dez. 2008. 11 p.

VEIGA, D. V. de; CARVALHO, C. J. R. de; KATO, O. R.; MOURÃO JUNIOR, M. Alternativas de recuperação da fertilidade de solo em sistema agrícola de subsistência no Nordeste Paraense. Revista Brasileira de Agroecologia. v.7, n.1, p.111-120, 2012.

VIANA, J.H.M.; CRUZ, J.C.; ALVARENGA, R.C.; SANTANA, D.P. Manejo do solo para a cultura do milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES P.C. A Cultura do Milho. Sete Lagoas, Embrapa milho e sorgo, 2008.

VICENTINI, L. S; CARVALHO, K., RICHTER, A. S. Utilização de Microorganismos Eficazes no Preparo da Compostagem; Faculdades Integradas Espírita – FIES; Resumos do VI CBA e II CLAA. Revista Brasileira de Agroecologia, nov. 2009 Vol. 4 No. 2 p. 3367-3370.

VIEGAS, G.P.; GARGANTINI, H.; FEEIRE, E.S. Adubação do milho. Efeito da mucuna, do calcário e de outros adubos, sobre as propriedades químicas do solo. Bragantia, Campinas, v.19, p.91-100, 1960.

VIEIRA, N.R. de A. Fisiologia da germinação. In: Sementes de feijão: Produção e tecnologia. 21 ed. Santo Antônio de Goiás, GO. 2000. 270p.

VIGLIO, E.C.B.L. Produtos orgânicos: uma tendência para o futuro? *Agroanalysis*, São Paulo, SP, v.6, n.12, p. 8-11, 1996

XU, H. Effects of a microbial inoculant and organic fertilizers on the growth, photosynthesis and yield of sweet corn. In: XU, H. et al. *Nature farming and microbial applications*. Hawerth press. Co-published as journal of crop productions, v.3, n.1 (#5).2000.

YUE, S.; WANG, C.; XU, H. e DAI, J. Effects of foliar application with effective microorganisms on leaf metabolism and seed yield in soybean. In: SANGKKARA, U. R. et. al. (eds.) *Seventh International Conference on Kyusei Nature Farming*. Christchurch Polytechnic, Christchurch, New Zealand. 2002. p. 62 – 65

WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v.33, p.429-437, 2009.

WEINÄRTNER, M.A.; ALDRIGHI, C.F.S.; MEDEIROS, C.A.B. *Práticas Agroecológicas:*

*Adubação Orgânica*. 1. ed. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2006. 20 p

WUTKE, E.B.; AMBROSANO, E.J.; DIAS, R.D.; LAURINO, M.S.; GONÇALVES, J.R de A.; RAZERA, L.F.; MEDINA, CARVALHO, L.H.; KIKUTI, H. Bancos comunitários de sementes de adubo verdes: Informações técnicas, 52 p., Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2007.

WUTKE, E.B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L.doP. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 1 (507 p.).

WUTKE, E.B.; TRANI, P.E.; AMBROSANO, E.J.; DRUGOWICH, M.I. *Adubação verde no estado de São Paulo*. Campinas: CATI, 2009, 89p. (CATI, Boletim técnico, 249)

WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v.33, p.429-437, 2009.

WRIGHT, S.F.; UPADHYAYA, A. A survey of soils aggregate stability and glomalin, aglycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil*, v.198, p. 97-107, 1998.

ZAHIR A., ARSHAD Z.M; Frankenberger W.F. (2004) Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81:97-168.

ZANATTA, J.A.; BAYER, C.; DIECKOW, J.; VIEIRA, F.C.B.; MIELNICZUK, J. Soil organic carbon accumulation and carbon costs related to tillage, cropping systems and nitrogen fertilization in a subtropical Acrisol. *Soil and Tillage research*, Amsterdam, v. 94, n. 2, p. 510-519, June 2007.

ZATORRE, N.P. Influência da mudança do uso do solo em ecossistema na Amazônia sul ocidental. 2009, 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

ZURE, G.E.O.; OLIVEIRA, V.M.; GOTARDO, M. E SANTOS, F.M. (2011) - Produtividade de milho verde híbrido bm3061 sob diferentes tipos de adubação no plantio. Revista Verde de Agroecologia, vol. 6, n. 2, p. 184-188.