

ANA LUIZA WNUK

COMPARATIVO QUÍMICO E FÍSICO DA APLICAÇÃO DE
BIOFERTILIZANTE DE SERAPILHEIRA E PÓ DE BASALTO NA
CULTURA DE MILHO (*Zea mays*)

CASCABEL
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2018

ANA LUIZA WNUK

**COMPARATIVO QUÍMICO E FÍSICO DA APLICAÇÃO DE
BIOFERTILIZANTE DE SERAPILHEIRA E PÓ DE BASALTO NA
CULTURA DE MILHO (*Zea mays*)**

Projeto submetido ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia de Energia na Agricultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi

CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
MARÇO - 2018

Wnuk, Ana Luiza

Comparativo químico e físico da aplicação de biofertilizante de serapilheira e pó de basalto na cultura de milho (*Zea Mays*) / Ana Luiza Wnuk; orientador(a), Cláudio Yuji Tsutsumi, 2018.

35 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, 2018.

1. Biofertilizante. 2. Análises. 3. Serapilheira. 4. Pó de basalto. I. Yuji Tsutsumi, Cláudio. II. Título.

À Deus.

Ofereço com amor à minha família, meus pais João Carlos Wnuk e Maria Izabel Mariano Wnuk e aos meus irmãos Ana Flavia Wnuk e João Carlos Mariano Wnuk.

Com carinho ao meu companheiro Tiago Renato BlomkerBöes e amigos.

Com respeito e admiração à minha avó Maria Esméria (in memorian).

AGRADECIMENTOS

À UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, e em especial à Coordenação do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura.

Ao meu orientador Cláudio Yuji Tsutsumi.

Aos meus professores do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura.

A professora Alice Jacobus de Moraes, pelas orientações durante a graduação e presença na banca de defesa.

Aos meus amigos: Luana S. Celante, Paula Gabriela Ripp, Leonardo Severo e Paulo H. Paiva pela colaboração, amizade, companheirismo e incentivo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

WNUK, Ana L., Ms Sc. UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Março de 2018. **Comparativo químico e físico da aplicação de biofertilizante de serapilheira e pó de basalto na cultura de milho (*Zea mays*)**. Orientador: Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi.

RESUMO

O uso de biofertilizantes tem apresentando grandes resultados quanto a fertilidade do solo, como também no controle de pragas e doenças. Este projeto teve como objetivo comparar alterações físicas e químicas do solo após aplicação de diferentes dosagens de biofertilizante a base de serapilheira e pó de basalto sobre a cultura de milho. O experimento foi realizado em plantio aberto e a cultura escolhida para o desenvolvimento do estudo foi feita por ser atualmente um dos cereais mais produzidos no mundo e um dos alimentos mais cultivados no Brasil, como também uma cultura energética de extrema importância. Teve como objetivo comparar alterações nas análises físicas e químicas realizadas no solo após aplicação, sendo uma testemunha. O biofertilizante foi preparado com finalidade exclusiva para a aplicação do estudo, tendo duas fases de preparo (sólida e líquida) com duração total de 45 dias para o término da produção. A aplicação foi realizada com dosagens de 0, 25, 50, 75 e 100% para a medida de 500 ml, sendo o restante completado com água. Foram regadas com o composto cinco plantas de milho para cada dosagem, onde cada planta recebeu a quantia de 500 ml na rega. Estas ocorreram no pré-plantio (diretamente no solo) e após de cinco em cinco dias. Foi analisado o parâmetro fitotécnico (altura da planta), e as amostras de solo coletadas foram de 0 – 20 cm, sendo coletada uma quantia de cada cova de planta, onde as cinco amostras de cada valor de dosagem foram misturadas resultando em único material para análise. Com estas amostras foram realizadas análises físicas e químicas do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Solo, biofertilizante, análises.

WNUK, Ana L., M. Sc. UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. March 2018. **Comparative chemical and physical application of litter biofertilizer and basalt powder in maize (Zea mays)**. Adviser: Teacher Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi.

ABSTRACT

The use of biofertilizers has shown great results regarding soil fertility, as well as pest and disease control. This project aimed to compare soil physical and chemical changes after application of different dosages of biofertilizer based on litter and basalt powder on corn crop. The experiment was carried out in open plantation and the culture chosen for the development of the study was made because it is currently one of the most produced cereals in the world and one of the most cultivated foods in Brazil, as well as an energy culture of extreme importance. The objective of this study was to compare changes in soil physical and chemical analyzes after application, being a control. The biofertilizer was prepared exclusively for the application of the study, having two stages of preparation (solid and liquid) with a total duration of 45 days to the end of the production. The application was performed with dosages of 0, 25, 50, 75 and 100% for the 500 millimeters measurement, the remainder being filled with water. Five plants of maize were irrigated with each compound, where each plant received the amount of 500 ml in the irrigation. These occurred in the pre-planting (directly on the soil) and after every five days. The phytotechnical parameter (plant height) was analyzed, and the soil samples collected were 0 - 20 centimeters, and an amount of each plant pit was collected, where the five samples of each dosage value were mixed resulting in single material for analyze. With these samples, physical and chemical analyzes of the soil were carried out.

KEY WORDS: Soil, biofertilizer, analyzes.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
	2.1. Biofertilizantes	10
	2.1.1. Composição Química	12
	2.1.2. Composição Microbiológica	13
	2.1.3. Métodos de Utilização	14
	2.1.4. Efeito Nutricional	15
	2.2. Cultura do Milho	16
	2.3. Rocha Basalto	17
	2.4. Serapilheira	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS	20
	3.1. Caracterização do Local do Experimento	20
	3.2. Preparo do Composto	20
	3.3. Análise do Composto	21
	3.4. Aplicação	22
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade ambiental somada à agricultura coloca as linhas de produção na busca por alternativas de manejo com tecnologias menos agressivas ao meio ambiente. Desenvolver sistemas agrícolas sustentáveis que consigam competir em qualidade e quantidade suficientes com sistemas convencionais se torna um desafio.

O uso de insumos orgânicos apresentam grandes resultados na fertilidade de solos, controle de pragas e doenças. Existem materiais que apresentam grande potencial de uso, como é o caso dos biofertilizantes que se destacam entre os principais insumos utilizados em sistemas agroecológicos (DAROLT, 2002). Porém, a variação no preparo e na aplicação das fórmulas impede sua padronização. Ainda assim, existem demonstrações claras de agricultores usando biofertilizantes em suas lavouras, no cultivo das mais diversas culturas.

Segundo Lopes e Medeiros (2006) os efeitos dos biofertilizantes no controle de pragas e doenças de plantas tem sido bem evidente, sendo que os efeitos fungistático, bacteriostático e repelente sobre insetos foram comprovados.

Ainda existem muitas dúvidas sobre as formulações e métodos de produção mais adequados para os biofertilizantes. Segundo Ribeiro et al. (2011), a essência da agroecologia está no conhecimento camponês, que não deve ser ignorado e sim contribuir com a ciência. Frisando que “a valorização desses conhecimentos não desautoriza os achados do método científico clássico, ao contrário, considera a grande importância das duas fontes e a relação positiva entre elas” (EMBRAPA, 2006). O aprofundamento de pesquisas sobre este assunto tem permitido maior percepção quanto às dosagens para diferentes tipos de culturas; possíveis resíduos microbiológicos deixados na planta; o manejo e uso como fertilizante e sua influência na produtividade das culturas.

Não existe padronização para a produção de biofertilizantes. Várias receitas vêm sendo testadas, embasadas no uso de componentes minerais para o enriquecimento do meio de cultivo (LOPES e MEDEIROS, 2006).

O modelo pautado no uso de insumos externos com base no emprego de combustíveis fósseis, mesmo sendo os modelos mais praticados nos trópicos, além do custo elevado, tem intrinsecamente elevado grau de externalidades negativas,

sendo poluidor do ambiente, em especial de mananciais hídricos e também apresenta altos riscos econômicos e sociais para o produtor.

O uso de agrotóxicos pode seguir rotas diferentes do meio aplicado, independentemente do modo de aplicação atingir o solo e as águas. A contaminação dos lençóis freáticos ocorre por meio de lixiviação da água e da erosão dos solos, e também superficialmente pela comunicação entre os sistemas hídricos, contaminando áreas distantes do local de aplicação. A vulnerabilidade dos aquíferos associada às práticas agrícolas oferece um grande nível de impactos negativos, tornando a água imprópria para consumo (BOHNER, ARAÚJO, NISHIJIMA, 2013).

Lopes e Medeiros (2006) citam pesquisas que verificaram a propriedade coloidal de um biofertilizante responsável pela aderência do inseto sobre o tecido vegetal, destacaram os efeitos como repelente de pulgões e mosca-das-frutas. Também citaram trabalhos que verificaram composto a base de conteúdo de rúmen bovino que reduziu a fecundidade, período de oviposição e longevidade de fêmeas do ácaro-da-leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis*, sendo pulverizado em diferentes concentrações, sendo que o contato direto e residual agiu de forma sinergicamente comprovada com o *Bacillus thuringiensis* e o fungo *B. bassiana*, reduzindo a viabilidade dos ovos e sobrevivência das larvas do bicho-furão-dos-citros.

Este trabalho tem como objetivo analisar as características físicas e químicas do solo após a aplicação do biofertilizante sobre a cultura de milho. A fim de enriquecer as pesquisas na área, visto que não existe padronização para o preparo e execução de aplicação todo e qualquer conhecimento sobre os efeitos, benefícios ou mesmo agravantes é necessário para somar ao que já se tem conhecimento pela literatura atual.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Biofertilizantes

Definidos como os resíduos de biodigestores, obtido da fermentação de materiais orgânicos. Além de serem importantes fontes de macro e micronutrientes, contêm substâncias com potencial de funcionar como defensivos naturais, produtos não tóxicos e de baixa agressividade ao homem e à natureza, sendo eficientes no combate e como repelente a insetos, pragas e microrganismos nocivos, possuem baixo custo e simplicidade quanto ao manejo e a aplicação. Vários tipos de biofertilizantes são utilizados, podendo ser obtidos da mistura de diversos materiais orgânicos com água, enriquecidos ou não com minerais. É um adubo orgânico líquido produzido de maneira anaeróbico ou aeróbico com base em misturas de materiais orgânicos, minerais e água.

No Capítulo I das disposições preliminares do Ministério da Agricultura no Decreto nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982, traz pela primeira vez na legislação a palavra biofertilizante, definido como sendo um produto que contenha princípio ativo ou agente capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou partes das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade (PARANÁ, 1997).

A legislação nada mais fez que oficializar uma mistura que engenheiros agrônomos e técnicos reconhecem como sendo um excelente insumo agrícola. A legislação brasileira está vigente há muitos anos, devido a isto necessita de revisões para sua atualização. Em relação aos biofertilizantes, a mesma não contempla atributos como a qualidade do produto, aspectos técnicos e garantias mínimas de nutrientes, logo não sugerem uma padronização dos mesmos (KIEHL, 1985).

O uso de biofertilizante é uma alternativa de baixo custo e ambientalmente sustentável para a ciclagem de nutrientes originalmente retirados das plantas, contribuindo para melhorar propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (WU et al., 2005).

Os biofertilizantes atuam como fonte suplementar de micronutrientes e de componentes específicos, embora seus efeitos não sejam totalmente estudados, ao que tudo indica estimulam a resistência das plantas ao ataque de pragas e agentes de doenças. Atua no controle de alguns fitoparasitas por meio de substâncias com

ação fungicida, bactericida e/ou inseticida, e tem efeito na promoção de florescimento e de enraizamento de algumas plantas cultivadas.

Tem destaque por serem de alta atividade microbiana e bioatividade, alcançando maior produção e resistência da planta contra o ataque de agentes externos (pragas e doenças). Além disso, quando aplicados atuam na nutrição sobre o metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes no solo. Tendo a vantagem de serem de baixo custo e podem ser fabricados na propriedade pelo próprio agricultor. Estudo realizado por Lopes et al. (2005) sobre a produção de alface em solo tratado com doses crescentes de lodo de esgoto como principal fonte de matéria orgânica, demonstrou crescimento da parte aérea e aumento de massa fresca nas folhas verificando que eram estatisticamente superiores ao controle.

A reciclagem de resíduos orgânicos, visando o seu reaproveitamento como fonte alternativa para a produção de biofertilizantes, é uma medida estratégica sob o ponto de vista ambiental e conveniente quando economicamente viável (FERNANDES e TESTEZLAF, 2002).

A produção é decorrente do processo de fermentação, proveniente da atividade de microrganismos na decomposição de matéria orgânica e complexação de nutrientes. Com isso, devem ser analisados os riscos decorrentes da sua utilização, ressaltando para a fonte de matéria orgânica utilizada, não descartando a possibilidade de contaminação por metais pesados e ou microrganismos patogênicos o que conseqüentemente pode causar danos à saúde humana. Segundo Bourn e Prescott (2002) não existem evidências de que alimentos orgânicos são mais suscetíveis a contaminações microbiológicas.

Darolt (2006) menciona trabalhos da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais que afirmam que a fermentação aeróbica pode ser levada a efeito com substratos orgânicos e inorgânicos. Quando substratos orgânicos são utilizados, a degradação dos mesmos pode ser completa ou incompleta. Na fermentação aeróbica completa, o substrato orgânico é totalmente degradado para dióxido de carbono e água. Na fermentação aeróbica incompleta, os substratos orgânicos são parcialmente oxidados, liberando os produtos dessas oxidações no meio.

Os trabalhos mencionados por Darolt (2006) apresentam relatos que a fermentação anaeróbia pode ser considerada como um processo de três estágios. No primeiro compostos orgânicos insolúveis são transformados por meio de hidrólise

enzimática em compostos orgânicos solúveis de cadeia de carbono mais curta, devido à ação de microrganismos. Os compostos solúveis formados constituem-se em substratos para os microrganismos do segundo estágio, quando são transformados em ácidos orgânicos, principalmente o acético de cadeias com até 6 átomos de carbono. No terceiro estágio ocorre a formação de metano. As bactérias metanogênicas utilizam o ácido acético do estágio anterior para produção desse gás.

A partir destes que são os princípios de produção de todos os tipos de biofertilizantes, existem várias maneiras de se aumentar a concentração de nutrientes, originando assim os biofertilizantes enriquecidos. O processo de enriquecimento pode se dar com a adição de cinza de madeira ou cinza de casca de arroz, urina de vaca, plantas trituradas, frutas, farinha de rochas naturais, leite, esterco bovino e de aves ou macro e micronutrientes concentrados (TIMM et al, 2004).

Os fertilizantes são fontes de nutrientes, sem os quais as plantas não completam seu ciclo e morrem. Desta forma na falta dos nutrientes necessários à planta, a adubação se faz necessária e o biofertilizante é uma das alternativas usadas pelo agricultor (CAMARGO, 2012).

A produção de biofertilizantes tem contribuído para a otimização do aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar. No entanto, torna-se necessário que este processo seja utilizado com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (TIMM et al, 2004).

2.1.1. Composição Química

Segundo Pinheiro e Barreto (1996), os metabólitos resultantes do processo fermentativo, como enzimas, coenzimas, co-fatores (metaloporfirinas, citocromos, vitaminas, etc.) ativam e catalisam as reações biológicas das plantas superiores.

Assim dizendo o biofertilizante é o resultado de um fermentado por microrganismos e tem como base a matéria orgânica, possui em sua composição quase todos os nutrientes, que pode variar dependendo muito diretamente da matéria-prima a ser fermentada. Por isso a concentração da solução, a mistura da

matéria-prima e dos minerais e o pH deverão ser compatíveis, para que quimicamente o produto final seja benéfico e não cause danos a planta.

Segundo Marrocos et al. (2012), a condutividade elétrica dos biofertilizantes é muito influenciada por sua composição química e também pelo maneira que é preparado. Silva et al. (2007), utilizando biofertilizante bovino em meio anaeróbio descrevem que o mesmo apresentou condutividade elétrica maior que o observado ao final do trabalho.

No que diz respeito à parte analítica de sua composição, o biofertilizante apresenta macro e micronutrientes assimiláveis pelo vegetal, tais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, sílica, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês. O seu pH pode variar de 7,0 a 8,0 e poderá também ser inferior quando a fermentação for incompleta (SANTOS, 1992 apud DAROLT, 2006).

Em pesquisa realizada por Ambrosio et al. (2012), as características químicas avaliadas apresentaram efeito significativo quanto a interação de tempo pela decomposição e as fontes de esterco escolhidas. Relataram diferença em relação ao pH no período de composição e também variação na condutividade elétrica, influenciada pela composição química e pelo modo de preparo. Nas análises químicas os biofertilizantes evidenciaram diferença significativa nos teores de K, N, P e Ca.

2.1.2. Composição Microbiológica

A comunidade microbiana existente nos biofertilizantes é muito variável e depende basicamente do processo aeróbio ou anaeróbio e do substrato utilizado na sua produção (BERNARDO; BETTIOL, 2010). Observa-se um elevado número de bactérias e leveduras, a presença deste microrganismos é interessante uma vez que estão associados a produção de substâncias bacteriostáticas e fungistáticas, tornando assim o biofertilizante ativo quando colocado em ambiente aeróbico (SANTOS, 1992).

A liberação de metabólitos pelos microrganismos, tais como antibióticos e hormônios é de grande importância para o desenvolvimento da planta. Há relatos de isolamento da bactéria *Bacillus subtilis* a partir de um biofertilizante, um microrganismo reconhecidamente produtor de antibióticos. Está entre os gêneros

mais utilizados para biocontrole, segundo Shoda (2000) outra vantagem importante do *Bacillus* é o seu rápido crescimento em meio líquido com ausência de patogenicidade da maioria das espécies. Além disso, também pode-se identificar a presença de ácido indol-acético e giberelinas (fito-hormônios) e cofatores nos biofertilizantes, substâncias estas que atuam como precursores estimulantes no metabolismo da planta.

A fonte de substrato e o tempo de decomposição utilizado na produção são fatores determinantes na composição da comunidade microbiana. Marrocos(2012) ao avaliar a composição microbiológica em diferentes estágios de decomposição, observou que o esterco de galinha favoreceu uma elevada população de microrganismos totais (bactérias, fungos e actinomicetos) em relação ao de bovino. Segundo Black (2002) as bactérias são as mais preponderantes, o que não ocorre com os fungos, pois estes últimos por apresentarem menor competição acabam sendo desfavorecidos.

2.1.3. Métodos de Utilização

O biofertilizante no estado líquido pode ser utilizado de diversas maneiras, porém a mais eficaz é através de pulverização nas folhas, obtendo efeito mais rápido. Nas pulverizações, o biofertilizante deverá cobrir totalmente as folhas e ramos, chegando ao ponto de escorrimento, para um maior contato do produto com a planta (SANTOS, 1991; SOUZA e RESENDE, 2003).

Outra técnica é a utilização no tratamento de sementes sexuadas e selecionadas ao nível de campo para plantio, onde as sementes são mergulhadas em biofertilizante líquido concentrado por um período de um a dez minutos, secas à sombra por duas horas e plantadas em seguida. As sementes tratadas desta maneira não devem ser armazenadas, pois podem perder a sua capacidade de germinar e tornar-se inviáveis para o plantio (SANTOS, 1991; SOUZA e RESENDE, 2003).

O biofertilizante também pode ser utilizado em pulverizações de mudas, na rega de canteiros de germinação para promover expurgo do solo utilizado, possuindo efeito bacteriostático quando aplicado puro (SANTOS, 1992; SOUZA e RESENDE, 2003). Sendo esta técnica a escolhida para a execução do estudo: o

biofertilizante foi aplicado diretamente no solo antes do plantio das sementes, sendo assim também nas demais aplicações pós-plantio.

A parte sólida que fica retida na peneira no processo de filtragem é uma excelente fonte de matéria orgânica e de nutrientes que podem ser aplicados no solo (SANTOS, 1992; BETTIOL et al, 1998; SOUZA e RESENDE, 2003).

2.1.4. Efeito Nutricional

Grande parte dos estudos sobre o efeito nutricional de biofertilizantes faz comparativos de teores nutricionais e outros elementos entre o sistema orgânico e o sistema convencional. A comparação é difícil se comparados pelo princípio dos hábitos de consumo e estilo de vida dos seres humanos. Consumidores orgânicos que apresentam hábitos de vida mais saudáveis certamente teriam uma saúde mais equilibrada. Mas pode-se dizer que a qualidade de vida não esteja diretamente associada as questões nutricionais, ou mesmo aos produtos orgânicos, mas sim seus hábitos alimentares e seu estilo de vida (CERVEIRA e CASTRO, 1999; DAROLT, 2002).

Para Santos (1991) em um estudo realizado em unidades de observação, sobre os efeitos nutricionais, fungicida e inseticida do biofertilizante, aplicado via foliar e em diferentes concentrações (20, 30, 40, 50 e 100% puro) em lavouras de citros e maracujá, demonstrou a viabilidade de uso do biofertilizante a nível de campo, com o aumento da produção, produtividade, tolerância às doenças fúngicas e o controle das principais pragas de cada lavoura, sem o uso de agrotóxicos. Bettiol et al (1998) verificaram que mudas de tomate e de pepino pulverizadas com biofertilizante apresentaram maior vigor. Foram verificados também, os efeitos positivos do biofertilizante na cultura da alface, quando tratadas, semanalmente, com um extrato aquoso de composto de gado bovino e de galinha (McQUILKEN et al, 1994).

Nestes e em outros experimentos, além do efeito nutricional conhecido, os biofertilizantes apresentam sempre efeitos de ação fungistática e bacteriostática sobre fitopatógenos, aumentando a resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças, comprovado por pesquisadores da Embrapa (BETTIOL, 1998).

Williams (2002) fala sobre um estudo comparativo entre as composições de nutrientes produzidos organicamente e de forma convencional e sobre produtos de origem animal. Onde se observa uma tendência na redução do teor de nitratos e aumento no teor de vitamina C em alimentos orgânicos. Na produção animal, mesmo com poucos estudos para a comparação, se confirma o fato de uma alimentação orgânica trazer benefícios a saúde do animal, destacando-se a área reprodutiva. Constatação observada também por Kouba (2002), em revisão de alguns trabalhos observou que produtos animais de origem orgânica apresentam menor quantidade de resíduos de agrotóxicos, medicamentos e antibióticos.

Mas Bourn e Prescott (2002) confirmam que com o possível excesso de nitrato e do teor de matéria seca elevado, não existem evidências fortes que apontem a diferença entre alimentos orgânicos e convencionais.

2.2. Cultura do Milho

É um dos principais cereais cultivados mundialmente, fornecendo produtos para alimentação humana e animal, sendo fonte de matéria prima para a indústria. Ocupa posição significativa na economia brasileira, devido o valor de sua produção agropecuária, sobre a área cultivada e o volume produzido (GLAT, 2002).

O milho pertence à família *PoaceaeZeasspmays*, é o único táxon domesticado – utilizado na alimentação humana ou ração animal. É uma monocotiledônea de caule delgado, pode chegar a dois metros de altura, seu fruto é cilíndrico, com grãos inseridos em fileiras no sabugo que formam a espiga, revestido por um pericarpo (EMBRAPA, 2003).

Têm sua origem nas Américas, sendo levado como planta ornamental para Europa logo após seu descobrimento, até ser reconhecido seu valor alimentício. Atualmente, é o cereal mais produzido mundialmente, com alto teor de carboidratos contendo em sua composição micronutrientes como: ferro, fósforo, potássio e vitaminas como B₁ e E.

A produção de milho no Brasil é realizada em duas épocas no ano. No verão – primeira safra, realizada na época tradicional durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na região Sul, até outubro/ novembro no Sudeste e Centro-Oeste (no Nordeste ocorre no início do ano). O plantio de safrinha é referente ao milho sequeiro, plantado de fevereiro a março (CRUZ et al, 2013).

Segundo Coelho (2013) a extração de N, P, K, Ca e Mg aumenta linearmente conforme o aumento da produtividade da cultura, e que as maiores exigências nutricionais do milho referem-se a N e K, seguidos de Ca, Mg e P. As quantidades requeridas em relação aos micronutrientes são muito pequenas, porém a deficiência de algum elemento pode ter efeito tanto na desorganização de processos metabólicos como na redução da produtividade.

Segundo Cruz e Pereira Filho (2005) uma característica importante a ser observada no plantio de uma cultivar é a densidade. No milho a densidade ideal é em função do equilíbrio entre a disponibilidade hídrica e nutrientes.

A cultura do milho têm boas respostas à adubação orgânica, aumentando sua produtividade quando utilizado esterco de animais, compostos orgânicos, húmus de minhoca e biofertilizantes (SANTOS, 1992).

2.3. Rocha Basalto

Segundo Potsch (1954, apud SCHIAVON et al., 2007) os basaltos são rochas vulcânicas abundantes em todo o planeta, formam extensos derrames de lava em diversas regiões. Está classificado na categoria de rochas ígneas, que são formadas por resfriamentos seguido da solidificação do magma, que é constituído principalmente por óxidos de silício, alumínio, ferro, cálcio, magnésio, sódio e potássio. O basalto têm em sua composição básica minerais silício, alumínio e ferro, na forma de piroxênios (augita), plagioclásios (labradorita) e magnetita.

A simplicidade no processamento deste material o torna barato. É utilizado principalmente como produtos moldados como lajes, tubos, aplicações que requerem resistência à abrasão, altas temperaturas e ambientes químicos. Há pouca utilização na forma de fibras, podendo substituir o amianto em diversas aplicações (MILITKÝ et al., 2002).

Na busca por um fertilizante que ofereça macro e micronutrientes, e principalmente que seja de baixo custo, muitas alternativas têm sido testadas. Entre elas está a rocha de basalto, que oferece além de todas as características citadas o aumento do pH do substrato (KNAPIK, 2005).

A moagem da rocha de basalto para aplicação na agricultura como fonte de nutrientes é uma prática antiga, que tem registros de seu início com os trabalhos de

Missoux e Hensel. Atualmente, a utilização de rochas disponíveis nas proximidades das áreas de produção agrícola que possuem potencial de nutrientes à oferecer, com baixo custo, tem sido estudada (VAN STRAATEN, 2006).

O uso do pó de rocha é considerado uma das alternativa ecológica para reposição de nutrientes no solo de áreas agrícolas, sendo adquirido do beneficiamento simples de minerais, possui solubilidade mais lenta, disponibilizando nutrientes para as plantas por um período mais longo que os fertilizantes convencionais (THEODORO; LEONARDOS, 2006).

Segundo Van Straate (2006), em clima tropical o uso de pó de rocha tem grande potencialidade. Já que as taxas de dissolução dos minerais e a reação entre o mineral e o solo aumentam sob alta temperatura e umidade alta.

Os benefícios pela aplicação de pós de rocha que se destacam são o lento fornecimento de macro e micronutrientes, aumento da disponibilidade desses nutrientes nos solos de aplicação, aumento de reserva nutricional e reajuste do pH do solo (MELAMED et al., 2007).

Segundo Luchese et al. (2002), a liberação de nutrientes por meio do uso de pó de rocha depende do tipo de rocha e da superfície de contato, sendo que quanto menor a partícula mais rápida será a reação química que disponibiliza nutrientes. O uso de rochas na fertilização é uma alternativa viável em termos econômicos e ecológicos, por possuir um processo simples sem envolver qualquer atividade de teor químico, envolvendo apenas a moagem de rochas, fornecendo nutrientes de maneira gradual que diminuem conforme a lixiviação, sendo uma ação de longo prazo do produto aplicado (LEONARDOS et al., 2000).

2.4. Serapilheira

Segundo Costa et al. (2010), a serapilheira exerce inúmeras funções na manutenção do equilíbrio e da dinâmica dos ecossistemas, atingindo toda a superfície do solo nos ambientes florestais, é composta por folhas, ramos, órgãos reprodutivos e detritos.

A formação da serapilheira depende da quantia de resíduo orgânico despejada da parte aérea das plantas e da taxa de decomposição desses resíduos. A queda das folhas fazem parte de um sistema de transferência de nutrientes da

fitomassa vegetal para o solo. Este processo está associado à fisiologia de cada espécie, dependendo também de estímulos provenientes do ambiente, como o fotoperíodo, temperatura e estresse hídrico. O solo tem participação neste processo por sua disponibilidade de água e nutrientes para a produção de biomassa que contribui na deposição de resíduos orgânicos (ANDRADE et al., 2003). A produção da camada de serapilheira está ligada diretamente ao controle da quantidade de nutrientes que retorna ao solo e seu acúmulo está ligado com a atividade decompositora de microrganismos, como também ao grau de perturbação dos ecossistemas (BRUN et al., 2001; FIGUEIREDO FILHO et al., 2003; VITAL et al., 2004; FERNANDES et al., 2006.)

O processo de formação e decomposição da camada de serapilheira é essencial para a reativação da ciclagem de nutrientes entre plantas e o solo, formando um novo horizonte pedológico, fornecendo condições adequadas para restabelecer a vegetação. A serapilheira também exerce função para proteger o solo dos agentes erosivos, fornece matéria orgânica e nutrientes para organismos do solo e das plantas, interferindo na manutenção e melhorias do solo e na produção vegetal (ANDRADE et al., 2003).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização do Local do Experimento

O estudo foi realizado em propriedade localizada no município de Ramilândia, Paraná, nas coordenadas geográficas 25° 07' 13" latitude S e 54° 01' 31" longitude W de Greenwich, com altitude aproximada de 580 m (IBGE, 2016).

O clima da região é caracterizado como Subtropical Mesotérmico (Cfa), com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A temperatura média no mês mais frio é inferior a 18°C e a média para o mês mais quente é acima de 22°C (CAVIGLIONE et al., 2017).

Nesta região as ordens dos solos predominantes são Nitossolos e Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2012).

3.2. Preparo do Composto

Houve uma etapa sólida e uma etapa líquida até a finalização do processo, levando 45 dias para que o produto ficasse pronto.

A primeira etapa caracterizou-se pelo estado sólido do fertilizante, preparado a partir de 01 bombona de 50L de folhas e madeiras em decomposição provenientes de mata (serapilheira). A este material foi adicionado a mesma medida de farelo de trigo; 0,5 kg de açúcar mascavo; 0,5 kg de pó de basalto; 0,5 L de leite para acelerar o processo metabólico, sendo produzido de forma anaeróbica. Todos os ingredientes foram misturados e acrescentou-se água até ficar levemente úmido (40 – 50% de umidade). O material permaneceu armazenado na bombona coberto com plástico escuro para evitar a entrada de luz e ar. Na primeira etapa a fermentação foi de 30 dias em local coberto.

Na segunda etapa o biofertilizante é caracterizado pelo estado líquido. A mistura da fase anterior resulta em material sólido com odor e textura semelhantes a silagem de milho. O material foi depositado em uma bombona de 150L onde foi acrescentado 20 L de água; 1 kg de farelo de trigo; 2 kg de melaço e 2 L de água. A mistura ficou armazenada até o início da fermentação, onde foi completado espaço

no recipiente da bombona com água. O material permaneceu armazenado por mais 15 dias antes da primeira aplicação. O produto final foi filtrado, a parte sólida foi aplicada no solo de plantio de árvores frutíferas.

Todos os métodos utilizados neste procedimento e a receita para o preparo do composto foram desenvolvidos por praticantes de agricultura familiar.

Foi coletada a amostra do biofertilizante após a maturação de 45 dias. A coleta foi realizada em garrafa plástica estéril e transportada ao laboratório para realização da análise.

3.3. Análise do Composto

Para as análises químicas do biofertilizante foram utilizadas amostras depois de concluída a fermentação no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental da Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon. Os teores de fósforo foram obtidos por colorimetria e os de potássio, por fotometria de chama, o pH foi obtido em CaCl_2 e os nutrientes por absorção atômica.

Foram coletadas cinco amostras de solo, uma de cada tipo de aplicação, incluindo a testemunha. Cada amostra foi identificada conforme o tratamento recebido, sendo composta por 5 porções de solo referente aos locais de aplicação das dosagens de biofertilizante. Nas amostras foram analisados a presença de nutrientes e fertilidade do solo mostrado pelo índice de saturação de bases.

As amostras foram submetidas à teste físicos e químicos. Os resultados da soma de bases (mol/ dm^3) foram submetidos ao teste de variância.

Os teores de cálcio e magnésio foram determinados pela solução extratora KCl 1N, potássio foi determinado utilizando-se o Mehlich – I (0,05N de HCl + 0,02 5N de H_2SO_4). A acidez potencial (H + Al) foi obtida por extração com acetato de cálcio 1N a pH 7,0.

A partir disso foram obtidos os seguintes parâmetros: soma de bases ($\text{SB} = \text{Na} + \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg}$), capacidade de troca de cátions ($\text{CTC} = \text{SB} + \text{H} + \text{Al}$) e porcentagem de saturação de bases ($\text{V} = (\text{SB}/\text{CTC}) \times 100$).

3.4. Aplicação

As plantas de milho foram cultivadas em campo aberto, em cinco fileiras com cinco exemplares cada. A primeira aplicação do biofertilizante foi em pré-plantio, em seguida foi aplicada a cada cinco dias.

A aplicação foi realizada com cinco repetições, considerando as cinco concentrações do biofertilizante (0, 25, 50, 75 e 100%). Utilizado 500 ml de composto por exemplar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O biofertilizante produzido a base de serapilheira e pó de basalto apresentou variabilidade de nutrientes. Demonstrando grande disponibilidade de alguns elementos em relação a outros.

Tabela 1. Composição química do biofertilizante após a fermentação
AMOSTRA

Descrição Amostra	ANÁLISES								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
	mg L ⁻¹								
A-1	54,60	3,03	153,50	133,50	59,50	0,03	0,41	2,67	17,20

Os valores médios dos componentes químicos presentes no biofertilizante a base de serapilheira e pó de basalto estão apresentados na Tabela 1, apresentando variabilidade nos componentes encontrados.

Tabela 2. Conteúdo de Cálcio, magnésio, alumínio, potássio e pH do solo após o tratamentos com biofertilizantes

DOSAGEM	Ca	Mg	Al	K	pH em CaCl ₂
	cmol/dm ³				
0%	5,33	1,64	0,03	0,62	4,67
25%	5,51	1,66	0,13	0,58	4,81
50%	4,46	1,68	0,06	0,58	4,85
75%	6,48	1,36	0,12	0,57	4,90
100%	7,79	1,61	0,10	0,59	4,80

Franchini et al. (2003) constataram que o sistema de acúmulo de resíduos orgânicos, onde cátions polivalentes (Ca, Mg e Al) tem preferência na lixiviação do solo em relação aos monovalentes (K). Esta preferência pode ser explicada pela carga nula ou negativa dos complexos orgânicos que são formados entre ânions orgânicos provenientes do extrato de plantas e os cátions polivalentes. Desta forma a grande quantia de K resultado da decomposição dos resíduos orgânicos, estando presente na troca de solo e satisfazendo as cargas geradas pelo aumento do pH e lixiviação de Al, ajudando na manutenção de complexos entre os compostos orgânicos e Ca e Mg. No entanto, em sistemas com baixo acúmulo de resíduos orgânicos, preferencialmente a lixiviação é para K, em relação a Ca e Mg, pois o K

fica mais livre em solução devido a menor força de adsorção, consequência de sua menor valência e maior constante de associação com ânions inorgânicos. Nos resultados das análises químicas todas as amostras apresentaram níveis de Ca e Mg maiores que a presença de K como mostra a Tabela 2.

O aumento de matéria orgânica (MO) no solo dificulta a ação de microrganismos devido o menor contato com o solo em virtude tem-se uma decomposição mais lenta. Isso causa também o grande acúmulo de resíduos, o que pode gerar produção contínua de compostos orgânicos de baixa massa molecular, resultando na fertilidade a longo prazo não apenas na decomposição. As amostras de solo das dosagens apresentaram algumas variações, sendo a de dosagem de 50% com menor índice de MO (30,29 g/Kg) e a maior na dosagem de 100% (45,37 g/Kg).

Autores como Bayer et al. (2003) e Silva e Mendonça (200) afirmam que a retirada da vegetação natural de uma área para a implementação de sistemas agrícolas diminuem os teores de carbono orgânico total (COT), causado pela diminuição do aporte de resíduos orgânicos. Esse fator altera a dinâmica da matéria orgânica do solo, o que pode levar a uma rápida redução do seu teor (Araujo et al., 2004; Assis e Lancas, 2005).

Tabela 3. Conteúdo de Carbono e matéria orgânica do solo após o tratamentos com biofertilizantes

DOSAGEM	C (g/ dm ³)	MO (g/Kg)
0%	19,70	33,96
25%	21,00	36,20
50%	17,57	30,29
75%	23,75	40,85
100%	26,38	45,37

O tempo de aplicação do biofertilizante não apresentou alterações significativas nos teores de COT, mas houve diferença nos valores de carbono e de matéria orgânica conforme o aumento da dosagem do composto (Tabela 3). A quantia de matéria orgânica presente no solo é considerada por muitos pesquisadores como o principal agente de estabilização dos agregados do solo (Souza et al., 2005; Mielniczuk, 2008; Souza et al, 2009).

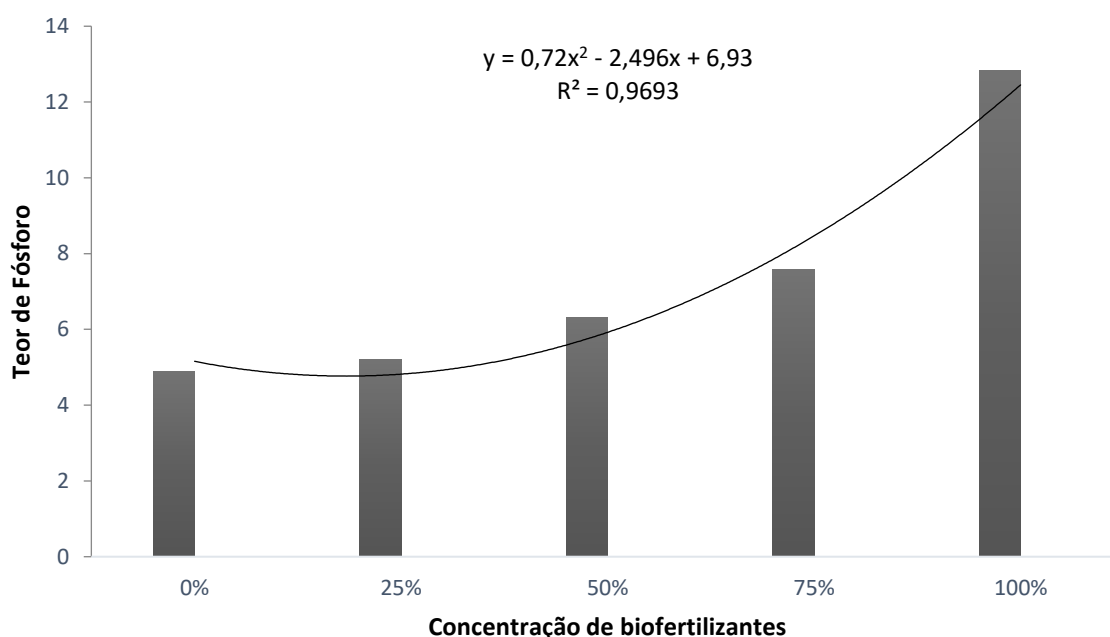


Figura 1. Teores de fósforo em amostras de solo tratadas com diferentes concentrações de biofertilizantes.

O fósforo (P) pode ser encontrado na fase líquida e também na fase sólida no solo, pode estar adsorvido ou complexado com Ferro (Fe) e Alumínio (Al), também com o Cálcio (Ca) e matéria orgânica, ou mesmo livre na solução do solo (Anghinoni e Bissani, 2004). Os níveis de fósforo apresentaram aumento conforme o aumento da dosagem aplicada como mostra a Figura 1.

Os índices de fósforo (P) ainda permaneceram baixos mesmo com o aumento nos valores de seu teor. Podendo ser ocasionado pela presença de pó de basalto na composição do biofertilizante utilizado, sendo que este possui sílica que diminui a fixação do elemento tanto em plantas como no solo. Por sua vez, o pó de basalto apresenta liberação lenta de nutrientes, o que pela aplicação a curto prazo mostrou alteração nos resultados das análises mas apresentaram baixa significância quando submetidos ao teste de variância.

Tabela 4. Composição do solo após o tratamentos com biofertilizantes

DOSAGEM	Argila	Areia	Silte
	Tipo de solo: 3 – Muito argilosa		
0%	61,45	17,70	20,85
25%	64,35	17,10	18,55
50%	63,10	18,80	18,10
75%	53,75	23,75	22,50
100%	51,25	25,00	23,75

Oliveira et al. (1986) afirmam que o efeito dos biofertilizantes sobre as propriedades físicas do solo é capaz de reduzir a coesão das partículas do solo, tornando-o mais solto. Com isto haveria melhoria nas condições de arejamento e na circulação de água no solo, proporcionando a planta melhoria no desenvolvimento de suas raízes. Os resultados das análises físicas das amostras de solo apresentaram alteração conforme o aumento da dosagem do biofertilizante.

Nas análises físicas os valores do teor de argila, areia e silte tiveram alteração. Com o aumento da porcentagem do composto nas dosagens os valores para areia e silte aumentaram em relação à argila. As últimas dosagens apresentavam concentração maior do biofertilizante que possuía em sua composição pó de basalto que teria ocasionado tal diferenciação.

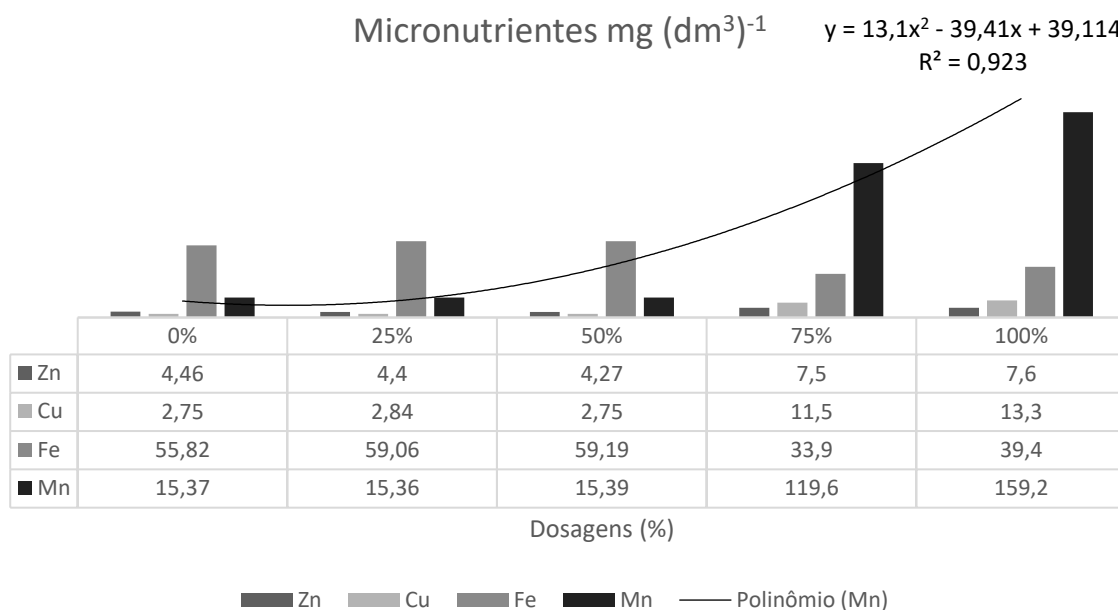


Figura 2.

Em relação aos micronutrientes, os resultados também apresentaram variações conforme a dosagem como apresentado na Figura 2.

Tabela 5. Composição do solo após os tratamentos com biofertilizantes

Tratamento	pH (H ₂ O)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H+Al ³⁺	SB	CTC	V (%)
0%	5,28	36,04	11,09	4,19	7,20	7,59	14,79	51,32
25%	5,40	36,86	11,10	3,88	7,20	7,75	14,95	51,84
50%	5,45	32,04	12,07	4,17	7,20	6,72	13,92	48,28

75%	4,90	40,07	8,41	3,53	7,76	8,41	16,17	52,01
100%	4,80	42,45	8,77	3,22	8,36	9,99	18,35	54,44

Os resultados de saturação de bases (V%) encontrados não mostraram diferenças significativas. O teste apresentou os resultados para $F= 0,002222$ e para F crítico= 5,192168, não apresentando significância em seus resultados.

Tabela 6. Quadro de médias, variância e significância da análise estatística de altura de planta (cm) de milho tratadas com diferentes concentrações de biofertilizante

<i>% Amostra</i>	<i>Plantas/ Aplicação</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
0%	5	117,18	372,122	2,09	<5
25%	5	124,28	68,737		
50%	5	117,88	398,257		
75%	5	107,76	465,268		
100%	5	95,58	185,312		

Os valores descritos na Tabela 6 foram submetidos a análise variância, onde está determinado não haver efeito significativo quanto ao crescimento da planta em altura. O crescimento das plantas de milho em altura obteve resultados que foram de 79 à 139,2 cm e os maiores valores numéricos foram obtidos nos tratamentos com a aplicação de 25% do composto.

5 CONCLUSÃO

Os valores resultantes nas análises físicas e químicas expressam aumento nos nutrientes e no teor de matéria orgânica, bem como alterações físicas.

Mesmo sem apresentar significância, a dosagem de 25% apresentou os melhores resultados no desenvolvimento da planta e nas análises físicas e químicas do solo em relação às demais.

A insignificância da alteração dos valores pode dar-se ao curto prazo de aplicação do composto. Para confirmação de eficácia faz-se necessária aplicação durante todo o ciclo do plantio até o período de colheita das plantas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSO, E. T.; LEYVA, M.A. P. Biofertilizantes: Alternativa Sostenible para La Producción de Tomate en Cuba. **Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)**, 2002.

AMBROSIO, M. M. Q.; CUNHA, A. P. A.; GRANGEIRO, L. C.; JUNIOR, J. N.; MARROCOS, S. T. P. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatiga**, v.25, n. 4, 2012.

ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C.A. e SILVA, A.P. Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, 2004.

ASSIS, L.R.; LANCAS, K.P. Avaliação dos atributos físicos de um nitossolo vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2005.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; SAAB, S.C. Diminuição da humificação da matéria orgânica de um Cambissolo húmico em plantio direto. **Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, 2003.

BERNARDO, E. R. A.; BETTIOL, W. Controle da pinta preta dos frutos cítricos em cultivo orgânico com agentes de biocontrole e produtos alternativos. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, 2010.

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

BLACK, J. G. Microbiologia: Fundamentos e perspectivas. **Guanabara Koogan**, 2002.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Review of Food Science Nutrition**, v42, 2002.

BRASIL ESCOLA. Milho um fruto versátil. Disponível em: www.brasilecola.com acesso em Setembro de 2017.

BRUN, E.J.; SCHUMACHER, M.V.; SPATHELF, P. Relação entre a produção de serrapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, 2001.

CAMARGO, M. S. de. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa e Tecnologia Apta Regional**, 2012.

CASTRO, C.M.; SANTOS, A.C.V.; AKIBA, F. B. Bacillus subtilis isolado do biofertilizante "Vairo" com ação fungistática e bacteriostática em alguns fitopatógenos. **EMBRAPA - CNPDA**, 1992.

CERVEIRA, R.; CASTRO, M.C. de. Perfil socio-econômico dos consumidores de produtos orgânicos da cidade de São Paulo. **Boletim Agroecológico Botucatu**, 1999.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. de. Cartas climáticas do Paraná. V. 10. Disponível em: www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597 Acesso em Novembro de 2017.

COELHO, A. M. Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha. **Campo e Negócio**, n. 130, 2013.

COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M. Análise comparativa da produção de serrapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açú - RN. **Revista Árvore**, v.34, 2010.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. A Hora da Escolha. Cultivar, Grandes Culturas, **Caderno Técnico Cultivar**, v. 7, 2005.

DAROLT, M. R. Guia do produtor orgânico: como produzir em harmonia com a natureza. **IAPAR**, 2002.

DAROLT, M. R. Agricultura Orgânica: inventando o futuro. **IAPAR**, 2002.

DAROLT, M. R. Biofertilizante: Caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface. **IAPAR**, 2002.

DAROLT, M.R. Mundo Orgânico: a cartilha da agricultura orgânica. **Itaipu**, 2006

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; LEAL, M.A A.; SCHIMIDT, L.T. Uso de biofertilizante líquido na produção de alfafa. **EMBRAPA**, 2002.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Mapa simplificado de solos do estado do Paraná, 2012.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n.1, 2002.

FERNANDES, M.M.; PEREIRA, M.G.; MAGALHÃES, L.M.S.; CRUZ, A.R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição da serrapilheira em área de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimonsacaesalpinieafolia*Benth). eandiroba (*Carapaguiensis*Aubl.) na Flona Mario Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, 2006.

FIGUEIREDO FILHO, A.; FERREIRA, G.M.; BUDANT, L.S.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição da serrapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, 2003.

FRANCHINI, J.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; TORRES, E.; MIYAZAWA, M. e PAVAN, A. Organic composition of green manure during growth and its effect on cation mobilization in an acid Oxisol. **Communication of Soil Science Plant Analysis.**, v.34, 2003.

GLAT, D. Perspectiva do milho para 2002. **Plantio Direto**, v. 69, 2002.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. **Piracicaba: Ed. Ceres**, 1985.

KNAPIK, J. G. Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa scabrella* e *Prunus sellowii* Koehne. **Universidade Federal do Paraná**, 2005.

KOUBA, M. Qualite Desproduits biologiques d'origine animale. **INRA Productions Animales**, v.15, 2002.

LEONARDOS, O.H.; THEODORO, S.H.; ASSAD, M. L. Remineralization for sustainable agriculture: A tropical perspective from a Brazilian viewpoint. **Nutrient Cycling in agroecosystems**, v.56, 2000.

LIMA, V.C.; LIMA, M.R.; MELO, V.F. Conhecendo os principais solos do Paraná: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. **UFPR/SBCS**, 2012.

LOPES, J. S.; MEDEIROS, M. B. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade Agrícola. **Revista Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, 2006.

McQUIKEN, M. P.; WIPPS, J. M.; LYNCH, J. M. Effects of water extratos of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. **Word Journal of Microbiology**, v.10, 1994.

MELAMED, R.; GASPAR, J.C.; MIEKELEY, N. Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais. **Fertilizantes: Agroindústria e sustentabilidade**, 2009.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecosistemas tropicais e subtropicais**, 2.ed., 2008.

MILITKÝ, J.; KOVACIC, V.; RUBNEROVÁ, J. Influence of thermal treatment on tensile failure of basalt fibers. **Engineering Fracture Mechanics**. v.69, 2002.

OLIVEIRA, I.P; SOARES, M; MOREIRA, J.A.A.; ESTRELA, M.F.C.; DALL'ACQUA F.M.; FILHO, O.P. & ARAUJO, R.S. Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo. **CNPAF**, 1986.

PESAGRO-RIO. Produção e pesquisa do "agrobio" e de caldas alternativas para controle de pragas e doenças. **PESAGRO**, 1998.

PRATES, H.S.; PESCE, G. Efeito de biofertilizante foliar em vinhedo afetado por declínio. **Summa Phytopathologica**, v. 15, 1989.

REDONDO, S. U. A.; SCHIAVON, M. A.; YOSHIDA, I. V. P. Caracterização térmica e morfológica de fibras contínuas de basalto. **Cerâmica** v. 53, 2007.

RESENDE, G.M. de. Características produtivas, qualidade pós colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.), sob doses de nitrogênio e molibdênio, em cultivo de verão e de inverno. **Lavras**, 2004.

SANTOS, A. C. V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, 1991.

SANTOS, A. C. V. Biofertilizante líquido: o defensivo agrícola da natureza. **EMATER**, 1992.

SHODA, M. Review: Bacterid Control of Plant Diseases. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 89, 2000.

SILVA, I.R. & MENDONCA, E.S. Matéria orgânica do solo. **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**, 2007.

SOUZA, Z.M.; BEUTLER, A.N.; MELO, V.P.; MELO, W.J. Estabilidade de agregados e resistência a penetração em Latossolos adubados por cinco anos com biossólido. **Brasileira de Ciência do Solo**. Solo, v.9, 2005.

SOUZA, Z.M.; MARQUES JUNIOR, J; PEREIRA, G.T. & SAENZ, C.M.S. Spatial variability of aggregate stability in Latosols under sugarcane. **Brasileira de Ciência do Solo**.,v.33, 2009.

THEODORO, S.H.; LEONARDOS, O.H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.78, 2006.

TIMM, P.J.; GOMES, J.C.C.; MORSELLI, T.B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Revista Ciência & Ambiente**, v. 29, 2004.

TRATCH, R. Efeito de Biofertilizantes sobre fungos fitopatogênicos. 1996. 60p. **UNESP**, 1996.

VAN STRAATEN, P. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v.78, 2006.

VARGAS, A. M. El biol: fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola. **UMSS, GTZ**, 1990.

VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona riparida. **Revista Árvore**, v.28, 2004.

Wu, S.C.; Cao, Z.H.; Li, Z.G.; Cheung, K.C.; Wong, M.H. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. **Geoderma**, v.125, 2005