

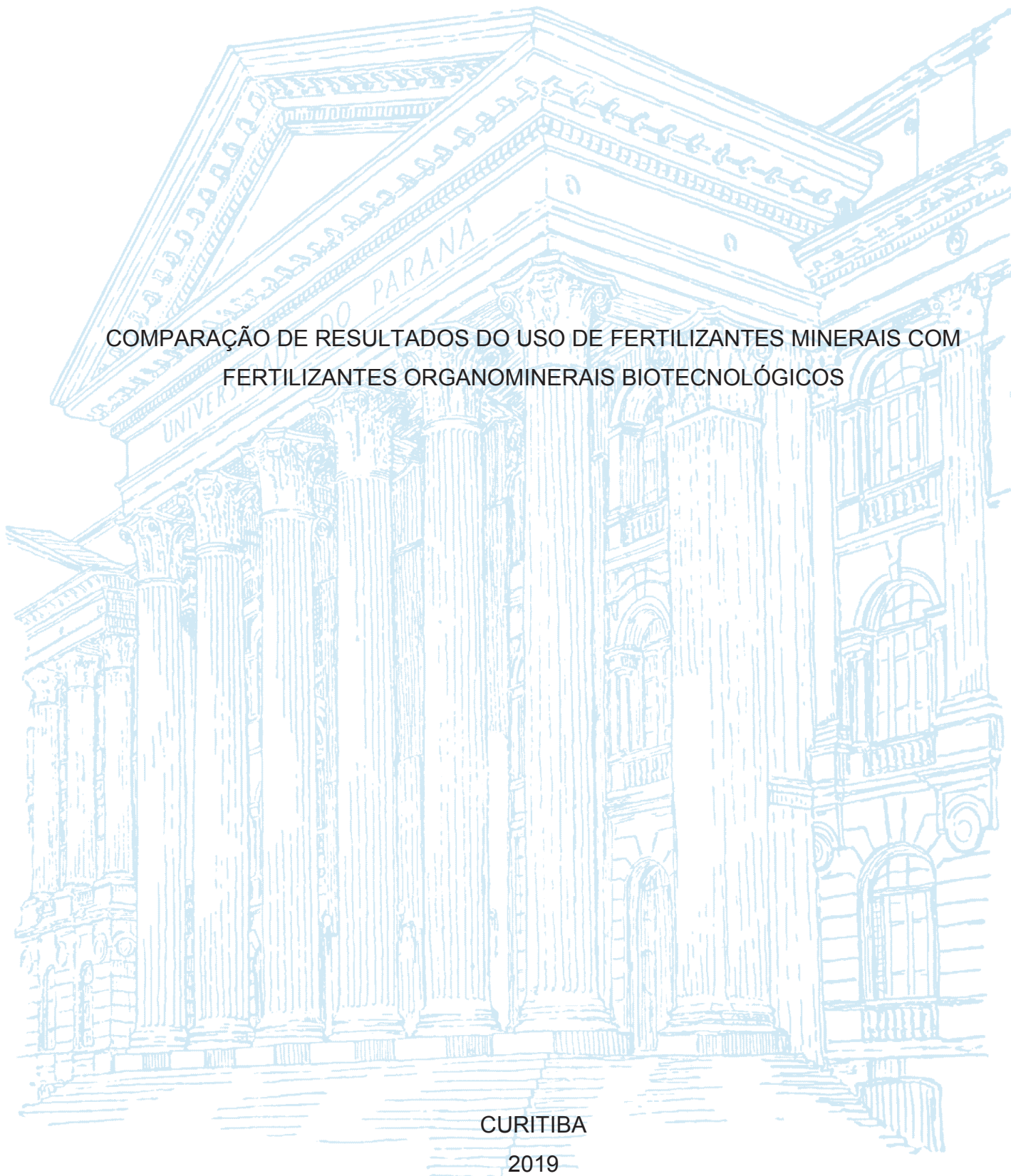
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ADSON MARCELINO DA SILVA

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS DO USO DE FERTILIZANTES MINERAIS COM
FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS BIOTECNOLÓGICOS

CURITIBA

2019



ADSON MARCELINO DA SILVA

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS DO USO DE FERTILIZANTES MINERAIS COM
FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS BIOTECNOLÓGICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Setor de Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Volnei Pauletti

CURITIBA

2019

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha esposa Cristiane M. Lopes Silva, que me incentivou e apoiou nas minhas decisões para que mais esse objetivo fosse alcançado em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado saúde e força para chegar até aqui.

Aos meus colegas de curso, que nos encontramos poucas vezes, porém ao decorrer desta trajetória compartilharam muitas experiências e conhecimentos.

Ao Professor Doutor Volnei Pauletti, pela atenção e orientação, que foram de suma importância para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu amigo Renan Uhdre, engenheiro agrônomo doutorando em genética e melhoramento de plantas, o qual me apoiou e me incentivou na realização do curso e no desenvolvimento deste.

E pela Universidade por nos proporcionar conhecimento e aprendizado através deste curso de pós-graduação.

A todos que direta e indiretamente ajudaram neste projeto.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”

(MARTHIN LUTHER KING)

RESUMO

O cenário agrícola atual apresenta como estratégia o desenvolvimento de tecnologias que minimizem os impactos ambientais e o uso de recursos naturais visando à sustentabilidade. Na agricultura o desafio é a produção em larga escala sem degradar o ambiente e atender todo o fluxo da indústria alimentícia. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo discutir e comparar os efeitos do uso de fertilizantes minerais e organominerais biotecnológicos no solo e na produtividade das espécies cultivadas. Os fertilizantes minerais são extraídos de jazidas naturais e transformados na indústria química e os sintéticos aqueles sintetizados pela indústria, como os nitrogenados. Os organominerais são compostos de uma mistura de fertilizantes minerais e orgânicos, e advém de resíduos de outros sistemas produtivos como a cama de frango. A biotecnologia encontra muitas e diferentes aplicações importantes na agricultura, sendo uma de suas aplicabilidades nos fertilizantes organominerais, conhecidos como biofertilizantes, os quais potencializam os nutrientes no solo, disponibilizam nutrientes essenciais as plantas, auxiliando no crescimento vigoroso das plantas.

Palavras-chave: Adubos, orgânico, plantações, esterco, solo.

ABSTRACT

The current agricultural scenario presents as a strategy the development of technologies that minimize the environmental impact and the use of natural resources for sustainability. Agriculture is a challenge on a large scale without degradation and at the whole flow of the food industry. In this context, the present work aims to discuss and compare the effects of the use of mineral and organomineral biotechnological fertilizers on the soil and on the productivity of the cultivated species. Fertilizers are minerals extracted from natural deposits and transformed into the chemical industry, and synthetics are synthesized by industry, such as nitrogen. The organominerals are composed of a mixture of mineral and organic fertilizers, and waste from other systems is added as a chicken bed. Biotechnology is often important in agriculture, being one of the most fertile applications of organomineral fertilizers, known as biofertilizers, potentiating nutrients in the soil, providing essential nutrients such as plants, aiding in the vigorous growth of plants.

Keywords: Fertilizer, organic, plantations, manure, soil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Porções de fertilizantes químico-mineral	17
Figura 2 - Produção de fertilizante orgânico.....	18
Figura 3 - Observação de raízes de milho em tubos de ensaio.	24
Figura 4 - Desenvolvimento radicular in vitro de plantas de milho	24
Figura 5 - Diferença entre plantas de milho não inoculadas e inoculadas	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Subdivisões dos fertilizantes minerais e orgânicos	19
Tabela 2- Vantagens e desvantagens dos fertilizantes minerais e orgânicos	20
Tabela 3 - Massa fresca e massa seca do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de $P_2 O_5$ (D2 a D5) ¹	25
Tabela 4 - Número de frutos por planta, número de frutos sadios e números de frutos imperfeitos do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de $P_2 O_5$ (D2 a D5) ¹	26
Tabela 5 - Produtividade média de frutos de tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de $P_2 O_5$ (D2 a D5) ¹	26
Tabela 6 - Produtividade ($t\ há^{-1}$) de cana-de-açúcar dos ciclos de cana-planta e 1ª cana-soca	27
Tabela 7 - Número médio de frutos e pencas na plantas de tomate	29

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

COCARI – Cooperativa Agropecuária e Industrial

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

DAP- Diamônio Fosfato

K- Potássio

KCL- Cloreto de Potássio

MAP- Fosfato Monoamônico

N- Nitrogênio

NK- Nitrogênio e Potássio

NP- Nitrogênio e Fósforo

NPK- Nitrogênio Fósforo e Potássio

P- Fósforo

PIB- Produto Interno Bruto

PK- Fósforo e Potássio

SSP- Super Simples

TSP- Super Triplo

SCRI/MAPA – Secretaria de Comércio e Relações Internacionais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

UEM – Universidade Estadual de Maringá

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UNESP – Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2. OBJETIVOS	14
1.2.1. Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 FERTILIZANTES NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	15
2.2 TIPOS DE FERTILIZANTES	17
2.3 A BIOTECNOLOGIA E A PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A agricultura no território brasileiro é marcada pelo procedimento de mecanização e expansão de suas atividades. Assim, a agricultura representa uma das atividades mais significativas para a economia do Brasil, ainda que represente pouco mais de 5% do PIB nacional na atualidade, resulta em uma soma de aproximadamente R\$ 100 bilhões em volume de exportações, juntamente com a pecuária. Conforme dados da Secretaria de Comércio e Relações Internacionais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SCRI/MAPA) entre dezembro de 2017 e novembro de 2018, o mercado apresentou alta de exportação de 5,2% na comparação com o período anterior (BRASIL, 2018).

A agricultura enfrenta diversos problemas relacionados à baixa produção, degradação ambiental e erosão do solo. Buscando uma maior produtividade e atender toda a demanda de importação e exportação, se faz de suma importância a utilização de fertilizantes nas lavouras (CAMARGO, 2012).

Segundo Rabelo (2015) o potencial produtivo do solo pode ser elevado com o uso de fertilizantes minerais, orgânicos e corretivos, porém somente os fertilizantes orgânicos possuem a capacidade de melhorar as capacidades físicas do solo.

Os adubos organominerais biotecnológicos, podem contribuir para a qualidade e sustentabilidade da produção agrícola. Estes adubos, diferentemente dos minerais apresentam maior rendimento e melhor qualidade da cultura, promove melhoria na qualidade do solo, sustentabilidade ambiental, apresenta redução de custos com adubações e proporciona maior qualidade de vida ao produtor e ao consumidor, através de menos contato com substâncias químicas. (RABELO, 2015).

Segundo Villen (2002), a biotecnologia tem muitas e diferentes aplicações importantes, sendo uma de suas aplicabilidades nos fertilizantes organominerais, os quais potencializam os nutrientes no solo, disponibilizam elementos essenciais as plantas, auxiliando no crescimento vigoroso das plantas.

Dessa forma, através de revisão bibliográfica, este trabalho visa apresentar os pontos positivos e negativos dos fertilizantes minerais e organominerais, e realizar uma análise comparativa de resultados em lavouras em que foram aplicados a utilização da biotecnologia com os fertilizantes organominerais.

1.1 JUSTIFICATIVA

Nas últimas décadas a necessidade de uma qualidade vida saudável e sustentável apresentou elevado crescimento. E ainda, o aumento populacional e as dúvidas ligadas às questões de segurança alimentar e saúde contribuíram fortemente para as preocupações ligadas à proteção dos recursos naturais, principalmente no que se refere à água e ao solo (CELERES, 2014).

Os avanços em pesquisas biotecnológicas tais como micorrizas, ectendomicorrizas, azospirilum, herbaspirilum, entre outros, aplicadas à agricultura, visam diminuir a utilização de fertilizantes com alto custo e grande potencial poluidor, e mostram que o uso de microorganismos e a biotecnologia, tornam o processo produtivo das lavouras sustentáveis e naturais com alto potencial produtivo (VILLEN, 2002).

A associação de adubos organominerais com biotecnologia é uma forma de trazer maior rendimento e melhor qualidade da cultura, promovendo melhoria na qualidade do solo, sustentabilidade ambiental, redução de custos com adubações, e ainda, proporcionando melhor qualidade de vida ao produtor e ao consumidor (OLIVEIRA et al., 2015).

Segundo Villen (2002) este fertilizante contém componentes ativos ou agentes biológicos, os quais são capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, trazendo como resultados um melhor desempenho do sistema de produção. Este autor apresenta que uma das possibilidades da biotecnologia é fornecer nitrogênio às plantas através da fixação biológica, por microorganismos, utilizando o nitrogênio existente no ar.

Dessa forma, este trabalho objetiva comparar os resultados do uso de fertilizantes minerais com a nova alternativa de interação do uso de fertilizantes organominerais e a biotecnologia na produção agrícola, visando como problemática a comparação e o resultado em plantios. Será destacado o desenvolvimento das plantas e benefícios para o solo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo do trabalho é comparar, com base na literatura disponível, os efeitos causados pelos fertilizantes minerais com os fertilizantes organominerais biotecnológico.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Destacar os tipos de fertilizantes orgânicos e minerais;
- b) Discutir os benefícios da biotecnologia na produção de fertilizantes orgânicos;
- c) Comparar os resultados da aplicação de fertilizantes minerais e os fertilizantes organominerais biotecnológicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FERTILIZANTES NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

A agricultura é uma atividade essencial para a produção mundial de alimentos. Devido ao grande crescimento populacional o agricultor precisa produzir mais e em menor área. Dentre os fatores da produção agrícola, os fertilizantes oferecem resposta rápida no aumento de produtividade, contribuindo para reduzir o desmatamento, a erosão, a poluição da água, emissão de gases do efeito estufa, o que afetaria a humanidade e o meio ambiente (CAMARGO, 2012).

Segundo Dias e Fernandes (2006), os fertilizantes são definidos frente à legislação Brasileira, no Decreto 86.955, de 18 de fevereiro de 1982, como “substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas”. Apresenta como objetivo repor ao solo elementos essenciais para as plantas, mantendo ou aumentando o potencial produtivo das culturas.

Segundo Russel e Williams (1977) o uso de fertilizantes na agricultura foi iniciado no período neolítico, onde utilizavam as cinzas e esterco como fontes de nutrientes para a produção das plantas. Na Civilização Romana, estudos indicam a existência de avaliação comparativa de formas de fertilizantes, especialmente orgânicos, a fim de melhorar a produção. O conceito moderno de fertilidade do solo foi iniciado por Justus Von Liebig em 1840, o qual se preocupou em pesquisar quais

nutrientes precisavam, onde essas plantas poderiam obtê-los e quais práticas agrícolas poderiam fornecê-los. Dessa forma, os processos de desenvolvimento e produção de fertilizantes iniciaram, objetivando a melhor oferta de nutrientes às plantas.

A maioria dos fertilizantes utilizados na agricultura começaram a ser produzidos entre o século XIX e o século XX. São eles a ureia, o nitrato de amônio, o superfosfato simples (SSP) e triplo (TSP), diamônio fosfato (DAP) e o sulfato de potássio (K). No Brasil, o consumo dos nutrientes evoluiu de 243 mil toneladas por ano em 1960, para 35 milhões em 2018 (BRASIL, 2018). Os produtos mais utilizados atualmente são os mesmos de antes, acrescentados do fosfato monoamônico (MAP) e o cloreto de potássio (KCL) (RUSSEL E WILLIAMS, 1977).

Os compostos orgânicos, vermicompostos e esterco são os recursos mais utilizados para a produção de fertilizantes orgânicos (FINATTO et al., 2013). Segundo Gonçalves (2018), a compostagem é uma maneira tradicional de tratamento de resíduos orgânicos e uma opção eficiente para potencialização da reciclagem do esterco previamente ao seu emprego no solo, onde a decomposição da matéria orgânica é feita por microrganismos termófilos. A vermicompostagem, conhecido como húmus de minhoca, inclui a passagem da matéria orgânica pelo trato digestivo das minhocas detritívoras, alterando os atributos microbiológicos, químicos e físicos do resíduo (NADOLNY, 2009).

Para a fertilização do solo, Dias e Fernandes (2006) destacam que, o mercado apresenta como alternativas de aplicação os fertilizantes minerais, que apresentam como fontes de matéria-prima produtos oriundos da petroquímica e da mineração. Porém os mesmos são quase sempre importados gerando alto custo. Já os fertilizantes orgânicos, revertem-se em vantagens econômicas aos produtores, pois advém da reciclagem e reutilização de resíduos industriais e orgânicos, substituindo a utilização de minerais, o que coopera ainda, diretamente para os atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

É notável que muitos produtores rurais aplicam excesso de fertilizantes para aumentar a fertilidade do solo, onde os autores destacam que tal prática pode causar a salinização do solo, pois desta maneira prejudica a absorção de nutrientes podendo causar toxidez nas plantas, contudo, aumenta os custos da fertilização. E ainda, é válido destacar que o uso em excesso aumenta os riscos de danos

ambientais, contaminações de lençóis freáticos, cursos d'água contaminados apresentando riscos à saúde humana, entre outros (DIAS e FERNANDES, 2006).

2.2 TIPOS DE FERTILIZANTES

Os fertilizantes consistem em fontes de nutrientes que auxiliam no desenvolvimento e crescimento das plantas. Podem ser minerais, orgânicos e organominerais, os fertilizantes organominerais são a mistura entre os fertilizantes minerais e orgânicos (CAMARGO, 2012).

Os fertilizantes minerais ou inorgânicos mais usados levam nitrogênio, fosfatos e potássio (Figura 1). O maior benefício dessa classe é no fato de comportar altas concentrações de nutrientes e na forma solúvel, podendo ser absorvidos rapidamente pelas plantas. Sua natureza é fundamentalmente mineral, natural ou sintético (DIAS e FERNANDES, 2006).

Porém, este apresenta como desvantagem sua produção não proveniente de fontes renováveis, não promove a vida de microorganismos no solo, seu uso em excesso pode causar a mortalidade da planta e também prejudicar o ecossistema, pois a origem dos mesmo na grande maioria é proveniente de rochas que se encontram no solo e sua exploração se torna finita. (FINATTO et al., 2013).

Figura 1 - Porções de fertilizantes químico-minerais.



Segundo Gonçalves (2018) os fertilizantes orgânicos (Figura 2) são denominados adubos naturais, em razão de apresentar sua origem animal ou vegetal. Dias e Fernandes (2006) citam que esses fertilizantes são obtidos por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, com base em matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais. A compostagem, a vermicompostagem, adubação verde e o biofertilizante são os adubos orgânicos mais conhecidos e viáveis economicamente (FINATTO et al., 2013).

Segundo Finatto et al. (2013) o emprego dessa classe de fertilizante amplia a biodiversidade do solo, resultando no surgimento de microrganismos e fungos que cooperam para o crescimento dos cultivos, proporcionando assim, a longo prazo, uma expansão da produtividade do solo. Porém, apresentam disponibilidade de seus nutrientes de forma sazonal, porque os liberam de forma lenta no solo. Seus nutrientes são liberados mais lentamente pelos microrganismos do solo, os quais realizam a mineralização da porção orgânica do adubo, disponibilizando nutrientes para a planta durante todo o ciclo (DIAS e FERNANDES, 2006).

Figura 2 - Produção de fertilizante orgânico



Fonte: Rural pecuária, 2006.

A Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009, institui a estrutura física dos fertilizantes organominerais e pontua que devem apresentar uma mistura física de fertilizantes minerais e orgânicos.

A utilização de fertilizante organomineral, através da peletização de cama de aviário, colaborou na validação de uma nova técnica de compostagem acelerada e de peletização de coprodutos agroindustriais. Os resultados demonstraram boa humificação dos resíduos agroindustriais o que melhora a qualidade e proporciona resposta positiva na produtividade das culturas (OLIVEIRA, 2014).

Na tabela 1, são apresentadas as subdivisões dos fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais.

Tabela 1- Subdivisões dos fertilizantes minerais e orgânicos.

TIPOS	SUBDIVISÃO
MINERAIS	<p>Fertilizantes nitrogenados: São compostos químicos que têm como principal matéria prima o nitrogênio.</p> <p>Fertilizantes fosfatados: Apresentam substâncias que contêm fósforo assimilável pelas plantas. Podem ser obtidos a partir do fosfato de amônio.</p> <p>Fertilizantes potássicos: Contêm substâncias extremamente solúveis em água, que fornecem o potássio necessário ao desenvolvimento das plantas. O sulfato de potássio e o cloreto de potássio são as principais matérias primas para a produção destes fertilizantes.</p>
ORGÂNICOS	<p>Fertilizante orgânico simples: Produto de origem animal ou vegetal contendo um ou mais nutrientes para as plantas.</p> <p>Fertilizante orgânico misto: Produto de origem orgânica resultante da mistura de dois ou mais fertilizantes simples, contendo mais de um nutrientes para as plantas</p> <p>Fertilizante orgânico composto: Produto que apresenta como base a matéria prima de origem industrial, urbana ou rural , animal ou vegetal. Obtido de processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural controlado, podendo ser enriquecida de nutrientes minerais.</p>

Fonte: Lei nº 6.894, de 1980; Decreto nº 4.954, de 2004; Normativa nº 25, de 2009.

Um dos grandes benefícios da utilização de fertilizantes é o de possibilitar o aumento da produção agrícola, quer seja relativo à quantidade produzida, quer na rapidez em que ocorre o desenvolvimento das plantas. Entretanto, existem também, diversas desvantagens relacionadas a cada tipo de fertilizante, no que se refere à sua utilização (FINATTO et al.,2013).

Na tabela 2, são apresentadas as vantagens e desvantagens dos fertilizantes minerais e orgânicos.

Tabela 2- Vantagens e desvantagens dos fertilizantes minerais e orgânicos.

TIPOS DE FERTILIZANTE	VANTAGENS	DESVANTAGENS
MINERAIS	<p>Este tipo de fertilizantes tem a vantagem de ser rapidamente absorvido pelas plantas. O conhecimento exato da sua composição permite uma dosagem mais correta e também mais eficaz. São mais fáceis de aplicar e também de transportar.</p> <p>É possível saber quanto exatamente pode ser utilizado para o perfeito cultivo dos produtos. Outra grande vantagem do fertilizante químico é a rapidez em que os minerais são absorvidos pelas plantas, acelerando o seu processo de crescimento.</p>	<p>Por outro lado, são prejudiciais para o meio ambiente pelo fato de serem altamente solúveis em água e por apresentarem concentrações elevadas de nutrientes. O seu processo de produção envolve gastos energéticos, sendo também altamente poluente. Alguns destes fertilizantes apresentam ainda o risco de contaminação dos solos com metais pesados.</p> <p>O mau uso do adubo que, se utilizado em excesso, pode provocar desastres ambientais mudando drasticamente a composição química do solo. Além disso, o solo fica mais pobre, diminuindo a presença de organismos vivos e oxigênio.</p>
ORGÂNICOS	<p>Apresentam a vantagem de poderem ser produzidos no local, diminuindo a dependência de terceiros e permitem também a melhoria da estrutura do solo e promovem a biodiversidade. Podem ajudar a reter a água no solo. Apresentam menores riscos de contaminação do meio ambiente e também menores custos, se forem produzidos localmente.</p> <p>O fertilizante orgânico é mais indicado por ser e ter um processo mais natural. Com ele o solo fica mais enriquecido. Assim sendo, aumenta a resistência das plantas às doenças, pragas e aos climas adversos, além de aumentar também a capacidade do solo em armazenar água.</p>	<p>Torna-se difícil aplicar a dosagem exata de nutrientes necessários ao crescimento das plantas e implicam maiores custos na sua aplicação e no seu transporte, quando tal é necessário. Podem provocar a contaminação dos produtos com bactérias, devido à forma como são produzidos.</p> <p>A adubação orgânica é um processo mais demorado. Tanto em sua fabricação quanto em sua aplicação. O tempo de decomposição do adubo para liberar os nutrientes é alto e não é possível dimensionar exatamente o quanto de adubo deverá ser colocado para suprir as necessidades específicas de um cultivo.</p>

Fonte: KIEHL, 1999.

2.3 A BIOTECNOLOGIA E A PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES

Segundo Villen (2002):

O uso da Biotecnologia teve o seu início com os processos fermentativos, cuja utilização transcende, de muito, o início da era Cristã, confundindo-se com a própria história da humanidade. A produção de bebidas alcoólicas pela fermentação de grãos de cereais já era conhecida pelos sumérios e babilônios antes do ano 6.000 a.C. Mais tarde, por volta do ano 2.000 a. C., os egípcios, que já utilizavam o fermento para fabricar cerveja, passaram empregá-lo também na fabricação de pão.

A biotecnologia é definida de várias formas, porém ela se apresenta como um conjunto de métodos e conhecimentos técnicos, de base científica ou prática, o qual utiliza seres vivos como parte integrante e ativa do processo de produção industrial de bens e serviços. É um campo de trabalho multidisciplinar, envolvendo o campo da biologia molecular, engenharia química, engenharia ambiental, microbiologia, fisiologia, entre outros (VILLEN, 2002).

Carrer et al. (2010), apontam que a biotecnologia se apresentou centrada na questão da saúde humana e animal, onde se utilizaram de micro-organismos para a fabricação de antibióticos. A biotecnologia encontra muitas e diferentes aplicações importantes em vários segmentos de atividade, sendo elas a agricultura, a mineração, a pecuária, indústria, entre outros (VILLEN, 2002).

A biotecnologia “moderna” refere-se à revolução ocorrida a partir das pesquisas sobre o funcionamento do genoma que possibilita a manipulação genética dos organismos, permitindo a síntese hierológica de moléculas contidas de forma natural em reduzidas quantidades e não disponíveis industrialmente ou até novas moléculas biológicas (AGUIAR et al., 2014).

Semprebom (2017) cita que os fertilizantes biotecnológicos são constituídos de microrganismos vivos, que promovem o crescimento da planta, melhorando a disponibilidade de nutrientes para o vegetal, e ainda, é possível encontrar diversos nutrientes e hormônios vegetais. Ele pode ser produzido por meio de diferentes técnicas e a partir de diversas fontes, como resíduos de cana, esterco, leite, entre outras. Uma vez aplicados no solo, eles colonizam a rizosfera e até mesmo o interior das plantas.

A utilização destes fertilizantes tem sido considerada uma abordagem ecológica, muitas vezes associada à agricultura orgânica e ao controle biológico de pragas. Alguns dos benefícios de sua aplicação são: o aumento da população de

microrganismos benéficos; maior estabilidade do solo; e aumento da transferência de nutrientes para as plantas – principalmente nitrogênio e fosfato (SEMPREBOM, 2017).

De acordo com a Instrução Normativa Nº 46 de 06 de Outubro de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, biofertilizante é:

Produto que contém componentes ativos ou agentes biológicos, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção e que seja isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos.

Semprebom (2017) destaca que a biotecnologia possibilita mudança direta no genoma das plantas, possibilitando, por exemplo, a inclusão de resistência à doenças em plantas; fertilizantes que diminuem custos, são mais eficazes e reduzem danos ambientais; pesticidas mais específicos no combate a pragas; variedades com incremento nutricional, como tomates com maior quantidade de carotenoides; arroz que sintetiza betacaroteno (ajuda a combater a deficiência de vitamina A); plantas melhor adaptadas a diversas condições ambientais, como a seca, a inundação ou solos salinos; sementes e frutos maiores; produtos vegetais que suportam maior tempo de transporte e armazenamento, entre outros.

Araújo (2007) afirma que o biofertilizante é um adubo orgânico de alta qualidade de vida a sua constituição e composição, pois a matéria orgânica nele presente encontra-se bioestabilizada e possui uma boa percentagem de ácidos húmicos, principal responsável pela estrutura do solo. Todavia, se apresenta como um produto fermentado por bactérias, leveduras e bacilos, o qual contém quase todos os macro e micronutrientes necessários à nutrição vegetal.

Junior et al. (2011) complementa que a exploração e a utilização da fixação biológica de nitrogênio em sistemas agrícolas visando à substituição ou, ao menos, a complementação de nitrogênio fornecido por meio de fertilizantes industriais é uma estratégia fundamental. O investimento em pesquisas na difusão da fixação biológica de nitrogênio por meio de estudos multidisciplinares e integrados, em áreas como a microbiologia, ciência do solo, melhoramento de plantas, manejo de culturas, entre outros, pode trazer grande benefício para o planeta, aumentando a produção de alimento, reduzindo o uso de combustíveis fósseis e a contaminação dos

recursos hídricos, proporcionada pela diminuição do uso de fontes externas de fertilizantes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado através de revisão bibliográfica, utilizando como base periódicos, artigos científicos e livros, para uma contextualização geral do assunto e dos dados obtidos. Foram utilizadas como ferramenta de busca o acervo da cooperativa Cocari, e realizou-se a seleção e priorização dos demais materiais por repositório digital nas bases de dados Scielo, Google acadêmico, UNESP, UEM, UFPR, EMBRAPA e UFU.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os fertilizantes organominerais compostos de biotecnologia apresentam-se como um instrumento eficiente, no que tange a contribuição com melhores práticas agrícolas, diminuindo a pressão aplicada sobre os recursos naturais, como também no meio ambiente. Assim, esse instrumento se mostra eficiente para promover a sustentabilidade ambiental, aumentar a produtividade, diminuir o risco de contaminação dos trabalhadores rurais e toda sociedade (JUNIOR et al., 2011).

Nas Figuras 3 e 4, pode ser observado o experimento de Oliveira (2014) sobre a visualização da germinação de sementes e crescimento das raízes de milho em diferentes fontes de nutrientes (organomineral e mineral) a cinco centímetros de distância da semente. A forma mineral prejudicou o crescimento das plântulas. Oliveira (2014) desenvolveu trabalho a campo onde observou maior desenvolvimento inicial das plantas, aumento do número de fileiras por espiga e produtividade do milho com o uso de adubo organomineral.

Figura 3 - Observação de raízes de milho em tubos de ensaio, com aplicação de adubo na fórmula 04:14:08 na forma de organomineral (A e B) e mineral (C e D).



Fonte: Oliveira, 2014.

Figura 4 - Desenvolvimento radicular in vitro de plantas de milho com aplicação da fórmula 04:14:08 na forma mineral e organomineral.



Fonte: Oliveira, 2014.

Ao se utilizar o composto orgânico para a fabricação de fertilizante é gerada economia na quantidade de matéria-prima mineral básica para se formular o fertilizante (OLIVEIRA, 2014).

Rabelo (2015) realizou estudo comparativo de fertilizantes minerais e organominerais, em uma plantação experimental de tomates. O híbrido utilizado foi o tomate TY 2006, de hábito de crescimento determinado, planta grande e vigorosa, onde os frutos são do tipo saladete, grandes e firmes, com peso médio de 180 a 210 g.

Para o preparo do fertilizante organomineral, no estudo de Rabelo (2015), foi utilizado cama de frango e o fertilizante mineral monoamônio fosfato (MAP), nas quantidades de: 67% de cama de frango e 33% de MAP. A cama aviária passou por um processo de compostagem – fermenta o ao ar livre, seguido de adi o e incorpora o de macro e micronutrientes. Essa mistura foi seca, triturada e, por fim, granulada, resultando em produto de fácil manejo.

Através da tabela 3, 4 e 5 pode-se perceber a evolu o dos frutos de tomate, na aplica o de diferentes tipos de fertilizantes. Frente aos resultados apresentados da testemunha x organomineral, destaca-se que os frutos com aduba o organomineral obtiveram um desenvolvimento significativo.

Tabela 3 - Massa fresca e massa seca do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de $P_2 O_5$ (D2 a D5)¹.

Massa Fresca (g planta)					
Fonte de Varia�o	D2	D3	D4	D5	R de $y=f(D)$
Testemunha	733,67 a	733,67 a	733,67 a	733,67 a	
Organomineral	799,62 a	780,89 a	800,54 a	1048,04 a	0,91
Mineral	768,66 a	865,83 a	767,39 a	891,10 a	0,72
CV%	16,80%	22,70%	24%	43,20%	

Massa Seca (g planta)					
Fonte de Varia�o	D2	D3	D4	D5	R de $y=f(D)$
Testemunha	39,15 a	39,15 a	39,15 a	39,15 a	
Organomineral	56,82 a	87,77 a	61,72 a	90,72 a	0,81 ns
Mineral	53,57 a	109,92 a	61,32 a	62,25 a	0,73 ns
CV%	16,8%	14,8%	51%	14%	

Fonte: Rabelo, 2015.

Tabela 4 - Número de frutos por planta, número de frutos sadios e números de frutos imperfeitos do tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de $P_2 O_5$ (D2 a D5)¹.

Frutos plantas					
Fonte de Variação	D2	D3	D4	D5	R de y=f (D)
Testemunha	9,57 a	9,57 a	9,57 a	9,57 a	
Organomineral	10,1 a	10,25 a	9,22 a	12,45 a	0,75
Mineral	8,2 a	12,17 a	9,12 a	10,85 a	0,36
CV%	13,70%	16,20%	19%	38%	

Frutos sadios					
Fonte de Variação	D2	D3	D4	D5	R de y=f (D)
Testemunha	5,42 a	5,42 a	5,42 a	5,42 a	
Organomineral	6,55 a	6,67 a	6,35 a	7,97 a	0,85
Mineral	5,25 a	6,26 a	5,20 a	7,42 a	0,67
CV%	23,9%	12,6%	12%	32,8%	

Frutos imperfeitos					
Fonte de Variação	D2	D3	D4	D5	R de y=f (D)
Testemunha	4,15 a	4,15 a	4,15 a	4,15 a	
Organomineral	3,50 a	3,57 a	4,02 a	4,47 a	0,96
Mineral	2,97 a	4,05 a	3,97 a	3,42 a	0,16
CV%	34,90%	8,70%	29%	35,5%	

Fonte: Rabelo, 2015.

Tabela 5 - Produtividade média de frutos de tomate industrial sob diferentes fontes de fertilizantes e doses de P₂ O₅ (D2 a D5)¹.

Fonte de Variação	D2	D3	D4	D5	R de y=f (D)
Testemunha	20379,6 a	20379,6 a	20379,6 a	20379,6 a	
Organomineral	22211,78 a	21691,5 a	22237,2 a	29112,2 a	0,96
Mineral	16259,85 a	23050,9 a	21316,5 a	24752,8 a	0,72
CV%	16,8%	24,5%	24%	3,9%	

Fonte: Rabelo, 2015.

Rabelo (2015), concluiu que o fertilizante organomineral proporcionou melhor nutrição das plantas resultando aumento na massa fresca dos frutos, aumento no número de frutos por plantas e produção de mais frutos sadios.

Gonçalves (2018) cultivou um campo comparativo entre fertilizantes mineral, organomineral a base de biossólido e organomineral a base de torta de filtro, em plantação de cana de açúcar. Em seus resultados, o mesmo expõe que a adubação com fertilizante organomineral proporcionou efeito positivo na produtividade de

colmos (Tabela 6). Os melhores resultados se deram nos tratamentos com fertilizante organomineral a base de biossólido na dose de 100%, o qual apresentou um dos principais fatores de alongamento dos entre nós do colmo da cana-de-açúcar e maior disponibilidade de água no solo.

Tabela 6 - Produtividade (t há⁻¹) de cana-de-açúcar dos ciclos de cana-plantar e 1ª cana-soca.

Tratamento	Cana-plantar	Cana-soca
	t há	
Controle Negativo (sem fertilizante)	151,11 b	139,06 b
Controle Positivo (fertilizante mineral)	158,91 a	152,01 b
L1 - dose 50% a base de biossólido	154,04 b	148,85 b
L2 - dose 100% a base de biossólido	159,11 a	163,97 a
L3 - dose 150% a base de biossólido	152,98 b	156,70 a
L4 - dose 200% a base de biossólido	159,03 a	152,72 b
T1 - dose 50% a base de torta de filtro	162,79 a	146,98 b
T2 - dose 100% a base de torta de filtro	153,86 b	150,26 b
T3 - dose 150% a base de torta de filtro	159,36 a	147,84 b
T4 - dose 200% a base de torta de filtro	157,39 a	144,26 b
Teste F	2,50	2,75
CV (%)	2,95	4,99

Fonte: Gonçalves, 2018.

Esses resultados revelam que a matéria orgânica presente nos fertilizantes organominerais potencializa a disponibilidade de NPK às plantas, mantendo-as adequadamente nutridas mesmo em dosagem menor de NPK disponibilizada inicialmente no solo. E também, pode-se concluir que a adubação com fertilizante organomineral aumenta a infiltração de água no solo, retém água durante a seca e drena em períodos chuvosos e ainda disponibiliza gradualmente os nutrientes minerais (GONÇALVES, 2018).

Aguilar (2016) cita que as vantagens do fertilizante organomineral é a melhoria na uniformidade da adubação já que os pellets têm em sua composição o NPK, os micronutrientes e matéria orgânica distribuídos de forma uniforme, o que evita os problemas de segregação dos nutrientes em comparação aos fertilizantes minerais.

Os processos responsáveis pela vida no planeta terra dependem da atividade microbiana. Um único grama de solo possui mais de 10 mil espécies diferentes de microorganismo, cerca de 1 bilhão de bactérias, 1 milhão de actinomicetos e 100 mil fungos. Assim percebemos a imensa diversidade metabólica dos microorganismos.

Neste contexto, os fertilizantes organominerais biotecnológicos, contribuem para a fixação biológica de nitrogênio, a qual é considerada, após a fotossíntese, o segundo mais importante processo biológico do planeta, sendo responsável para a vida no solo (JUNIOR et al., 2011).

Tanaka et al. (2003), realizou experimento com cultivo de tomate tipo Jumbo, onde os tratamentos constituíram-se dos seguintes produtos ou combinações de produtos: T1 - Testemunha (sem a pulverização do produto); T2 - Aminon-25 (100mL/100L) - Bioestimulante; T3 - Microfol (100g/100L) - Adubo foliar; T4 - Biofertilizante sem micronutrientes (5L/100L); T5 - Biofertilizante com micronutrientes (5L/100L) - Supermagro; T6 - Aminon-25 (100mL/100L) + microfol (100g/100L).

O número de frutos e de pencas, com a aplicação foliar dos produtos utilizados foi superior à testemunha (Tabela 7), sugerindo que os produtos aplicados sobre as folhas foram absorvidos e tiveram efeito benéfico sobre o número de frutos.

Tabela 7 - Número médio de frutos e pencas na plantas de tomate.

Tratamento	Nº frutos	Nº pencas
T1 - Testemunha	45,99	13,41
T2 - Aminon 25	55,99	18,99
T3 - Microfol	56,33	12,91
T4 - FE	49,49	15,24
T5 - CSM	54,48	15,57
T6 - Am + micro	64,74	19,58

Fonte: Tanaka et al., 2003.

Tanaka et al. (2003), expõe que o biofertilizante sem adição de micronutrientes, quando aplicado em concentrações superiores a 12% por via foliar, apresentou efeitos nutricionais consideráveis, promovendo maior acúmulo de biomassa nas plantas; os maiores índices de frutos nos tratamentos com micronutrientes demonstraram influência de fatores nutricionais; os maiores números de pencas nas plantas de tomate foram observados nos tratamentos que continham biofertilizantes e bioestimulantes. Observa-se também, que os tratamentos que continham aminoácidos foram superiores aos que não tinham.

Quando aplicado o uso correto da biotecnologia, os fertilizantes caracterizam um manejo sustentável sob perspectiva ambiental, social e ecológica. E ainda, esta protege o solo da salinização por altos níveis de fertilização, também apresenta uma

expressiva redução de perda de minerais no solo e conseqüentemente protege lençóis freáticos (AGUILAR, 2016).

Na Figura 5, apresenta-se o efeito da bactéria *Azospirillum brasilense* sobre o desenvolvimento de raízes de milho. A esquerda mostra-se a planta sem uso da biotecnologia.

Figura 5- Diferença entre plantas de milho não inoculadas e inoculadas.



Fonte: ciência informativa, 2014.

É válido ressaltar que em todos os experimentos, os autores citam que não pode deixar de avaliar as variáveis, sendo elas as condições iniciais do solo, condições climáticas, controle de pragas, entre outros.

Segundo Aguilar (2016), em comparação com os fertilizantes minerais, as opções organominerais e biotecnológicas causam menor acidificação e salinização da terra, ajudando a preservar tanto o solo quanto os organismos que ali vivem. E a produtividade se faz sem comprometer o meio ambiente. Contudo, os resultados acima expostos, demonstram que a utilização da adubação organomineral e biofertilizantes se apresentam superior no aumento das plantas, dos frutos, entre outros.

Dessa forma, segundo Carrer et al. (2010), pode-se analisar que a biotecnologia tem revolucionado a agricultura, e no quesito de fertilizantes, a mesma proporciona que os microrganismos presentes nesses compostos trabalhem para fixar nitrogênio e captar fósforo para as plantas, entre outras atividades. Ao contrário dos fertilizantes minerais, que não se renovam espontaneamente. Na biotecnologia essas microfábricas biológicas estão sempre prontas para produzir, mantendo-se eficientes por muito mais tempo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1- Considerando os dados utilizados nos quatro trabalhos, o uso de fertilizantes nas plantações apresentaram-se como condição essencial para o sucesso do cultivo quando comparado com a testemunha (plantação sem adubação). Dessa maneira, não se pode imaginar um cenário produtivo sem a sua utilização.

2- Para contribuir com desenvolvimento sustentável, com a diminuição de contaminação do solo e água, diminuição de outros riscos à saúde e aumento de produtividade agrícola, algumas medidas tais como a utilização de fertilizantes organomineral devem ser priorizadas. Os mesmos se apresentaram com capacidade de minimizar os impactos negativos ao ambiente, tais como poluição de cursos de mananciais de água, a degradação da camada de ozônio e o aquecimento global.

3- A matéria orgânica presente nos fertilizantes organominerais potencializa a disponibilidade de NPK às plantas, aumenta a infiltração de água no solo durante a seca e drena em períodos chuvosos, disponibilizada gradualmente os nutrientes minerais mantendo-as adequadamente nutridas.

4- A aplicação de biofertilizantes e bioestimulantes pode resultar em aumento de produtividade e qualidade nutricional do produto colhido, como observado em tomate.

5- O uso correto da biotecnologia associados aos fertilizantes organominerais, caracterizam um manejo sustentável sob perspectiva ambiental, social e ecológica. E ainda, esta protege o solo da salinização por altos níveis de fertilização, também apresenta uma expressiva redução de perda de minerais no solo e conseqüentemente protegendo os lençóis freáticos, consumidores e trabalhadores ficam menos expostos a substâncias tóxicas.

6- Portanto a adubação organomineral vem se consolidando no aspecto sustentável das culturas, pois economicamente ela se mostra mais viável, visto que o uso de rejeitos ou resíduos são transformados agentes condicionadores do solo melhorando assim seus aspectos físicos, químicos e biológicos fornecendo nutrientes as plantas, contudo reduzindo o uso dos fertilizantes minerais, contribuindo de maneira positiva com a conservação do meio ambiente.

7- A utilização de fontes renováveis na agricultura, a ciclagem de nutrientes e energia pelo uso de materiais orgânicos, tornam os fertilizantes organominerais mais atrativos para o ecossistema, econômica e agrícola.

8- A desvantagem da utilização do adubo orgânico é que em determinadas culturas o mesmo pode apresentar uma falta de nutrientes necessários para que a planta complete seu ciclo.

9- A biotecnologia também vem sendo utilizada constantemente em vários controles de biológicos de pragas, como por exemplo no controle da broca da cana onde se utiliza parasitoides *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) e *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

10- Pode-se concluir que a biotecnologia apresenta-se em desenvolvimento, e quando associados aos fertilizantes, demonstra grande demanda de maiores pesquisas de campo aplicativas e comparativas sobre os resultados à longo prazo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, K.; PRESTES JUNIOR, N. H.; DAVID, C. **Estudo de Maturidade das Empresas Brasileiras de Biotecnologia**. XXIV Seminário Nacional de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas. XXII Workshop Anprotec, 22 a 26 de setembro de 2014, Belém – PA, Brasil. Disponível em: <<http://www.anprotec.org.br/Relata/ArtigosCompleto/ID%20151.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

AGUILAR, Ariel Santivañez. **Resposta da batata cv. Cupido à fertilização organomineral**. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17601/1/RespostaBatataCupido.pdf>>. Acesso em 31 mai. 2019.

AGROTEC. **Copa- Cogeca quer definição clara dos fertilizantes minerais**. Revista técnico- científica agrícola (2016). Disponível em: <<http://www.agrotec.pt/noticias/copa-cogeca-quer-definicao-clara-dos-fertilizantes-minerais/>>. Acesso em 16 abr. 2019.

ARAÚJO, Jairton Fraga. **Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.) no submédio São Francisco**. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/103247>>. Acesso em 24 jun. 2019.

BRASIL. **DECRETO Nº 4.954, DE 14 DE JANEIRO DE 2004.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D4954.htm>. Acesso em 28 abr. 2019.

BRASIL. **Exportações do agronegócio batem marca de US\$ 100,10 bilhões em um ano.** (2018). Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/economia-e-financas/2018/12/exportacoes-do-agronegocio-batem-us-100-10-bilhoes-em-um-ano>>. Acesso em 18 mar. 2019.

BRASIL. **LEI Nº 6.894, DE 16 DE DEZEMBRO DE 1980.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1980-1988/L6894.htm>. Acesso em 23 mai. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. **Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009.** Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229186>>. Acesso em 30 Mai. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 46, DE 6 DE OUTUBRO DE 2011.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de-06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view>>. Acesso em 20 abr. 2019.

CAMARGO, Mônica Sartori de. **A Importância Do Uso De Fertilizantes Para O Meio Ambiente.** Pesquisa & Tecnologia, vol. 9, n. 2, Jul-Dez 2012. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/educacao-2012/julho-dezembro-2/1317-a-importancia-do-uso-de-fertilizantes-para-o-meio-ambiente/file.html>>. Acesso em 26 abr. 2019.

CARRER, Helaine; BARBOSA, André Luiz; RAMIRO, Daniel Alves. **Biotechnologia na agricultura.** (2010). Estudos avançados. vol.24 nº.70 São Paulo. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v24n70/a10v2470.pdf>>. Acesso em 20 mai. de 2019.

CELERES AMBIENTAL. **Benefícios socioambientais da biotecnologia no Brasil: 1996/97 a 2013/14.** 2014. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/docs/biotecnologia/PressRelease2014_Ambiental.pdf> Acesso em 20 abr. 2019.

CIÊNCIA INFORMATIVA. **Bactérias como fertilizantes naturais de plantas.** (2014). Disponível em: <https://cienciainformativa.com.br/pt_BR/bacterias-como-fertilizantes-naturais-de-plantas/> Acesso em 20 abr. 2019.

DIAS, Victor Pina; FERNANDES, Eduardo. **Fertilizantes: uma visão global sintética.** (2006)Disponível em:
<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2657/1/BS%2024%20Fertilizantes_Uma%20Vis%C3%A3o%20Global%20Sint%C3%A9tica_P.pdf>. Acesso em 20 mai. 2019.

FINATTO, Jordana; ALTMAYER, Taciélen; MARTINI, Maira Cristina; RODRIGUES, Mariano; BASSO, Virgínia; HOEHNE; Lucélia. **A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura.** Destaques Acadêmicos, v. 5, p. 85-93, 2013. Disponível em:
<<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/327/322>>. Acesso em 28 mai. 2019.

GONÇALVES, Carlos André. **Biossólido e torta de filtro na composição de fertilizantes organominerais para a cultura da cana-de-açúcar (Saccharum Sp).** Uberlândia, 2018. Disponível Em:
<<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/22721>>. Acesso em 28 mai. 2019.

JUNIOR, Fábio Bueno dos Reis; MENDES, Iêda de Carvalho; REIS, Veronica Massena ; HUNGRIA, Mariangela. Fixação biológica de nitrogênio: uma revolução na agricultura. In: EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Biotecnologia, estado da arte e aplicações na agropecuária.** 1.ed. Planaltina-DF. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Cerrados, 2011. Cap 9, p. 245- 281. Disponível em:
<http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/907/1/Biotecnologia_estado_arte_aplicacoes_agropecuaria.pdf>. Acesso em 31 mai. 2019.

KIEHL, Edmar José. **Fertilizantes Organominerais.** Piracicaba: Editora Degaspari,1999.

NADOLNY , HERLON SÉRGIO. **REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS MINHOCAS (Eisenia andrei Bouché 1972 e Eudrilus eugeniae (Kinberg 1867)) EM RESÍDUO ORGÂNICO DOMÉSTICO.**Curitiba, 2009. Disponível em:
<http://www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2013/04/2009_08_31_nadolny.pdf>. Acesso em 20 mai. 2019.

OLIVEIRA, G. R. de. **Validação de processo de digestão e peletização de cama de aviário para a produção de fertilizante organomineral.** Tese (doutorado), Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. 230 f. disponível em:
< <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/36109/R%20-%20T%20-%20GUSTAVO%20RAMOS%20DE%20OLIVEIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.
Acesso em 22 mai. 2019.

OLIVEIRA, N. D. A. de; ALEIXO, A. D.; SATO, S. A. da S.; BELETE, N. A. da S.; HABITZREUTER, P. B. **Práticas produtivas da agricultura familiar: um estudo no município de Espigão d'Oeste – RO**. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção. ENEGEP, 2015. Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/tn_sto_206_219_27741.pdf>. Acesso em 22 mai. 2019.

RABELO, kassia cristina caldas. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial (2015)**. Goiania, GO. Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA). Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/5214/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Kassia%20Cristina%20de%20Caldas%20Rabelo%20-%202015.pdf>>. Acesso em 23 mai. 2019.

RURAL PECUÁRIA. **Produção de fertilizante orgânico de origem 100% vegetal por meio da compostagem (2006)**. Disponível em: <<http://ruralpecuaria.com.br/tecnologia-e-manejo/adubos/producao-de-fertilizante-organico-de-origem-100-vegetal-por-meio-da-compostagem.html>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

RUSSEL, D; WILLIAMS, G. **História do Desenvolvimento de Fertilizantes Químicos (1977)**. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/41/2/SS0410020260?noSSO=1&t=3?access=0&view=pdf>>. Acesso em 23 mai. 2019.

SEMPREBOM, Thais. **Biofertilizantes, microalgas e o desenvolvimento de plantas terrestres (2017)**. Disponível em: <<http://profissaobiotec.com.br/biofertilizantes-microalgas-e-o-desenvolvimento-de-plantas-terrestres/>>. Acesso em 20 abr. 2019.

TANAKA, Maurício Tochiyuki; SENGIK, Erico; SANTOS, Humberto da Silva; JÚNIOR, Celso Habel; SCAPIM, Carlos Alberto; SILVÉRIO, Lucas; KVITSCHAL, Marcus Vinícius; ARQUEZ, Isabel Cristina. **Efeito da aplicação foliar de biofertilizantes, bioestimulantes e micronutrientes na cultura do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill.) (2003)**. Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <<http://ojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1907/1594>>. Acesso em 24 jun. 2019.

VILLEN, Rafael Almudi. **Biotechnologia - Histórico e Tendências (2002)**. Disponível em: <<http://www.hottopos.com/regeq10/rafael.htm>>. Acesso em 28 abr. 2019.

