

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA DE
PRECISÃO

Lourenço Salbego

**ASSOCIAÇÃO DA ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E QUÍMICA NA
CULTURA DO MILHO**

Santa Maria, RS
2021

Lourenço Salbego

**ASSOCIAÇÃO DA ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E QUÍMICA NA
CULTURA DO MILHO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Agricultura de Precisão, do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do Título de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Zucuni Pes

Santa Maria, RS
2021

Salbego, Lourenço
ASSOCIAÇÃO DA ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E QUÍMICA NA CULTURA
DO MILHO / Lourenço Salbego.- 2021.
60 p.; 30 cm

Orientador: Luciano Zucuni Pes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em
Agricultura de Precisão, RS, 2021

1. Biofertilizante 2. Microgeo® 3. Zea mays I. Zucuni
Pes, Luciano II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, LOURENÇO SALBEGO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Lourenço Salbego

**ASSOCIAÇÃO DA ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E QUÍMICA NA
CULTURA DO MILHO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Agricultura de Precisão, do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do Título de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Aprovado em 12 de janeiro de 2021:

Luciano Zucuni Pes, Dr. (UFSM) - Videoconferência
(Presidente/Orientador)

Lúcio de Paula Amaral, Dr. (UFSM) – Videoconferência

Ivan Carlos Maldaner, Dr. (IF Farroupilha) – Videoconferência

Santa Maria
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que sempre me apoiou em minha formação e também para eu me tornar uma pessoa melhor. Em especial ao meu grande ídolo, mestre da minha vida e meu “pai-avô”, Sr. Clarimundo Pedro Salbego, o “Vô Claro” (*In Memoriam*), que, na sua humildade acadêmica, sempre me incentivou a estudar mais e mais para “vencer na vida”, como ele costumava me falar. Dedico todo meu esforço, todo meu trabalho, as horas de estudo e esta obra a ti, meu velho, que nasceu e viveu da agricultura. Na sua sabedoria da “Faculdade do Campo”, me fez pegar gosto pela terra e me incentivou a ingressar no meio agrônomo, do qual fiz minha profissão, com muito orgulho e dedicação. Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelo dom da vida, pois sem Ele nada sou.

Agradeço, de maneira especial:

- à minha família, pelo apoio no meu progresso acadêmico;
- à minha mãe, Rosângela Maria Salbego, pelo incentivo;
- à minha amada esposa e companheira de vida, Luciani Lopes de Siqueira, mãe dos meus filhos, Vincenzo Lopes Salbego e Valentina Lopes Salbego, que são a razão maior do meu viver, que me dão força e incentivo para continuar na busca constante pela melhoria pessoal, profissional e pelo conhecimento;
- à Microgeo, por disponibilizar o produto para realização do experimento, além das informações e o apoio da equipe de campo para acompanhar as avaliações.
- ao professor Dr. Lúcio de Paula Amaral, pelo apoio nos dados estatísticos.
- ao meu Orientador, Prof. Dr. Luciano Zucuni Pes, por me auxiliar nessa empreitada.

Gratidão!

Desde os primórdios da humanidade, o ato de semear, cultivar e colher tem mudado a forma como o homem se relaciona com o mundo.

(Rafael Nôleto)

RESUMO

ASSOCIAÇÃO DA ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E QUÍMICA NA CULTURA DO MILHO

AUTOR: Lourenço Salbego
ORIENTADOR: Luciano Zucuni Pes

O milho é uma das plantas mais cultivadas no mundo, além de possuir um papel fundamental na economia brasileira. O uso indiscriminado de fertilizantes químicos, defensivos agrícolas, práticas de manejo inadequado, plantio convencional, erosão, monocultura, dentre outras práticas, deixaram a maioria dos solos brasileiros 'pobres' do ponto de vista biológico. O uso de biofertilizantes tem se tornado uma alternativa para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, trazendo de volta a 'vida no solo', o que ajuda a reestabelecer o seu microbioma. Isso favorece o desenvolvimento da cultura, indo ao encontro da crescente demanda mundial por alimentos mais saudáveis e boas práticas de manejo que contribuam para a diminuição do uso indiscriminado de insumos químicos, favorecendo o equilíbrio do ecossistema e práticas ambientalmente corretas. O trabalho teve como objetivo avaliar os atributos de solo e planta na cultura do milho sob tratamento com adubação química e sob tratamento com adubação química associada à biológica no sistema de plantio direto na palha, na área experimental do Colégio Politécnico da UFSM, na safra 2018/2019. O uso do biofertilizante Microgeo[®] se mostrou como uma alternativa para a diminuição da adubação química no cultivo ao longo dos anos e, associado à adubação química, apresentou um incremento de 21,9% no peso de mil grãos em relação à testemunha, onde foi usado apenas a adubação química. Conclui-se que, com o uso da adubação química associada ao adubo biológico, obteve-se incremento significativo em todos os atributos avaliados, como diminuição da densidade do solo, aumento do volume e comprimento de raízes, do tamanho de espigas, da altura de plantas, da espessura de colmo, do número de grãos por espiga, do número de fileiras de grãos por espiga e do PMG (peso de mil grãos).

Palavras-chave: Biofertilizante. Microgeo[®]. *Zea mays*.

ABSTRACT

ASSOCIATION OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL FERTILIZATION IN CORN CROP

AUTHOR: Lourenço Salbego
ADVISOR: Luciano Zucuni Pes

Corn is one of the most cultivated plants in the world, in addition to playing a fundamental role in the Brazilian economy. The indiscriminate use of chemical fertilizers, pesticides, inadequate management practices, conventional planting, erosion, monoculture, among other practices, have left most Brazilian soils 'poor' from the biological point of view. The use of biofertilizers has become an alternative in improving the physical, chemical and biological conditions of the soil, bringing back 'life in the soil', which helps to reestablish its microbiome, favoring the development of the crop, in addition to the growing demand worldwide for healthier foods and good management practices that contribute to the reduction of the indiscriminate use of chemical inputs, the balance of the ecosystem and environmentally correct practices. The objective of this work was to evaluate the attributes of soil and plant in the corn crop, under treatment with chemical fertilization, and the treatment with chemical fertilization associated with biological, in the no-tillage system in the straw, in the experimental area of the Polytechnic College of UFSM in the 2018/2019 harvest. The use of the biofertilizer Microgeo® presented itself as an alternative to decrease chemical fertilization in cultivation over the years, and it was obtained associated with chemical fertilization, an increase in the weight of a thousand grains of 21.9% in relation to the control where only chemical fertilization was used. It is concluded that with the use of chemical fertilizer associated with biological fertilizer, a significant increase was obtained in all evaluated attributes, such as decreased soil density, increased root volume and length, ear size, plant height, stem thickness, number of grains per ear, number of rows of grains per ear and PMG (weight of a thousand grains).

Keywords: *Zea mays*. Biofertilizer. Microgeo®.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Retirada do adubo biológico.....	21
FIGURA 2 – Croqui do experimento, em Santa Maria-RS.....	27
FIGURA 3 – Compostagem da CLC®.....	28
FIGURA 4 – CLC® após fermentação.....	30
FIGURA 5 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável resistência à penetração em Kpa no solo em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.....	33
FIGURA 6 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável Teste de Ball ou AVES em Qe no solo em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.....	34
FIGURA 7 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável comprimento das raízes (cm) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.....	35
FIGURA 8 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável espessura do caule (cm) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.....	35
FIGURA 9 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável altura de plantas (m) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.....	36
FIGURA 10 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável comprimento de espiga (cm) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.....	36
FIGURA 11 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável número de fileiras de grãos por espiga em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.....	37
FIGURA 12 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável número de grãos por espiga em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.....	38
FIGURA 13 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável peso de mil grãos (g) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias das avaliações realizadas por tratamento.....	31
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVEZ	Avaliação Visual da Estrutura do Solo
CLC	Compostagem Líquida Contínua
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
FEPAGRO	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
IBD	Associação de Certificação Instituto Biodinâmico
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PMG	Peso de Mil Grãos
SNA	Sociedade Nacional Agrícola
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	HISTÓRIA DA ADUBAÇÃO	16
2.2	BIOFERTILIZANTE	17
2.3	DESCRIÇÃO DO BIOFERTILIZANTE MICROGEO®.....	19
2.3.1	Recomendações do uso do biofertilizante Microgeo®.....	20
2.3.2	Estudos e Pesquisas com o biofertilizante Microgeo®.....	22
2.3.3	Compostagem Líquida Contínua (CLC).....	24
2.4	A IMPORTÂNCIA DO CULTIVO DO MILHO.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5	CONCLUSÕES	40
	REFERÊNCIAS	41
	ANEXO A – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	46
	ANEXO B – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO COMPRIMENTO DE RAIZ NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	47
	ANEXO C – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA ESPESSURA DO CAULE NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	48
	ANEXO D – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA ALTURA DE PLANTA NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	49
	ANEXO E – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO COMPRIMENTO DA ESPIGA NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA,RS	50
	ANEXO F – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO NÚMERO DE FILEIRAS DE GRÃOS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	51
	ANEXO G – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO NÚMERO DE GRÃOS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	52
	ANEXO H – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PESO DE MIL GRÃOS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	53
	ANEXO I – MÉDIAS DAS AVALIAÇÕES REALIZADAS POR BLOCO NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	54
	ANEXO J – TESTE DE AVES NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS: À ESQUERDA TESTEMUNHA, À DIREITA COM MICROGEO®	55
	ANEXO K – 10. COMPRIMENTO DA RAIZ OBTIDAS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	56
	ANEXO M – ALTURA DE PLANTAS OBTIDAS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS	57

ANEXO N – TAMANHO DE ESPIGAS OBTIDAS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.....	58
ANEXO O – MILHO TOMBADO (À ESQUERDA), ONDE NÃO FOI APLICADO MICROGEO® E, (À DIREITA) MILHO TRATADO COM MICROGEO® NO EXPERIMENTO EM SANTA MARIA, RS.....	59
ANEXO P – EQUIPE DA MICROGEO® QUE AUXILIOU NA COLETA DE DADOS NA ÉPOCA, NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.....	60

1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira presenciou um grande desenvolvimento durante os últimos 100 anos, obtendo, notavelmente, aumentos significativos na produtividade de grande número de culturas nas últimas três décadas. Isso se deve às inovações tecnológicas resultantes de inúmeras pesquisas e à difusão do uso dessas técnicas. Entre os componentes mais importantes para esse desenvolvimento da agricultura em relação ao aumento da produtividade agrícola, podemos citar a pesquisa em fertilidade do solo e as inovações científicas e tecnológicas, as quais permitiram o uso eficiente de corretivos e de fertilizantes na agricultura brasileira (LOPES; GUILHERME, 2007).

Indiscutivelmente, houve aumento de produção, mas com ela também vieram sérias consequências. Isso porque a agricultura moderna é caracterizada pelo alto investimento em maquinário e insumos, além de empregar o solo apenas como um suporte para desenvolvimento das plantas (PENTEADO, 2009). Desse modo, a diversidade microbiológica dos solos cultivados é afetada por vários fatores. O revolvimento do solo, o alto aporte de insumos químicos, a compactação, o cultivo de monoculturas e outras variáveis reduzem tal diversidade quando comparada com ecossistemas naturais.

Nesses sistemas alterados, há aumento da carga de insumos químicos com vistas ao controle de patógenos; no entanto, observa-se maior incidência e severidade de doenças de solo. Como consequência, apesar dos maiores investimentos no controle de doenças, a produtividade vem diminuindo. Esse fato pode ser associado à redução da diversidade microbiológica do solo, que diminui o nível de supressão a patógenos (GARBEVA *et al.*, 2006).

Embora os avanços científicos e tecnológicos tenham permitido enormes progressos, o desenvolvimento da atividade agrícola, de alguma forma, perturba o meio ambiente em relação à sua situação natural. Como exemplo, temos os graves problemas de deterioração dos solos e a grande multiplicação de “pragas e doenças” agrícolas (MEDEIROS; LOPES, 2006).

O modelo de produção agrícola convencional é economicamente viável. Entretanto, esse modelo é responsável por inúmeros impactos negativos ao meio ambiente e aos indivíduos que o compõem (SANTOS *et al.*, 2017).

Diante desse contexto, surge a necessidade da adoção de novas tecnologias que permitam uma produção equiparável, de tal forma que conserve os recursos naturais e diminua os impactos negativos ao meio ambiente (SANTOS *et al.*, 2017). Nessa perspectiva, é na tentativa de amenizar o impacto negativo dos fertilizantes químicos que os biofertilizantes vêm sendo cada vez mais utilizados como produtos alternativos. Eles são adotados na agricultura como opção de reaproveitamento de resíduos sem destinação adequada nas propriedades, incentivando a diminuição do uso de produtos químicos, contribuindo para a nutrição mineral de plantas e promovendo um manejo agroecológico sustentável (MAGRINI *et al.*, 2011).

Assim, o uso de tecnologias alternativas, como o biofertilizante, pelo fato de serem economicamente rentáveis, além de promoverem um melhor equilíbrio com o meio ambiente, vem sendo reconhecido em todo o mundo. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de avaliar os atributos de solo e planta na cultura do milho com adubação química e adubação química associada à biológica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRIA DA ADUBAÇÃO

A história da adubação teve início na China, na região do Rio Amarelo, 8 mil anos a.C. Os chineses fabricavam adubos com resíduo vegetal ou animal, como húmus dos rios e esterco humano. No Egito, por volta de 600 anos a.C., a civilização se aproveitava das cheias do rio Nilo para cultivar cevada, trigo e lentilha, pois, em suas margens, depositava-se uma camada de húmus com 20 m de profundidade, 15 km de largura e 800 km de extensão (DIAS, 2005).

Os povos da região Andina também eram grandes agricultores que conheciam técnicas sofisticadas de adubação. Construíam terraços com camadas de terras com mais de 3 m de altura, que eram feitos de pedras encaixadas recolhidas nos vales dos rios. Outra prova da sabedoria agrônômica dos índios dos Andes estava no emprego de guano nos plantios, material rico em fosfato de cálcio, ureia, sulfato de sódio e potássio, resultante de uma mistura de fezes e restos de aves marinhas que eles buscavam no litoral do Oceano Pacífico (DIAS, 2005).

A adubação começou a ser tratada como negócio na Idade Média, mais especificamente na região entre França, Bélgica e Holanda, conhecida como Flandres. Os agricultores adubavam as lavouras com esterco animal, lixo humano e lodo de esgoto. O consumo foi tal que as cidades da região foram consideradas as mais limpas da Europa (QUARTUCCI, 2007).

A primeira fábrica de fertilizantes de que se tem notícias surgiu em 1843, na Inglaterra, com a fabricação de superfosfato simples. Entretanto, o grande avanço no mundo dos fertilizantes ocorreu com a síntese da amônia, possibilitando o surgimento dos adubos nitrogenados (QUARTUCCI, 2007).

Da metade do século XIX até o início do século XX, foi o período em que ocorreu grande progresso na compreensão sobre nutrição de plantas e adubação das culturas. À medida que as civilizações entram no século XXI e a população do mundo continua a aumentar, é óbvia a importância de um contínuo aumento na produção de alimentos (LOPES; GUILHERME, 2007).

Avanços nas pesquisas foram alcançados ao longo dos anos. Melhorias têm sido obtidas e deverão continuar a ser alcançadas com o desenvolvimento de materiais fertilizantes mais eficientes. Por sua vez, problemas relativos a solos,

irrigação ou controle de pragas e doenças podem ser frequentemente detectados, mas corrigidos a tempo de prevenir sérias diminuições na produtividade (LOPES; GUILHERME, 2007).

2.2 BIOFERTILIZANTE

Nos últimos anos, a preferência mundial dos consumidores por alimentos e produtos mais saudáveis, produzidos sem o fornecimento de fertilizantes minerais sintéticos às plantas e ao solo, tem estimulado uma produção agrícola com substituição parcial ou total desses fertilizantes por insumos orgânicos (DINIZ *et al.*, 2011).

No Brasil, o emprego dos biofertilizantes foi iniciado apenas na década de 1990, com a finalidade de controlar doenças e pragas, proporcionar suprimento nutricional via adubação foliar e até mesmo ativar o crescimento de plantas (SANTOS, 1992). O Brasil precisa que essa tecnologia seja adotada com mais frequência, principalmente se comparado à China e à Índia, que são os maiores produtores e consumidores dessa biotecnologia, tendo mais de 150 mil unidades instaladas (MEDEIROS, 2002).

Essa tecnologia de processo vem revolucionando a agricultura e encontra fundamentos na teoria da trofobiose, desenvolvida pelo pesquisador francês Francis Chaboussou. Em 1967, ele afirmou que todo processo vital está na dependência da satisfação das necessidades dos organismos vivos, sejam eles vegetais ou animais (CHABOUSSOU, 1980; CHABOUSSOU 1985). Segundo Chaboussou, a planta, ou mais precisamente, o órgão vegetal, será atacado somente quando seu estado bioquímico, determinado pela natureza e pelo teor de substâncias nutritivas solúveis, corresponder às exigências tróficas (de alimentação) da praga ou do patógeno em questão (CHABOUSSOU, 1980; CHABOUSSOU, 1985).

Nessa perspectiva, estudos comprovam que produtos químicos sintéticos, tais como agrotóxicos e fertilizantes minerais solúveis, contêm substâncias que interferem na proteossíntese, provocando o acúmulo de aminoácidos livres e açúcares redutores nos tecidos da planta, reduzindo sua resistência a pragas e doenças (CHABOUSSOU, 1999; ALVES *et al.*, 2001; TOKESHI, 2002).

Os biofertilizantes mais conhecidos no Brasil são o “Biogeo” (produzido a partir de microorganismos selecionados, denominados Microgeo), o “Agrobio” (desenvolvido pela Embrapa Agrobiologia) e o “Supermagro”. Todos possuem

características distintas, sendo desenvolvidos para diferentes sistemas de produção (GONÇALVES *et al.*, 2009).

O uso de biofertilizante, portanto, surge como uma alternativa de fertilidade do solo e proteção para as culturas, proporcionando o aumento da produtividade. Isso porque, além de serem importantes fontes de macro e micronutrientes, os biofertilizantes funcionam como defensivos naturais quando regularmente aplicados via foliar (SANTOS *et al.*, 2017).

Não existe uma formulação padrão para produção de biofertilizantes. Receitas variadas vêm sendo testadas e utilizadas por pesquisadores com diferentes finalidades (ALVES *et al.*, 2001). Os biofertilizantes são de fácil preparação e o agricultor pode fazê-los na própria propriedade, de modo que é um produto de baixo custo para o produtor rural (MAGRINI *et al.*, 2011).

O biofertilizante atua direta e indiretamente no sistema solo-planta e tem ação de inseticida, fungicida, acaricidas e repelentes. Ainda, atua no metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes no solo, substituindo fertilizantes e agrotóxicos, tendo a vantagem de serem de baixo custo e não agressivos ao meio ambiente (MEDEIROS; LOPES, 2006).

O biofertilizante pode ser produzido de forma anaeróbia ou aeróbia, podendo ser aplicado no solo ou via foliar. É um composto que concentra altas doses de macronutrientes, micronutrientes, proteínas, enzimas e vitaminas. Ademais, tem um alto número de microrganismos que sintetizam substâncias antibióticas que agem como fungistáticas e bacteriostáticas de fitopatógenos causadores de danos em lavouras comerciais (PENTEADO, 2004).

O biofertilizante apresenta macro e micronutrientes assimiláveis pelo vegetal, tais como, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, silício, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês. O seu pH pode variar de 7,0 a 8,0, podendo ser inferior quando a fermentação for incompleta (SANTOS, 1992).

Pesquisas têm sido desenvolvidas com a utilização de biofertilizantes na agricultura. Na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), o biofertilizante à base de esterco bovino apresentou aumento da área foliar, da parte aérea e da matéria seca das folhas, dos caules e do pecíolo, demonstrando melhores rendimentos na área tratada com adubo biológico (GALBIATTI *et al.*, 2011).

Rebouças Neto *et al.* (2016), ao avaliarem o crescimento inicial do milho com concentrações de biofertilizante bovino, perceberam elevação da matéria seca da

parte aérea e da raiz, além da matéria seca total. Ainda em avaliação na cultura do milho, Ferreira (2012) obteve evidências quanto ao acréscimo de produtividade com a utilização de biofertilizante bovino. O autor também relata redução na densidade aparente do solo na camada de 0 a 20 cm, aumento da velocidade de infiltração básica de água no solo, melhoria no desenvolvimento de área foliar e no acúmulo de matéria seca de folhas.

2.3 DESCRIÇÃO DO BIOFERTILIZANTE MICROGEO®

A prática da adubação biológica com fertilizante teve início com ações no Paraguai e em Uganda, na África, e já está difundida na agricultura brasileira. Como essa prática visa à fertilidade biológica do solo, ela atende à necessidade de todas as culturas. Ao utilizar a atividade biológica dos herbívoros ruminantes na produção do adubo biológico, usa-se também o biofilme de vegetais como as gramíneas, ampliando a biodiversidade microbiológica, principalmente para o equilíbrio biológico na manutenção do vigor das monoculturas (MEDEIROS *et al.*, 2003).

O biofertilizante Microgeo® é um composto orgânico, com registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e certificado pelo Associação de Certificação Instituto Biodinâmico (IBD). É um composto preparado à base de diversas fontes orgânicas e inorgânicas, sendo enriquecido com rochas moídas com cerca de 48% de silicatos de Mg, Ca, Fe e micronutrientes (PEREIRA *et al.*, 2018).

O produto comercial Microgeo® foi desenvolvido a partir de pesquisas realizadas na ESALQ/USP¹ (MEDEIROS *et al.*, 2003), sendo produzido e comercializado pela empresa Microbiol, 100% brasileira no setor de biológicos, fundada no ano 2000 na cidade de Limeira-SP. Ela está presente em todos os estados brasileiros, além de estar em países vizinhos, como Paraguai e Uruguai (MICROBIOL, 2020a).

O Microgeo® é um produto que inclui preparados biodinâmicos elaborados a partir de plantas medicinais mil-folhas (*Achillea millefolium*), camomila (*Matricaria chamomilla*), urtiga (*Urtica dioica*), casca-de-carvalho (*Quercus Sp.*), dente-de-leão (*Taraxacum officinale*) e valeriana (*Valeriana officinalis*), que organizam os processos de fermentação do composto e dos biofertilizantes (D'ANDREA, 2003). Segundo o

¹ ESALQ/USP - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ Universidade de São Paulo.

fabricante, trata-se de um componente balanceado que nutre, regula e mantém a produção contínua do adubo biológico por meio do processo de Compostagem Líquida Contínua (CLC) (MICROBIOL, 2020b).

D'Andrea, engenheiro agrônomo e diretor de pesquisa e desenvolvimento da Microgeo®, revela que, aos poucos, dissemina-se a consciência de que solo, lavouras, ar e água estão conectados em uma complexa teia de elementos e organismos. Em diversos pontos dessa teia, ao restabelecer o microbioma do solo, processos do manejo agrícola são integrados à sustentabilidade. Física, química e biologia estão em sinergia com o produto, o qual faz conexão entre o microbioma do solo com a planta enraizada e o solo reestruturado. D'Andrea ainda completa que, independentemente do ambiente e da cultura, a tecnologia conecta, por via biótica, todos os fatores da produção agrícola, ao reestruturar o solo, enraizar as plantas, melhorar a eficiência dos fertilizantes e promover a sanidade vegetal (D'ANDREA, 2019).

De acordo com Sociedade Nacional Agrícola (SNA), o produto pode ser aplicado via pulverização ou fertirrigação em qualquer temperatura, luminosidade ou mesmo umidade, junto com defensivos químicos ou biológicos, fertilizantes, insumos foliares, vinhaça, dentre outros (SNA, 2018).

2.3.1 Recomendações do uso do biofertilizante Microgeo®

Algumas regras são comuns para a fabricação de quaisquer biofertilizantes. Inicialmente, o biofertilizante na forma líquida é assimilado com maior rapidez, tendo grande utilidade para culturas que necessitam de quantidade elevada de nutrientes em ciclo curto (BARROS; LIBERALINO FILHO, 2008).

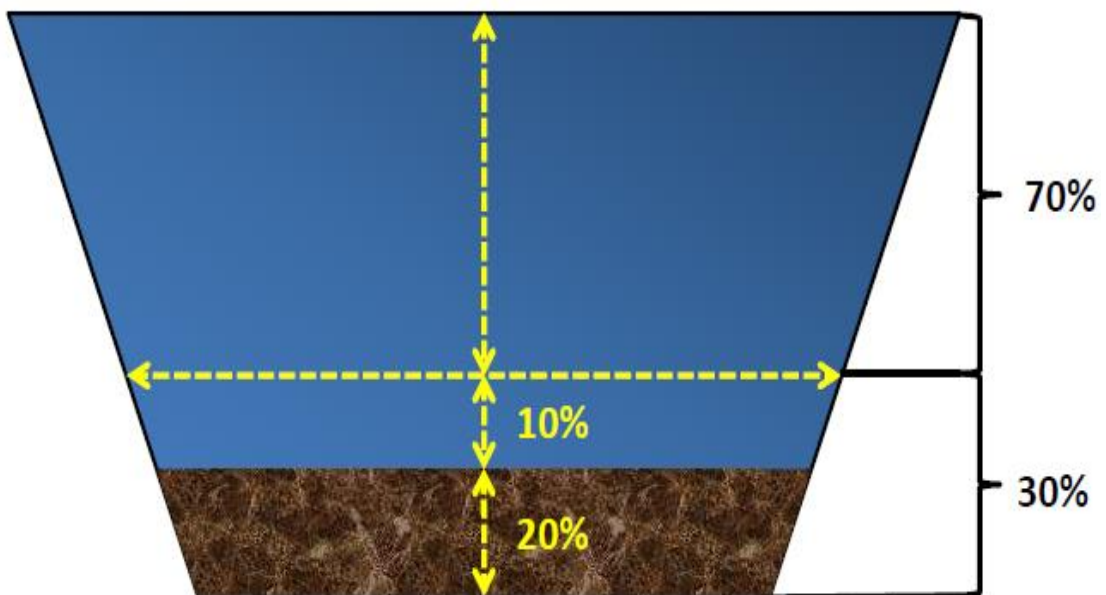
A temperatura deve ficar o mais próxima de 38°C, pois é a temperatura encontrada no rumem bovino; dessa forma, é considerada a temperatura ideal para a multiplicação dos microrganismos responsáveis pela fermentação. Assim, a localização dos tonéis pode ser um fator-chave no controle da temperatura. Nas regiões quentes do Brasil, deve-se tomar cuidado com o aquecimento excessivo do biofertilizante, sendo necessário evitar, nesses casos, que o tonel pegue sol nas horas mais quentes do dia. Já nas regiões mais frias, o tonel deve estar localizado a pleno sol na maior parte do ano, sem risco de superaquecimento. Ressalta-se que o tonel não deve ser transparente, pois a luz degrada substâncias importantes do

biofertilizante e é prejudicial ao desenvolvimento dos microrganismos (GONÇALVES *et al.*, 2009).

O ideal é que se mantenha o tonel sempre tampado para evitar a proliferação de moscas e outros insetos. Porém, ao produzir biofertilizantes de forma aeróbica, ou seja, em contato com o ar, a tampa não pode ser totalmente vedada, apenas o suficiente para evitar a entrada de insetos. O tonel de preparação deve estar localizado, preferencialmente, junto ao campo de produção (GONÇALVES *et al.*, 2009).

Gonçalves *et al.* (2009) afirmam que, após a preparação de qualquer tipo de biofertilizante, é recomendável guardar um pouco de material sedimentado no fundo do tonel para iniciar uma nova fermentação. Esse material é denominado “pé-de-cuba” ou “*starting*”. Essa prática é importante, pois com ela são selecionados microrganismos adaptados a viver no material de origem do biofertilizante, o que melhorará continuamente a qualidade da fermentação. Como inoculante, também é possível utilizar 250 ml de biofertilizante pronto, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 – Retirada do adubo biológico.



Fonte: (BRETNER, 201?).

2.3.2 Estudos e Pesquisas com o biofertilizante Microgeo®

Além da conservação da biodiversidade microbiológica por meio da rotação de culturas (diversidade de plantas), existem produtos que são utilizados com a finalidade de estimular processos bioquímicos e modular atividades fisiológicas de microrganismos e plantas. Nesse sentido, diversos trabalhos vêm sendo realizados a fim de que o uso da tecnologia do produto comercial Microgeo® na agricultura seja validado.

Diversos estudos em diversas culturas mostram resultados positivos em relação à utilização da adubação biológica de forma isolada ou acompanhada de fertilizantes químicos. Na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), por exemplo, Franco (2009) constatou resultados significativos quanto ao teor de sólidos solúveis e ao aumento da produtividade da cana-de-açúcar com a aplicação, via solo, do produto Microgeo®.

Na cultura do arroz (*Oriza sativa* L.), a aplicação do adubo biológico Microgeo® via solo promoveu a manutenção de seu pH após a colheita, tendo auxiliado na elevação da disponibilidade de P (Fósforo) e na mineralização da matéria orgânica, confirmando que o produto pode ser uma alternativa viável de fertilização do solo. Além disso, o uso do biofertilizante pode influenciar na redução da compactação do solo. Bellini *et al.* (2013) advertem que, para essa comprovação, são necessários estudos mais detalhados, os quais já estão em desenvolvimento na mesma área experimental.

Já na cultura do café (*Coffea sp*), Garcia *et al.* (2015) avaliaram o efeito proporcionado pelo Microgeo® sobre a dinâmica do nutriente fósforo no sistema solo-planta, assim como sobre variáveis nutricionais, vegetativas e produtivas da planta do cafeeiro. Como resultado, observaram que o adubo biológico obtido pela multiplicação dos microrganismos ruminais, utilizando o substrato Microgeo®, aumentou a disponibilização do fósforo no solo quando foram fornecidas as dosagens acima de 80 kg/ha de P₂O₅.

Considerando o histórico da área com fornecimento desse nutriente e fato de o aumento ter ocorrido somente para as maiores dosagens, é possível afirmar que uma aplicação anual do adubo biológico Microgeo® reduz a fixação do fósforo fornecido via superfosfato simples, reduzindo a necessidade de reaplicação ao longo dos anos.

Garcia et al. (2015) complementam que o adubo biológico Microgeo® aplicado no início das chuvas, uma vez ao ano, aumenta a disponibilização de fósforo fornecido via superfosfato simples, reduzindo a demanda do nutriente nos anos seguintes. De acordo com os autores, isso ocorre porque, no início do período chuvoso, antes da reaplicação, o fósforo é encontrado em maiores teores tanto no solo quanto nas folhas durante os tratamentos com adubo biológico Microgeo®.

Em experimentos realizados por Silva *et al.* (2009), a adubação biológica apresentou efeitos significativos na melhoria das condições dos solos, sendo esse efeito mais pronunciado na camada superficial (0 a 7 cm). Os autores atribuem esse fato à interação dos efeitos da adubação biológica e do sistema radicular das culturas. Outros efeitos benéficos da utilização do Microgeo® foram observados por Fiorin e Venzke Filho (s. d.). Seus achados foram publicados no site da empresa Microgeo® e se referem à solubilização de fosfatos (nas formas de fosfato de cálcio e hexafosfato de inositol) e à decomposição de materiais orgânicos, como amido e celulose. Esses trabalhos também vêm demonstrando a eficiência do Microgeo® na reestruturação de solos sob sistemas de plantio direto.

Na cultura do milho (*Zea mays*), a aplicação do biofertilizante Microgeo® via solo possibilita o estado nutricional e produtivo em sistema de plantio direto no Cerrado goiano. Os autores advertem que novos estudos devem ser realizados a fim de verificar se o uso contínuo promove melhoras gradativas na fertilidade dos solos do Cerrado (PEREIRA *et al.*, 2018).

Em algumas situações, o Microgeo® não apresentou resultados promissores. Conforme relata Roel *et al.* (2007), ao avaliar o uso de fertilizantes orgânicos na produção de alface (*Lactuca sativa*), dentre eles o Microgeo®, não houve alterações nos valores de massa fresca e massa seca nas cultivares avaliadas.

Mesquita *et al.* (2014) avaliaram a utilização de biofertilizante na produção de duas cultivares de melão (*Cucumis melo*). Os autores observaram que, nas condições em que o experimento foi realizado, o uso de biofertilizante comercial Microgeo®, aplicado via solo, não trouxe benefícios em termos produtivos e qualitativos aos frutos de melão. Mesmo com o uso de diferentes doses na cultura do meloeiro, não houve incremento no rendimento de frutos da cultura.

Freitas *et al.* (2016) avaliaram atributos físicos no solo e produtividade da planta após a aplicação de biofertilizante Microgeo®, via solo, na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*). Nas condições em que o ensaio foi conduzido, concluiu-se que a

aplicação de Microgeo® não influenciou no desenvolvimento de plantas; conseqüentemente, não houve influência na resistência à penetração nas profundidades 0-25 e 25-50 cm.

Pedó *et al.* (2016) avaliaram o efeito da adubação biológica sobre a qualidade química e física do solo e seus reflexos na produtividade da soja (*Glycine max*). Não foi observada variação das médias para produtividade, demonstrando, assim, que a aplicação ou não do produto no primeiro ano não influenciou na produtividade da cultura. Os autores consideraram os resultados normais, visto que o Microgeo® atua melhorando a qualidade biológica do solo e, por consequência, os efeitos podem ser percebidos com dois ou três anos de aplicação.

Figueiredo *et al.* (2017) avaliaram o desenvolvimento vegetativo, a produtividade e o rendimento do cafeeiro (*Coffea arabica L.*) com e sem utilização do adubo biológico via foliar. Os autores não observaram diferença estatística para rendimento, ou seja, não houve elevação do rendimento da cultura para a bienalidade. Aparecido *et al.* (2017) obtiveram resultados similares ao avaliarem a efetividade do fertilizante biológico Microgeo® no crescimento inicial do cafeeiro. Constataram que a utilização da adubação biológica no cafeeiro arábica recém transplantado não promoveu melhorias no crescimento vegetativo e na primeira produção de café.

2.3.3 Compostagem Líquida Contínua (CLC)

A Compostagem Líquida Contínua (CLC) também é denominada Biofábrica®, que são tanques destinados à produção contínua do adubo biológico com o produto Microgeo®. A CLC deve ser instalada na propriedade numa área que receba luz solar direta e próxima de fonte de água não clorada (MICROBIOL, 2020b).

D'Andréa e Medeiros (2002) fundamentaram o processo de compostagem líquida. Conforme o dimensionamento da produção, os tanques podem ser utilizados para volumes de até 1.000 l, em caixas plásticas ou de fibrocimento. Para volumes maiores, são construídas, diretamente no solo, "piscinas" com as dimensões do volume pretendido e com a profundidade máxima de 1 m, sendo revestidas com lona plástica. A localização do tanque deve ser em área ensolarada, e ele deve ser mantido descoberto. Para o dimensionamento do volume do tanque, deverá ser considerado um consumo diário máximo de 10% de biofertilizante da sua capacidade (MEDEIROS; LOPES, 2006).

A CLC com usos de esterco e composto orgânico enriquecido segue os seguintes passos: adiciona-se no tanque o esterco fresco de gado (inoculante), um composto orgânico enriquecido com minerais (Ex.: Microgeo®) e água não clorada. No caso do Microgeo®, o preparo é feito nas seguintes proporções: 1,0 kg do composto / 4,0 l de esterco / 20,0 l de água (completando o volume). Agitar duas vezes ao dia manualmente com um “rodo”, o que também permitirá determinar a espessura da camada orgânica (biomassa) depositada no fundo do tanque, auxiliando na quantificação da reposição do esterco de gado no processo CLC. Iniciar o uso do biofertilizante com aproximadamente 15 dias após a mistura inicial dos insumos (MEDEIROS; LOPES, 2006).

De acordo com Microbiol (2001), na manutenção da CLC, os volumes consumidos de biofertilizante devem ser contabilizados diariamente, repondo os insumos no tanque nas seguintes proporções:

a) reposição do composto orgânico – para cada 30,0 a 40,0 l de biofertilizante usado, repor 1,0 kg do composto/inoculante. O intervalo de reposição poderá ser semanal ou até mesmo mensal.

b) reposição do esterco de gado – adicionar um volume de esterco de gado (fresco) suficiente para manter a proporção biomassa/água do início do processo, sempre que verificar, com ajuda do “rodo”, a diminuição da camada orgânica no fundo do tanque.

c) reposição da água – deve ser feita em função do volume de biofertilizante consumido, da evaporação e das chuvas. O volume de água adicionado deverá ser o suficiente para a manutenção do nível do tanque. Deve-se manter descobertos os tanques com mais de 1.000 l, retirando para uso posterior o volume do biofertilizante que eventualmente poderá transbordar, armazenando-o em tambores.

Segundo Medeiros *et al.* (2003) o uso da compostagem líquida promove uma multiplicação de microrganismos degradadores, além de ser uma alternativa para minimizar problemas de contaminação dos solos.

2.4 A IMPORTÂNCIA DO CULTIVO DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea da família *Poaceae*, originária da América Central ou do México e com grande variabilidade genética, podendo ser cultivada em regiões tropicais e subtropicais (UDRY; DUARTE, 2000). É o cereal mais

cultivado no mundo e possui papel fundamental na economia brasileira. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, tendo os EUA e a China como maiores produtores; ademais, o Brasil é o segundo maior exportador de milho, ficando atrás apenas dos EUA. A produção brasileira de milho na safra 2019/2020 alcançou uma produção de 110,0 milhões de toneladas (FIESP, 2020).

A importância econômica do milho para o Brasil e o mundo é ampla, principalmente pelas múltiplas formas de utilização, que vão desde a alimentação humana e animal até as indústrias de alta tecnologia. Com o aumento da demanda nos últimos anos, os produtores têm procurado se adequar a novas tecnologias e buscar manejos mais eficientes que garantam o aumento da produtividade de suas lavouras (TIGGES *et al.*, 2016).

A Sociedade Nacional Agrícola (SNA) estimou um aumento na produtividade média da safra de milho verão 2020/2021, indo de 5.709 quilos por hectare para 6.221 quilos por hectare (SNA, 2020). As mudanças que vêm ocorrendo nos sistemas de produção de milho no Brasil comprovam a profissionalização dos produtores. Essas mudanças, associadas ao papel cada vez mais importante de técnicos, consultores e extensionistas da rede pública e, especialmente, da rede privada além do maior fluxo de informações, são as principais causas para essa profissionalização do setor produtivo. Além disso, várias tecnologias ligadas à cultura foram implementadas ou ainda estão sendo implementadas no agronegócio brasileiro (EMBRAPA, 2014).

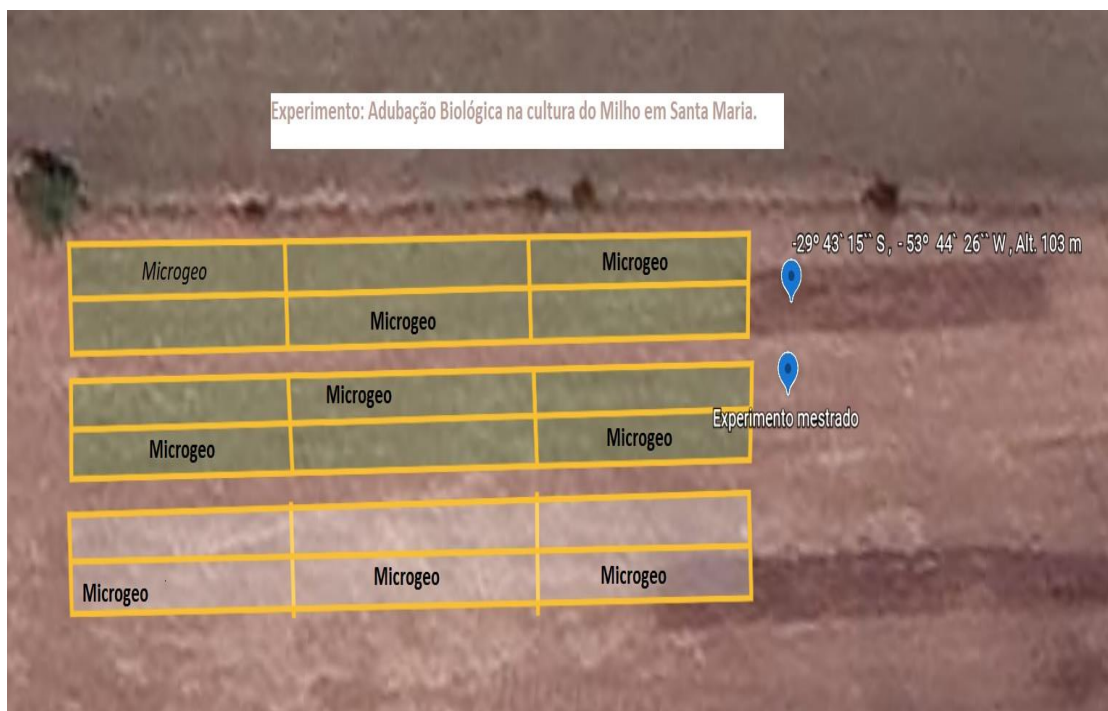
A demanda por milho tem crescido mundialmente ao longo dos últimos anos, fazendo com que produtores tenham que adequar o manejo para aumentar as produtividades de suas lavouras (TIGGES *et al.*, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na denominada Área Nova do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no campus de Santa Maria-RS, situada na região central do estado, nas coordenadas 29°43'15" Sul e 53°44'26" Oeste, com 130 m de altitude. O solo típico da área é o Argissolo Vermelho Distrófico típico.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, composto por 3 blocos, dois tratamentos e três repetições por tratamento em cada bloco, totalizando 18 parcelas (Figura 2). Os tratamentos foram dois: T1 – sem adubação biológica (testemunha) e T2 – com adubação biológica. Foram aplicados 30 litros no sulco de plantio, após a sementeira, antes da emergência das plantas, e 120 litros via foliar, na fase vegetativa, com pulverizador costal, totalizando 150l/ha com o adubo biológico (Microgeo®). Em todos os tratamentos, foi utilizada a adubação de base de 400 kg/ha da formulação 05-30-15 e ureia a lanço em cobertura 150 kg/ha no dia 18 de fevereiro de 2019.

Figura 2 – Croqui do experimento, em Santa Maria-RS.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O experimento foi realizado na cultura do milho (*Zea mays*), entre o período de dezembro de 2018 a março de 2019, com semeadura no dia 10 de dezembro de 2018. O milho híbrido utilizado para o plantio foi AG 8780, na versão VTPRO3, com população de semeadura de 70 mil plantas, mas as populações inicial e final não foram avaliadas.

O milho AG 8780 VTPRO3 proporciona elevado peso de grãos e alto potencial produtivo, o que é favorável para diferentes ambientes e épocas de plantio. Além disso, o AG 8780 VTPRO3 apresenta tolerância às principais doenças que afetam o colmo e os grãos, como a diplodia (*Dipodia maydis*), resultando em menor ocorrência de grãos ardidos e, conseqüentemente, proporcionando melhores resultados e baixos riscos (FEPAGRO, 2016).

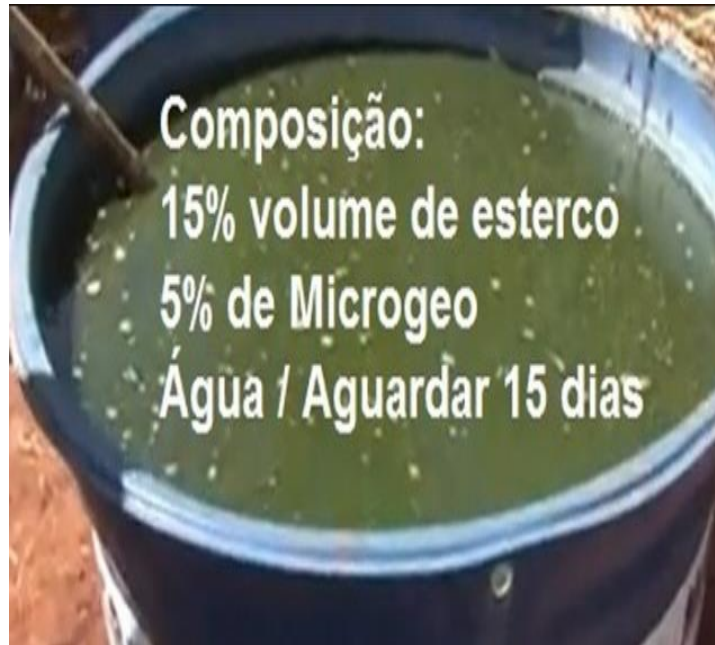
O produto utilizado no experimento foi o Microgeo[®], produzido em biofábrica e aplicado por Compostagem Líquida Contínua (CLC), por meio da mistura de esterco bovino fresco na proporção de 15% do volume, 5% do produto Microgeo[®] como meio de cultura e água potável (Figura 3). O processo de fermentação durou 15 dias até o produto estar estável para aplicação (Figura 4). O adubo biológico Microgeo[®] foi preparado e aplicado conforme a recomendação do fabricante, já descrita neste texto.

Figura 3 – Compostagem da CLC[®].



Fonte: (BRETNER, 2011).

Figura 4 – CLC® após a fermentação.



Fonte: (D'ANDREA, 2019).

Foram avaliados diversos atributos de solo e de plantas. Em cada parcela, foram avaliadas cinco plantas determinadas aleatoriamente. Nas plantas, foram realizadas biometrias ou avaliações fenométricas de: altura de plantas (AP), comprimento de raiz (CR), espessura de colmo (EC) e avaliação dos componentes de rendimento. Os componentes de rendimento avaliados foram: número de fileiras de grãos na espiga (FG), número de grãos por espiga (GE), comprimento da espiga (CE) e peso de mil grãos (PMG). No solo, foi avaliada a resistência à penetração, com penetrômetro de solo (RP) da marca FALKER, modelo PenetroLOG, até a profundidade de 40 centímetros, com leituras de centímetro em centímetro, e realizado o teste de BALL, VESS ou AVES (Aparência Visual da Estrutura do Solo).

O método da avaliação visual da estrutura do solo (AVES ou VESS), desenvolvido por Ball *et al.* (2007) e aperfeiçoado por Guimarães *et al.* (2011), consiste na retirada de uma fatia de solo indeformada com o auxílio de uma pá de corte. Essa fatia tem, aproximadamente, 25 cm de profundidade, 20 cm de largura e 10 cm de espessura, a qual é fragmentada manualmente, respeitando os planos de fratura entre os agregados sempre que possível e comparando com uma carta visual para atribuir notas à estrutura do solo presente na amostra. Tamanho, resistência e

porosidade de agregados, raízes e cor do solo são os principais critérios utilizados para definir a qualidade estrutural do solo (Qe). As notas variam de 1 [qualidade estrutural boa] a 5 [qualidade estrutural pobre] (BALL; BATEY; MUNKHOLM, 2007).

Para análise estatística dos resultados, foi realizada a ANOVA (Análise de Variância) e, posteriormente, a comparação de médias dos parâmetros avaliados, por meio do Teste de Tukey a 5 % com o uso dos programas SISVAR e STATISCA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados estatísticos, podemos observar uma considerável contribuição da adubação biológica, com o adubo Microgeo[®], associada à adubação química na melhoria dos atributos avaliados. A utilização do produto contribuiu significativamente na descompactação do solo, na reestruturação dos agregados do solo e no aumento de biomassa das raízes, do colmo, das folhas, das espigas e dos grãos, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Médias das avaliações realizadas por tratamento.

VARIÁVEL	COM ADUBAÇÃO BIOLÓGICA	SEM ADUBAÇÃO BIOLÓGICA	DIFERENÇA	%
Resistência à penetração (KPa)	2452,44 a*	2982,44 b	530	-17,77
Teste de Ball (AVES)	2,4	3,1	0,7	-29,2
Comprimento de raiz (cm)	25,29 a	17,33 b	7,96	45,9
Espessura do colmo (cm)	2,28 a	1,89 b	0,39	29,6
Altura de planta (m)	2,21 a	1,90 b	0,31	16,4
Comprimento da espiga (cm)	24,37 a	20,62 b	3,75	18,2
Número de fileiras de grãos	18,44 a	17,07 b	1,37	8,02
Número de grãos por espiga	718,73 a	644,49 b	74,2	11,52
Peso de mil grãos (g)	292,64 a	240,93 b	51,71	21,9

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pela autor.

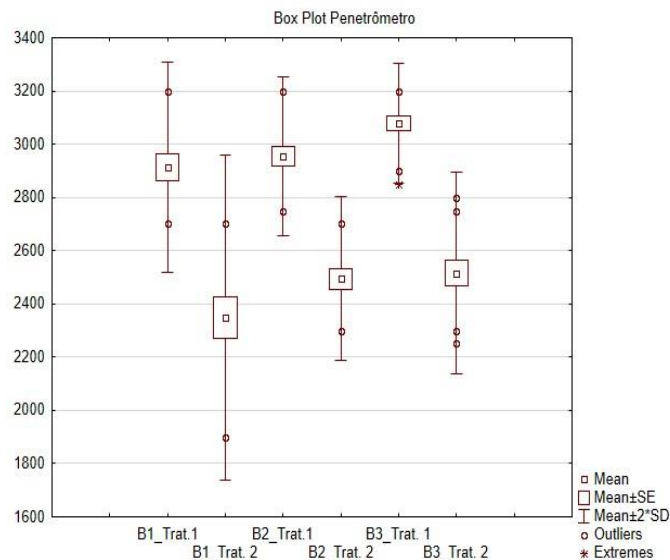
O tratamento com o adubo biológico Microgeo[®] associado à adubação química apresentou melhor desenvolvimento das plantas e maior volume de raízes e estrutura de solo em relação à testemunha somente com adubação química. Isso se justifica pelas relações sinérgicas de solo-planta com a recomposição do microbioma do solo por meio da aplicação do adubo biológico, o qual nutre e recompõe a microbiota do solo, viabilizando que a planta faça o recrutamento microbiano pela exsudação de metabolitos pelas raízes, atraindo microrganismos benéficos específicos para as necessidades da planta.

Quanto aos atributos de solo avaliados, a resistência à penetração apresentou uma diferença de 530 Kpa em relação à testemunha, o que correspondeu a 17,77%

na diminuição da resistência. Isso explica um volume e uma profundidade maior de raízes, possibilitando uma maior exploração da adubação pelas plantas, bem como a absorção de água.

Segundo Vepraskas e Miner (1986), valores de RP de 2800 a 3200 KPa retardam a elongação das raízes, e com 4000 Kpa não há crescimento de raízes. Cintra e Mielniczuk (1983) encontraram redução de 50% no comprimento radicular de várias culturas quando a RP foi de 1100 KPa, em latossolo muito argiloso. A Figura 5 apresenta a comparação de médias dos resultados obtidos.

Figura 5 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável resistência à penetração em Kpa no solo em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.

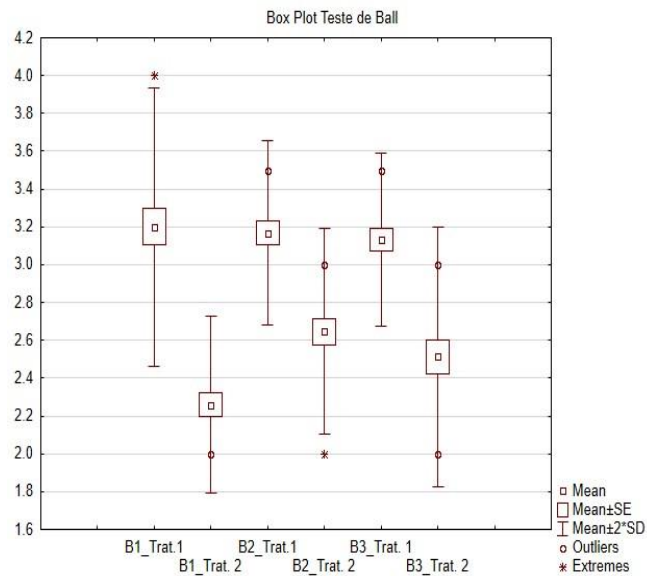


Fonte: Elaborada pelo autor.

No Teste de Ball ou AVES (Ball *et al.*, 2007), observou-se uma evolução na estrutura e reestruturação do solo, num percentual de 29,2%, com diferença de 0,7 pontos na avaliação visual dos agregados, conforme apresentado na Tabela 1 e na Figura 6.

Segundo Ball *et al.* (2007), escores do Qe (qualidade da estrutura do solo) até 2,9 indicam um bom manejo; acima disso, sugere-se a sua melhoria (mau manejo). As notas variam de 1 (qualidade estrutural boa) a 5 (qualidade estrutural pobre).

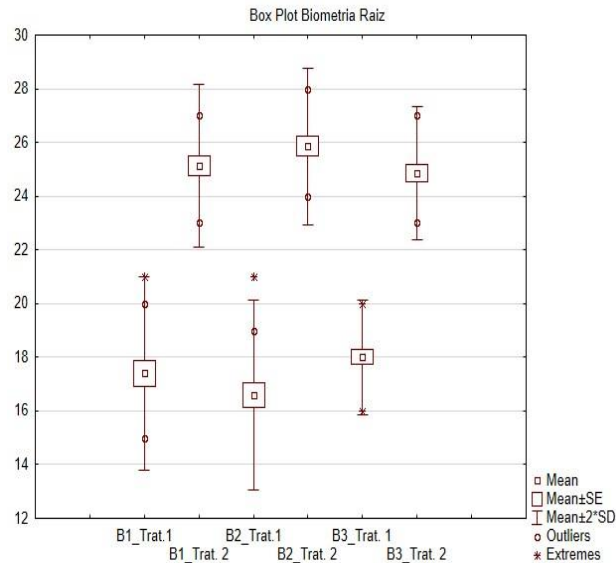
Figura 6 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável Teste de Ball ou AVES em Qe no solo em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em relação ao comprimento das raízes, houve um incremento de 45,9% em relação à testemunha, com diferença de 7,96 cm (Tabela 1 e Figura 7). Esse resultado está relacionado à avaliação da resistência do solo à penetração, tendo sido encontrada menor resistência no tratamento com Microgeo®. Isso também pode ter contribuído para um menor índice de tombamento das plantas, conforme apresentado no Anexo M.

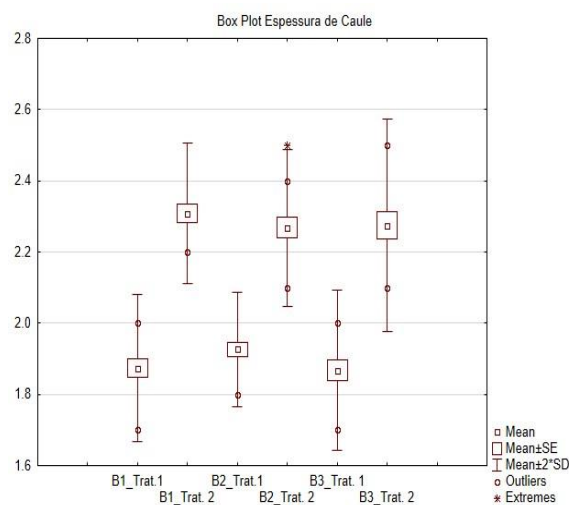
Figura 7 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável comprimento das raízes (cm) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à espessura do caule, observou-se uma diferença de 0,39 cm, o que corresponde a um aumento de 20,6% no tratamento com Microgeo® em relação à testemunha (Tabela 1 e Figura 8). Esse resultado também pode ter influenciado no menor tombamento das plantas, assim como o comprimento de raízes.

Figura 8 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável espessura do caule (cm) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.

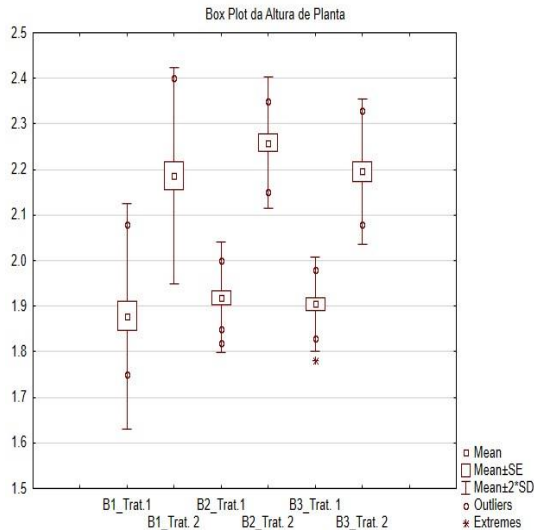


Fonte: Elaborada pelo autor.

Em relação à variável altura das plantas, houve um incremento de 31 cm na altura das plantas que receberam o tratamento com o produto biológico em relação à

testemunha (Tabela 1 e Figura 9), apresentando-se 16,4% maiores, o que proporcionou um maior acúmulo de biomassa.

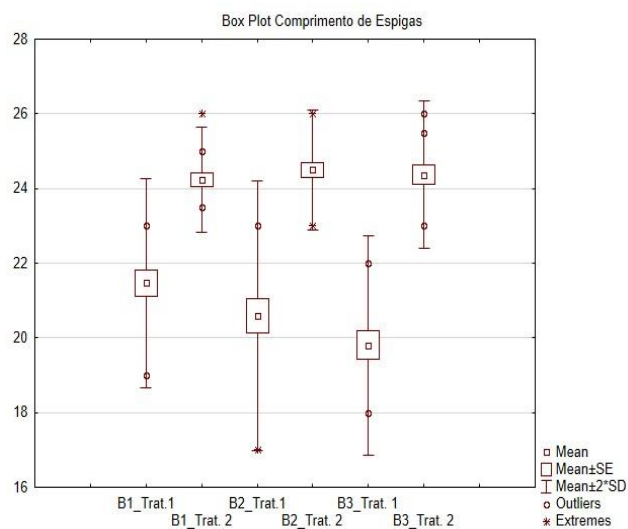
Figura 9 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável altura de plantas (m) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.



Fonte: Elaborada pelo autor.

No comprimento da espiga, houve uma diferença de 3,75 cm a favor do tratamento com Microgeo® em relação à testemunha, sendo essa diferença de 18,2% (Tabela 1 e Figura 10). O maior comprimento de espiga pode estar relacionado à maior biomassa e ao volume total de raízes.

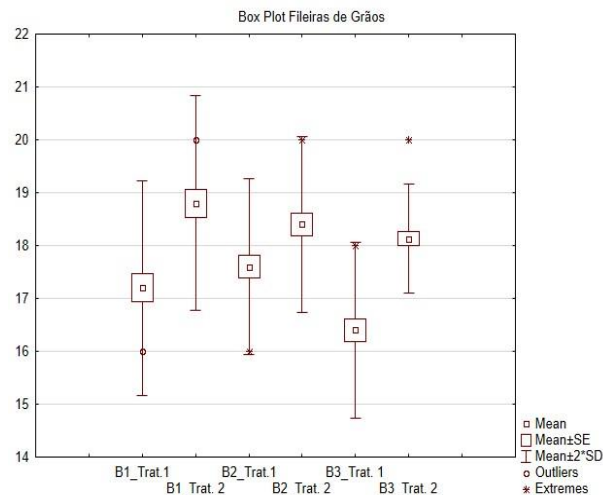
Figura 10 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável comprimento de espiga (cm) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em relação ao número de fileiras de grãos por espiga, observou-se uma diferença de 8,02% no tratamento com adubo biológico (Tabela 1 e Figura 11). As espigas da área que recebeu o tratamento apresentaram, em média, 1,37 fileiras a mais que a testemunha.

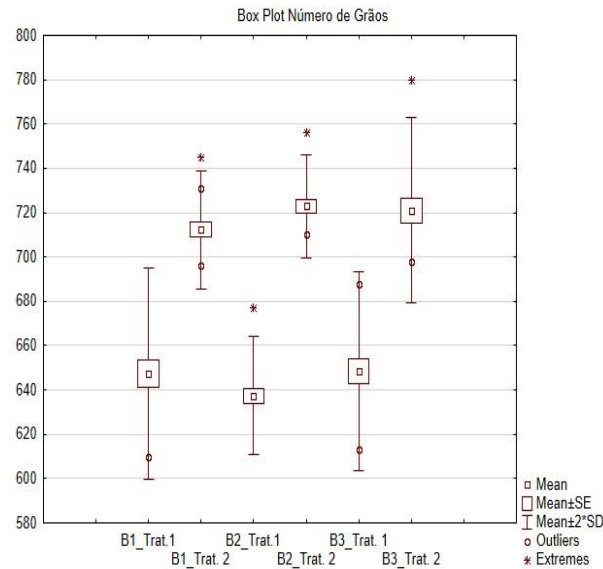
Figura 11 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável número de fileiras de grãos por espiga em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Sobre o número de grãos por espiga, as parcelas que receberam tratamento com Microgeo® apresentaram uma média de 74,2 grãos a mais por espiga, em comparação com a testemunha, o que representa uma diferença de 11,52% (Tabela 1 e Figura 12). Esse número pode estar relacionado ao maior comprimento e ao maior número de fileiras por espiga

Figura 12 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável número de grãos por espiga em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.

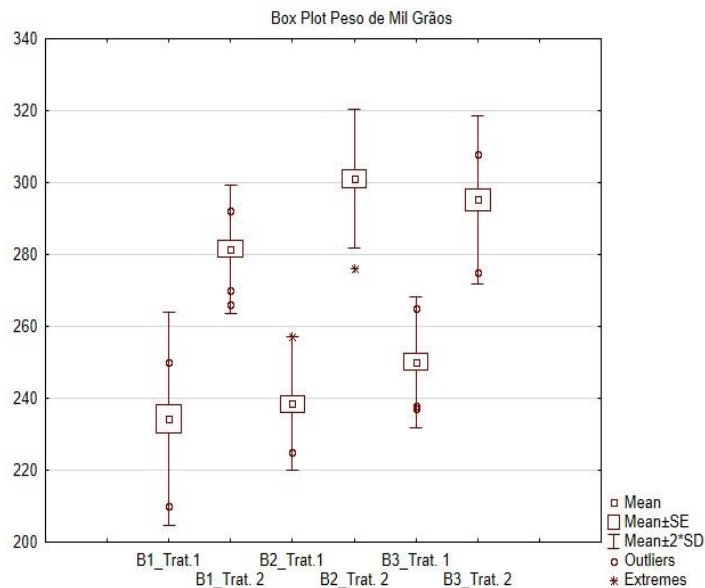


Fonte: Do autor.

Ao analisar o Peso de Mil Grãos (PMG), observou-se uma média de 51,71 gramas a mais no PMG no tratamento com adubo biológico em relação à testemunha (Tabela 1 e Figura 13). Isso demonstra que a utilização do adubo biológico contribuiu para o melhor enchimento dos grãos de milho.

Esse resultado do PMG, assim como o tamanho de espiga, o número de fileiras de grãos por espiga e o número de grãos por espiga, promoveu um acréscimo significativo de produtividade, na ordem de 20%, na área tratada com Microgeo[®] já no primeiro ano de aplicação.

Figura 13 – Diagrama de Caixa (Box Plot) da variável peso de mil grãos (g) em experimento com milho realizado em Santa Maria-RS.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dessa forma, é importante ressaltar que ficou evidenciada a contribuição da adubação biológica com Microgeo® na Área Nova do Colégio Politécnico da UFSM, na safra 2018/2019. Não foi determinada umidade dos grãos, pois as espigas foram colhidas após a maturação fisiológica, identificadas e secadas à sombra em saco de ráfia ventilado por 45 dias antes da pesagem, na mesma condição para todas as parcelas. Porém, como o Microgeo® atua na melhoria da qualidade biológica do solo, por consequência, os benefícios poderão ser mais bem observados com dois ou três anos de aplicação, conforme afirmam Pedó *et al.* (2016).

Silva *et al.* (2009), ao avaliarem a adubação biológica, observaram efeitos significativos na melhoria das condições dos solos. Esse efeito foi mais pronunciado na camada superficial (0 a 7 cm) e os autores atribuem esse fato à interação dos efeitos da adubação biológica e do sistema radicular das culturas.

Cardoso e Resende (2020) testaram o Microgeo® na cultura do milho em Itumbiara-GO. Eles observaram maior altura e comprimento radicular em solo tratado com esse produto biológico juntamente com adubação química na safra anterior, sem apresentar diferença estatística com outras formas de uso do produto e adubação química. Já para massa fresca das partes aérea e radicular, o tratamento com adubação química superou os que continham uso de Microgeo®; porém, para massa seca do sistema radicular, houve incrementos significativos com o uso do

biofertilizante. Os autores também relataram que os efeitos do uso de Microgeo® podem apresentar resultados distintos para safras diferentes, dependendo do manejo do solo, da rotação de culturas, da intensidade de uso das áreas de cultivo, dentre outros aspectos.

5 CONCLUSÕES

1. O presente trabalho evidenciou o potencial de uso da adubação biológica na cultura do milho nas condições experimentais da safra 2018/2019.
2. A adubação biológica promoveu melhoria na qualidade do solo, a qual foi observada nas variáveis resistência à penetração e Teste de Ball.
3. A adubação biológica promoveu o melhor desenvolvimento da cultura do milho, apresentando maior comprimento de raízes, espessura do colmo, altura de planta, comprimento de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por espiga e peso de mil grãos, o que promoveu incremento de 20% na produtividade na condição do experimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B. de; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 16-21, 2001.

APARECIDO, de O. L. E.; SOUZA, I. T.; MIRANDA, G. R. B.; MORAES, J. R. S. C.; OLIVEIRA, A. F. M.; DE PULA, F. V. Tipos de plantio e fertilizantes biológicos no cafeeiro em função do índice térmico. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 307 – 315, 2017.

BALL, B.C.; BATEY, T.; MUNKHOLM, L.J. Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerlkamp test. **Soil Use and management**, n. 23, p. 329-337, 2007.

BARROS, L.E.O.; LIBERALINO FILHO, J. Composto orgânico sólido e em suspensão na cultura do feijão-mungo-verde (*Vigna radiata*, wilkzeck). **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.1, p.114-122, 2008.

BELLINI, G.; SCHMIDT FILHO, E.; MORESKI, H. M. Influência da aplicação de um fertilizante biológico sobre alguns atributos físicos e químicos de solo de uma área cultivada com arroz (*Oriza sativa*). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 325-336, 2013.

BRETNER, F. **Microgeo: adubação biológica**. Arquivo de pesquisas Microgeo®. 2011. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/fruticultura/anos-anteriores/microgeo-adubacao-biologica-45.pdf>>. Acesso em 26 de janeiro de 2021.

CARDOSO, L. D. A.; REZENDE, D. F. Desenvolvimento inicial da cultura do milho em solos tratados com adubações biológica e mineral. In: PRANDEL, J. A. **Agroecologia: Caminho de preservação do meio ambiente 2**. Ponta Grossa: Editora Atena, 2020. p. 52-57.

CHABOUSSOU, F. **Les Plantes Malades des Pesticides**. Paris: Editions Débard, 1980. 265p.

CHABOUSSOU, F. **Les plantes malades des pesticides**. Paris: Editions Débard, 1985. 296p.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 2 ed. Tradução de M. J. GUAZZELLI. Porto Alegre: L&MP, 1999. 256p.

CINTRA, F. L. D.; MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.197- 201, 1983.

D'ANDREA, P. A.; MEDEIROS, M. B. Biofertilizantes biodinâmicos na nutrição e proteção de hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, n.1, **Anais...** Piracicaba: Agroecológica, 2002.

D'ANDREA, P. Agricultura de processos. In: SIXEL, B.T. **Biodinâmica e agricultura**. Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2003. p. 155-181.

D'ANDREA, P. A.; **Recomendações e Resultados Científicos**. MICROGEO®. n. 2. 2019. Disponível em: <<http://www.microgeo.com.br/pesquisa/>>. Acesso em: 1 de outubro de 2020.

DIAS, João Castanho. **Raízes da Fertilidade**. São Paulo: Calandra Editorial, 2005.

DINIZ, A. A. *et al.* Esterco líquido bovino e uréia no crescimento e produção de biomassa do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 597-604, jul.-set., 2011.

EMBRAPA, C.N.P.S. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/solos-do-brasil>. Acesso em 30 de julho de 2020.

FEPAGRO - Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. **Ensaio Estadual de Híbridos de Milho: safras 2012 a 2015**. / Rogério Ferreira Aires *et al.* – Porto Alegre: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), 2016.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Safra Mundial de Milho**. jul., 2020. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>>. Acesso em 30 de julho de 2020.

FIGUEIREDO, L. H.; MIRANDA, G. R. B.; VILELLA, P. M. F. Uso de biofertilizante associado a diferentes formas de plantio no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 463 -470, 2017.

FIORIN, J.E.; VENZKE FILHO, S.P. **Reestruturação do solo com Microgeo®**. Arquivo de pesquisas Microgeo®. 201?. Disponível em: <<http://www.microgeo.com.br/ns/pesquisas-e-resultados>> Acesso em: 10 janeiro de 2021.

FRANCO, P. H. S. **Influência da aplicação de micronutrientes via tolete e foliar e de biofertilizante Microgeo® via solo na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. 2009. Monografia (Especialização) – Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara, 2009.

FREITAS, I. L. R.; SOUZA, M. T.; SOUZA, A. F.; *et al.* Avaliação do uso de biofertilizante Microgeo® via solo na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum sp*). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 13 n. 23, p. 182. 2016.

GALBIATTI, J. A.; DA SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 167-177, 2011.

GONÇALVES, M. M.; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E. **Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Técnico. Pelotas – RS, Mai/2009.

GUIMARÃES, R.M.L.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. **Soil Use and Management**, n. 27, p. 395-403, 2011.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F. *et al.* (Ed.). **Fertilidade do Solo.** Viçosa: Sociedade brasileira de ciências do solo; p. 2-64. 2007.

MAGRINI, F. E. *et al.* Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. **Revista Agrarian.** v. 4, n. 12, p. 146-151, 2011.

MEDEIROS, M. B. de. **Ação de biofertilizantes líquidos sobre a biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis*.** Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002. 110p.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY, M. J. A. Biofertilizantes líquidos. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 31, p. 38-44, jul./dez. 2003.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. da S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Revista Bahia Agrícola.** v. 7 n. 3 p. 24-26, nov.. 2006.

MESQUISA, A.; GAMA, D. D. S.; YURI, J.; SANTOS, E.; FERREIRA, T. Utilização de biofertilizante na produção de duas cultivares de melão. **Revista SODEBRAS.** v. 9, n. 107, nov., 2014.

MICROBIOL IND. COM. **Biofertilizante Microgeo®:** processo cíclico de proteção vegetal. (Folder Informativo). Limeira, 2001.

MICROBIOL IND. COM. **A Empresa.** MICROGEO. 2020a. Disponível em: <<https://microgeo.com.br/site/empresa>>. Acesso em: 31 de outubro de 2020.

MICROBIOL IND. COM. **O que é Microgeo®?** MICROGEO. 2020b. Disponível em: <<https://microgeo.com.br/site/o-que-e>>. Acesso em: 31 de outubro de 2020.

PENTEADO, S. R. **Adubação orgânica, preparo de compostos e biofertilizantes.** Campinas: Editora, 2004.

PEDÓ, R; ALVES, M. V.; DELAZARI, P.; NAIBO, G.; SPRICIGO, J. G.; ANDRESSA CHAGAS, A.; RODRIGUES, A. Efeitos da adubação biológica na produtividade da cultura da soja (BMX apolo) e nos atributos físicos e químicos do solo. **Anais do Seminário de Iniciação Científica, Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão e Mostra Universitária,** 2016.

PEREIRA, J. L.; REZENDE, C. F. A.; PINHEIRO, R. C. Uso de biofertilizante e adubação química nos parâmetros foliares na cultura do milho em sistema de plantio direto. **IX Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente – SNCMA – III CIPEEX, Anais....** v. 2, p. 309-317. 2018.

QUARTUCCI, João Paulo. **Análise da competitividade do Cluster Da Indústria de Fertilizantes da região metropolitana de Salvador. 2007.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

REBOUÇAS NETO, M. D. O.; CAMPOS, J. R.; VERAS, C. L.; DE SOUSA, I. R.; MONTEIRO FILHO, L. R. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino. **Cadernos Cajuína**, v. 1, n. 3, p. 4-14, 2016.

ROEL, A. R.; LEOANEL, L A K; FAVARO, S.P.; ZATARIM, M.; MOMESSO, C. M. V.; SOARES, M. V. Avaliação de fertilizantes orgânicos na produção de alface em Campo Grande, MS. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 3, 2007.

SANTOS, A.C.V. dos. **Biofertilizante líquido: o defensivo da natureza.** 2 ed. rev. Niterói: EMATER-RIO, 1992. 16 p.

SANTOS, J. L. G.; GONDIM, A. R.de O.; LIMA NETO, J.V.; SILVA, E. A. da. Cultivo da cenoura submetida à aplicação de doses de biofertilizante. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas. Pombal, PB, v.12, Nº 1, p. 55-60, 2017.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BORTOLUZZI, E. C. Soil water dynamics related to the degree of compaction of two Brazilian Oxisols under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n. 5, p.1097-1104, 2009.

SNA – Sociedade Nacional Agrícola. **Safras de soja e milho do Brasil devem ser recorde em 2020/21.** jul., 2020. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/safras-de-soja-e-milho-do-brasil-devem-ser-recorde-em-2020-21/>>. Acesso em: 30 jul. de 2020.

SNA – Sociedade Nacional Agrícola. **Uso de adubação biológica reduz 56 milhões de quilos de emissão de CO₂ na atmosfera.** set., 2018. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/uso-de-adubacao-biologica-reduz-56-milhoes-de-quilos-de-emissao-de-co%E2%82%82-na-atmosfera/>>. Acesso em: 30 jul. de 2020.

TOKESHI, H. Doenças e pragas agrícolas geradas e multiplicadas pelos agrotóxicos. **Cultivar**, v. 4, n. 39, p. 17-24, 2002.

TIGGES, C.; ANDRADE, C.; MELO, B.; AMARAL, T. **Épocas de semeadura de milho em plantios de sequeiro e irrigado em Minas Gerais.** Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2016.

UDRY. C.V.; DUARTE, W. Uma história brasileira do milho - o valor dos recursos genéticos. **Paralelo 15.** Brasília, 2000.

VEPRASKAS, M. J.; MINER, G. Effects of subsoiling and mechanical impedance of

tabacco root growth. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v.50, p. 423-427. 1986.

WINCKLER, T. A. L. **Avaliação da eficiência do Microgeo® na reestruturação de solo sob diferentes sistemas de cultivo.** 2017. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2017.

ANEXO A – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	6320250,000000	6320250,000000	168,257	0,0000
BLOCO	2	4199235,555556	209617,777778	5,580	0,0053
ERRO	86	3230426,666667	37563,100775		
Total corrigido	89	9969912,222222			
CV (%)	7,13				
Média Geral	2717,44	Número de observações: 90			

ANEXO B – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO COMPRIMENTO DE RAIZ NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	1424,044444	1424,044444	581,641	0,0000
BLOCO	2	0,688889	209617,777778	0,141	0,8690
ERRO	86	210,555556	37563,100775		
Total corrigido	89	1635,288889			
CV (%)	7,34				
Média Geral	21,31	Número de observações: 90			

ANEXO C – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA ESPESSURA DO CAULE NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	3,504640	3,504640	282,292	0,0000
BLOCO	2	0,011336	0,005668	0,457	0,6350
ERRO	86	1,067687	0,012415		
Total corrigido	89	4,583662			
CV (%)	5,34				
Média Geral	2,086	Número de observações: 90			

ANEXO D – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA ALTURA DE PLANTA NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	2,200235	2,200235	281,481	0,0000
BLOCO	2	0,050840	0,025420	3,252	0,0435
ERRO	86	0,672230	0,007817		
Total corrigido	89	2,923306			
CV (%)	4,30				
Média Geral	2,057	Número de observações: 90			

ANEXO E – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO COMPRIMENTO DA ESPIGA NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	315,469444	315,469444	186,051	0,0000
BLOCO	2	8,955556	4,477778	2,641	0,0435
ERRO	86	145,822222	1,695607		
Total corrigido	89	470,247222			
CV (%)	5,79				
Média Geral	22,49	Número de observações: 90			

ANEXO F –. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO NÚMERO DE FILEIRAS DE GRÃOS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	124025,344444	42,711111	56,375	0,0000
BLOCO	2	439,088889	5,377778	7,098	0,0014
ERRO	86	65,155556	0,757623		
Total corrigido	89	118,622222			
CV (%)	4,29				
Média Geral	17,75	Número de observações: 90			

ANEXO G –. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO NÚMERO DE GRÃOS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	124025,344444	124025,344444	360,405	0,0000
BLOCO	2	439,088889	219,54444	0,638	0,5308
ERRO	86	65,155556	0,757623		
Total corrigido	89	154059,388889			
CV (%)	2,72				
Média Geral	681,61	Número de observações: 90			

ANEXO H – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PESO DE MIL GRÃOS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	60165,877778	60165,877778	465,367	0,0000
BLOCO	2	3708,422222	1854,211111	14,342	0,5308
ERRO	86	11118,688889	129,287080		
Total corrigido	89	74992,988889			
CV (%)	4,26				
Média Geral	266,789	Número de observações: 90			

ANEXO I – MÉDIAS DAS AVALIAÇÕES REALIZADAS POR BLOCO NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.

Variável	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
Resistência à penetração (KPa)	2630,33 a	2725,00 ab	2797,00 b
Teste de Ball (AVES)	2,63 a	2,96 a	2,76 a
Comprimento de raiz (cm)	21,27 a	21,23 a	21,43 a
Espessura do caule (cm)	2,09 a	2,10 a	2,07 a
Altura de planta (m)	2,05 ab	2,09 b	2,03 a
Comprimento da espiga (cm)	22,85 a	22,55 a	22,08 a
Número de fileira de grãos	18,00 b	18,00 b	17,27 a
Número de grãos por espiga	684,73 a	680,13 a	679,97 a
Peso de mil grãos (g)	272,70 b	269,80 b	257,87 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si segundo teste de Tukeys (p0,005).

ANEXO J – TESTE DE AVES NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS: À ESQUERDA TESTEMUNHA, À DIREITA COM MICROGEO®.



Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO K – 10. COMPRIMENTO DA RAIZ OBTIDAS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO M – ALTURA DE PLANTAS OBTIDAS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO[®] EM SANTA MARIA, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO N – TAMANHO DE ESPIGAS OBTIDAS NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO[®] EM SANTA MARIA, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO O – MILHO TOMBADO (À ESQUERDA), ONDE NÃO FOI APLICADO MICROGEO® E MILHO TRATADO COM MICROGEO® (À DIREITA), NO EXPERIMENTO EM SANTA MARIA, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO P – EQUIPE DA MICROGEO® QUE AUXILIOU NA COLETA DE DADOS NA ÉPOCA, NO EXPERIMENTO COM MILHO TRATADO COM MICROGEO® EM SANTA MARIA, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor.