

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL

JÚLIO AUGUSTO

**PRODUÇÃO DE ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) ORGÂNICA SOB
DOSES DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA, COMPOSTO ORGÂNICO E
MICRORGANISMOS EFICIENTES EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO**

Maringá-PR

2021

JÚLIO AUGUSTO

**PRODUÇÃO DE ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) ORGÂNICA SOB
DOSES DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA, COMPOSTO ORGÂNICO E
MICRORGANISMOS EFICIENTES EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Dr. José Ozinaldo de Sena

Co-Orientador: Dr. Fernando Teruhiko Hata

Maringá-PR

2021

****FICHA CATALOGRÁFICA****

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

A923p	<p>Augusto, Julio</p> <p>Produção de alface americana (<i>Lactuca sativa</i> L.) orgânica sob doses de pó de rocha basáltica, composto orgânico e microrganismos eficientes em latossolo vermelho distrófico / Julio Augusto. -- Maringá, PR, 2023.</p> <p>33 f.: il. color., figs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena. Coorientador: Prof. Dr. Fernando Teruhiko Hata. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2023.</p> <p>1. Agroecologia. 2. Adubação alternativa. 3. Desenvolvimento rural sustentável. 4. Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) - Adubação orgânica. I. Sena, José Ozinaldo Alves de, orient. II. Hata, Fernando Teruhiko, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 631.86</p>
-------	---

JULIO AUGUSTO

**“PRODUÇÃO DE ALFACE AMERICANA *Lactuca sativa* L. ORGÂNICA
SOB DOSES DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA COMPOSTO ORGÂNICO E
MICROORGANISMOS EFICIENTES EM LATOSSOLOS VERMELHO DISTROFICO”**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia para o Programa de Pós-Graduação em Agroecologia Mestrado Profissional, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. **José Ozinaldo Alves de Sena**

APROVADO em 26 de fevereiro de 2021.

Prof.^a Dr.^a **Maria Marcelina Millan Rupp**

Prof. Dr. **Fernando Teruhiko Hata**

Prof. Dr. **José Ozinaldo Alves de Sena**
(Orientador)

DEDICATÓRIA

Dedico a sociedade Brasileira em especial
aos Horticultores.

AGRADECIMENTOS

Deus, a inteligência suprema e causa primária de todas as coisas, o meu muito obrigado.

A Cícera Alves minha querida mãe, que com todo amor e dedicação me apoia em todos os sentidos, me oferecendo forças e condições necessárias para avançar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e a Universidade Estadual de Maringá que com toda sua equipe, possibilita que alunos como eu possam elevar os conhecimentos e aplica-los no desenvolvimento de uma sociedade cada vez melhor.

A pessoa do Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena, que com seu brilhantismo, bondade e intelecto me coordenou em todas as etapas.

Ao Ms. Eng. Agrônomo, extensionista da EMATER, Flávio Antônio Degásperi da Cunha, bem como ao Eng. Agrônomo Sabino Moteka, professores convidados do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, que com muita dedicação nos auxiliaram no planejamento, condução e implantação do experimento, meu muito obrigado.

Agradeço ao Prof. Dr. Fernando Teruhiko Hata, por aceitar meu convite de co-orientador.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, nas pessoas de Tutu, Valdir e demais funcionários que atuaram diretamente.

Um agradecimento aos integrantes do Departamento de Melhoramento Genético e Laboraria de Sementes, por nos conceder o uso de alguns equipamentos para análise dos dados.

Agradeço a Turma 6 do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, por proporcionar ótimos momentos de convivência e troca de experiências, em especial as pessoas de Eurides Bacaro, Paulo Lopes, Elizabete Marchersk, Mitiko Miyata, Alan Manuel, Rafael Stevaux, Vanessa Bueno e Flailton Justino, obrigado.

Um agradecimento especial ao meu primo Adão Bruno e ao meu Tio João Alves, pelo auxílio durante a condução do experimento e avaliações. Em especial a pessoa do Tio João, que com muito carinho e respeito concedeu sua residência para as noites de descanso pós cada dia de avaliações.

Por fim, agradeço a minha esposa Andreia Skymonek Quintanilha Augusto que com muito carinho, amor e respeito me apoiou nessa trajetória e auxiliou-me durante a realização das avaliações. Obrigado!

EPÍGRAFE

“Felizes os que sofrem e choram! Que suas almas se alegrem, porque Deus as cumulará de bem-aventuranças”.

Santo Agostinho (Paris, 1863)

RESUMO

Existe na alfaceicultura orgânicas diferentes modelos de produção, sendo um deles a utilização de insumos alternativos como base para fertilização e controle de pragas e doenças. Nesse sentido o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da fertilização do solo com composto orgânico, EM (Microrganismo Eficientes) e pó de rocha em variáveis produtivas de alface americana sob sistema orgânico. Avaliou-se quatorze características agronômicas: Massa fresca total (MFT); Massa fresco comercial (MFC); Massa seca comercial (MSC); Massa seca total (MST); Massa fresca de raiz (MFR); Massa seca de raiz (MSR); Número de folha total (NFT); Número de folha comercial (NFC); Número de folhas descartadas (NFD); Diâmetro de cabeça total (DTC); Diâmetro de cabeça comercial (DCC); Comprimento do caule (CC); Diâmetro do caule (DC) e Estimativa de área foliar (EAF). O delineamento utilizado foi em blocos casualizado com 18 tratamentos em parcelas sub-subdivididas e 4 repetições. Nas parcelas aplicou-se o composto orgânico, nas sub-parcelas o pó de rocha e na sub-subparcela o EM. representado por três doses de pó de rocha: P0, sem pó de rocha, P1 500 g m² e P2 1000 g m²; três doses de composto orgânico, C0 sem composto, C1 34,66 t ha⁻¹ e C2 69,32 t ha⁻¹; com aplicação de EM e sem EM. E Quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância, as médias ao teste LSD a 5 % de probabilidade. Além do mais, utilizou-se o gráfico de mapa de calor de correlação de Pearson a 5 % de probabilidade. Os resultados demonstram que o uso de EM promoveu aumento de 5,45% para o DTC. O pó de rocha tanto na dose 1 como na dose 2 influenciaram as variáveis MFR, CC e NFT. E o composto orgânico destacou-se na dose de 69,32 t ha⁻¹ influenciando as variáveis MFT, MFR, MSR, DTC e EAF. Para o índice de correlação de Person, o maior deu-se para as variáveis MFT x MFC (98,12 %), NFT x NFC (91,13 %), MFT x NFT (88,54 %) e MFT x CC (88,44 %).

Palavras chave: Agroecologia, adubação alternativa, desenvolvimento rural sustentável.

ABSTRACT

In the organic production lettuce can be production in different models, one of them being the use of alternative inputs as a basis for fertilization and control of pests e diseases. In this sense the present work aimed to evaluate the effect of soil fertilization with organic compost, EM (Efficient Microorganism) and rock dust on productive variables of iceberg lettuce under organic system. Fourteen agronomic characteristics were evaluated: Total fresh mass (MFT); Commercial fresh mass (MFC); Commercial dry mass (MSC); Total dry mass (MSR); Root fresh mass (MFR); Root dry mass (MSR); Total leaf number (NFT); Commercial leaf number (NFC); Number of discarded leaves (NFD); Total head diameter (DTC); Commercial head diameter (DCC); Stem length (CC); Stem diameter (DC) and Estimated leaf area (EAF). A randomized block design with 18 treatments in subdivided plots and 4 repetitions was used. Organic compost was applied in the plots, rock dust in the subplots and EM in the subplot. Three doses of rock dust: P0, without rock dust, P1 500 g m² and P2 1000 g m²; three doses of organic compost, C0 without compost, C1 34.66 t ha⁻¹ and C2 69.32 t ha⁻¹; with application of EM and without EM. Four repetitions. The data were submitted to variance analysis, the means to LSD test at 5% probability. Furthermore, Pearson's correlation heat map plot at 5 % probability was used. The results show that the use of EM promoted an increase of 5.45% for DTC. The rock dust in both dose 1 and dose 2 influenced the MFR, CC and NFT variables. And the organic compost stood out in the dose of 69.32 t ha⁻¹ influencing the variables MFT, MFR, MSR, DTC and EAF. For Person's correlation index, the highest was for the variables MFT x MFC (98.12 %), NFT x NFC (91.13 %), MFT x NFT (88.54 %) and MFT x CC (88.44 %).

Keywords: Agroecology, alternative fertilization, sustainable rural development.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. CROQUI EXPERIMENTAL, IGUATEMI - PR.....	15
FIGURA 2 MAPA DE CALOR DEMONSTRANDO AS CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS SEGUNDO CORRELAÇÃO DE PEARSON A 5 % DE PROBABILIDADE. SOMENTE AS CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS ESTÃO DEMONSTRADAS, SENDO DE COLORAÇÃO AZUL POSITIVA (+1) E VERMELHA NEGATIVA (-1).	23

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA ALFACE AMERICANA, LIMA ET AL (2011).....	4
TABELA 2 CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES, AL+3, H+, PH E MATÉRIA ORGÂNICA NA PROFUNDIDADE DE 0-20 CM, IGUATEMI- PR.	11
TABELA 3 CONCENTRAÇÃO DE P, NA+ E MICRONUTRIENTES NA PROFUNDIDADE DE 0-20 CM, IGUATEMI- PR	11
TABELA 4 COMPOSIÇÃO DO PÓ DE ROCHA BASÁLTICA (PEDREIRA EXTRACON, MARINGÁ-PR)	12
TABELA 5 COMPOSIÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO/UEM.	13
TABELA 6 COMPOSIÇÃO DO EM APLICADO VIA SOLO E FOLHAR, 2020.....	14
TABELA 7 DESCRIÇÃO DA COMPOSIÇÃO DAS CALDAS UTILIZADAS PARA O CONTROLE DE PRAGAS, IGUATEMI - PR, 2020.	17
TABELA 8 RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA SEIS CARACTERÍSTICAS AVALIADAS, IGUATEMI – PR.....	20
TABELA 9 RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA SETE CARACTERÍSTICAS AVALIADAS, IGUATEMI – PR.....	21
TABELA 10 VALORES MÉDIOS DE DTC = DIÂMETRO TOTAL DA CABEÇA DE ALFACE SUBMETIDA OU NÃO A FERTILIZAÇÃO COM MICRORGANISMOS EFICAZES (EM), IGUATEMI – PR.	21
TABELA 11 VALORES MÉDIOS DE MSC = MASSA SECA COMERCIAL; MFR = MASSA FRESCA DE RAIZ; DCC = DIÂMETRO COMERCIAL DA CABEÇA; CC = COMPRIMENTO DO CAULE E NFT = NÚMERO DE FOLHAS TOTAIS DE ALFACE SUBMETIDA A DOSES DE PÓ DE ROCHA, IGUATEMI – PR	22
TABELA 12 VALORES MÉDIOS DE MFT = MASSA FRESCA TOTAL; MFC = MASSA FRESCA COMERCIAL; MST = MASSA SECA TOTAL; MSC = MASSA SECA COMERCIAL; MFR = MASSA FRESCA DE RAIZ E MSR = MASSA SECA DE RAIZ DE ALFACE SUBMETIDA A DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO, IGUATEMI – PR.....	22
TABELA 13 VALORES MÉDIOS DE NFT = NÚMERO DE FOLHAS TOTAIS; NFC = NÚMERO DE FOLHAS COMERCIAIS; DTC = DIÂMETRO TOTAL DA CABEÇA; DCC = DIÂMETRO COMERCIAL DA CABEÇA; CC = COMPRIMENTO DO CAULE; DC = DIÂMETRO DO CAULE E EAF = ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR DE ALFACE SUBMETIDA A DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO, IGUATEMI -PR.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. ALFACE (LACTUCA SATIVA L.)	3
2.1.1. <i>Origem e evolução</i>	3
2.1.2. <i>Aspectos gerais</i>	4
2.2. MICRORGANISMOS EFICIENTES (E.M)	5
2.3. MATÉRIA ORGÂNICA	7
2.4. PÓ DE ROCHA	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. CARACTERÍSTICAS LOCAIS E EXPERIMENTAIS	11
3.1.1. <i>Características locais</i>	11
3.1.2. <i>Preparo da área e aspectos químicos do solo</i>	11
3.2. OBTENÇÃO DOS MATERIAIS	12
3.2.1. <i>Pó de rocha basáltico</i>	12
3.2.2. <i>Composto orgânico</i>	12
3.2.3. <i>Microrganismos Eficientes</i>	13
3.2.4. <i>Mudas de alface</i>	14
3.3. DELINEAMENTO E INSTALAÇÃO	14
3.4. CONDUÇÃO, COLHEITA E AVALIAÇÕES	16
3.4.1. <i>Manejo da irrigação</i>	16
3.4.2. <i>Manejo de pragas, doenças e plantas espontâneas</i>	16
3.4.3. <i>Colheita</i>	17
3.4.4. <i>Avaliações</i>	17
3.4.5. <i>Análise Estatística</i>	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
5. CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A agricultura passa por mudanças bruscas no sistema de manejo, isso se deve as pesquisas científicas que resulta em descobertas diversas, dentre elas o uso de fertilizantes alternativos como composto orgânicos, pós de rochas e produtos biológicos que proporcionam maior sanidade e longevidade dos sistemas produtivos.

Gliessman (2015) afirma que precisamos manter a produtividade e a sustentabilidade e, o caminho é conservar a produtividade das terras agrícolas a longo prazo, ainda que para isso, seja necessário conhecer os processos ecológicos que ocorrem nas áreas e em todo ecossistema. Nesse sentido, Altieri (2012) ressalta a importância do manejo agroecológico como moderador da intensificação da ciclagem de nutrientes e matéria orgânica, otimizando o fluxo energético, conservando a água, o solo e equilibrando as populações de pragas e inimigos naturais.

Primavesi (1988) estuda a importância da comunidade microbiana da matéria orgânica no sistema solo e descobre importante papel na formação da bioestrutura, através da ação bacteriana que propicia liberação de agentes floculadores de solo como por exemplo, os ácidos poliurônicos. Gliessman (2015) destaca a matéria orgânica como componente chave: ela constrói, promove, protege e mantém o ecossistema do solo, mantendo adequada estrutura, aumentando a retenção de água, nutrientes e sendo fonte de alimento para os microrganismos. Por sua vez, Primavesi (1988) exprime que os microrganismos são diversos no solo, dentre eles os fungos, bactérias e actinomicetes. Esses decompõem a matéria orgânica e associam-se com as raízes das plantas via simbiose, a autora realça que há uma associação benéfica, que resulta na defesa das raízes, síntese de antibióticos antagônicos aos patógenos, disponibilidade de nutrientes, fixação de nitrogênio e mobilização de fósforo na rizosfera.

Trabalhar o manejo agroecológico é considerar o equilíbrio do solo e das plantas. Nesse sentido a utilização de microrganismo eficientes (EMs) torna-se um fator de elevado interesse como fonte de reabilitação da microfauna do solo. Os EMs foram inicialmente utilizados por Higa, no Japão, e é composto por um mix de microrganismos como às bactérias lácteas, fotossintéticas, actinomicetos e leveduras, combinado com outras espécies (HIGA & PARR, 1994). Esses por sua vez promovem a fixação de nitrogênio, decomposição de resíduos orgânicos, supressão de agentes

patogênicos, degradação de toxinas, incluindo pesticidas e produção de polissacarídeos (HIGA & PARR, 1994).

Aliados a esses fatores, outro fertilizante alternativo de elevada importância para os ecossistemas, é o pó de rocha. Descoberto por Hensel em 1894, é agente remineralizador de solo, que tem potencial de redirecionar um novo paradigma em relação fertilização. De acordo com Theodoro et al (2006) o uso de pó de rocha proporciona aumento de pH, Ca, Mg e K, disponibilizando-os lentamente ao longo do tempo e conseqüentemente aumento da produção, pode também reduzir a concentração de alumínio na forma tóxica, suprir as necessidades de macro e micronutrientes e aumentar a retenção de água no solo, devido à presença de argila no material (THEODORO et al., 2006).

No Brasil a alface é um dos vegetais de maior importância do mercado, pois dentre as folhosas, apresenta grande volume de comercialização sendo muito consumida principalmente na forma de saladas, pois possui baixo custo de produção e comercialização tornando-se acessível a toda população. Sua perecibilidade é alta, portanto, à baixa resistência ao transporte, e por isso é necessário ser cultivada perto de grandes centros consumidores, os chamados “cinturões verdes (VIDIGAL et al., 1995).

A planta possui comportamento herbáceo e desenvolvimento em forma de roseta. Suas folhas se prendem ao pequeno caule podendo ou não formar cabeça, de acordo com a cultivar suas folhas podem variar entre lisas e crespas, apresentar coloração verde de diversos tons e até mesmo roxa. Seu sistema radicular se desenvolve altamente ramificado na superfície quando transplantada, porém, quando semeado direto apresenta raiz pivotante (FILGUEIRA, 2003).

Em 2017 foi produzido no Estado do Paraná, 3,06 milhões de toneladas no setor de olericultura, em uma área de 125,1 mil ha⁻¹, movimentando R\$ 4,96 bilhões (SALVADOR, 2017). Deste total, 133,8 mil toneladas são referentes ao cultivo de alface, em uma área de 6,5 mil ha⁻¹, movimentando um valor aproximado de R\$ 148,5 milhões (SALVADOR, 2017). Segundo Sala & Costa (2008) aproximadamente 20% do volume comercializado corresponde a alface americana.

Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da fertilização do solo com composto orgânico, EM e pó de rochas em variáveis produtivas de alface americana sob sistema orgânico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Alface (*Lactuca sativa* L.)

2.1.1. Origem e evolução

Jagger et al., (1941) evidência a origem da alface (*Lactuca sativa* L.) de cruzamentos com a espécie selvagem *Lactuca serriola* L. Still (2007) corrobora salientando a domesticação na região Mediterrânea, especificamente da espécie selvagem *L. serriola*, com centro de origem no sudoeste da Ásia. E Lindqvist (1960) retrata o cultivo da alface como vegetal no Egito de acordo com indícios encontrados em pinturas de túmulos 4500 a.c. O autor ainda acentua sua propagação do Egito para Grécia e Roma. Segundo Costa & Sala (2012) a alface chega no Brasil por intermédio dos portugueses em 1650.

Sala & Costa (2008) ressaltam que a alface americana é uma criação do agronegócio da alfacultura norte americana, os quais a adaptaram para cultivo em regiões de temperaturas amena, ausência de pluviosidade e sem pressão de doenças foliares, características estas do clima mediterrâneo e semi-árido da Califórnia e Arizona nos EUA. Os autores ainda identificam sua introdução no Brasil na década de 1970.

Em 2017 foi produzido no Estado do Paraná, 3,06 milhões de toneladas no setor de olericultura, em uma área de 125,1 mil ha⁻¹, movimentando R\$ 4,96 bilhões (SALVADOR, 2017). Deste total, 133,8 mil toneladas são referentes ao cultivo de alface, em uma área de 6,5 mil ha⁻¹, movimentando um valor aproximado de R\$ 148,5 milhões (SALVADOR, 2017). Segundo Sala e Costa (2008) 20% do volume comercializado de alface corresponde a alface americana.

Assim sendo, observamos elevado crescimento do cultivo, consumo e potencial econômico da cultura da alface, boa parte desse crescimento se deve as redes de *fast-food*, restaurantes, programas governamentais de aquisição de alimentos e redes de produção e comercialização, com destaque para cooperativas e associações de agricultores familiares.

2.1.2. Aspectos gerais

A alface é uma planta herbácea pertencente à família das asteráceas, composta por um elevado número de espécies, 24 a 30 mil. Entre 1600 -1700 gêneros distribuídos por todos os continentes, exceto a Antártida (Funk et al, 2005).

Filgueira (2007) descreve a alface como uma planta delicada, caule diminuto qual se prende as folhas amplas que apresentam crescimento em roseta circunscrita ao caule, podendo formar ou não “cabeça”. Sua coloração é verde ou roxa. O sistema radicular é muito ramificado e superficial, mantendo-se apenas nos primeiros 25 cm do solo. Já a alface americana, também conhecida como repolhuda-crespa, se diferencia por formar uma “cabeça” compacta com folhas crespas bem consistentes, das quais, as internas são mais claras do que as externas e as nervuras são destacadas.

A alface é uma planta anual, apresenta desenvolvimento vegetativo sob temperaturas amenas e dias curtos e seu pendoamento sob temperaturas cálidas e dias longos. Ela tem por característica resistir a dias frios e leves geadas (Filgueira, 2007).

Na tabela 1, Lima et al (2011) destacam os valores nutricionais da alface americana por 100 g da parte comestível. Nela podemos observar seu importante papel na nutrição humana.

Tabela 1 Composição nutricional da alface americana, Lima et al (2011).

Umidade	Energia	Proteína	Lipídios	Colesterol
(%)	(Kcal)	(g)	(g)	(mg)
97,2	9	0,6	0,1	0
Carboidrato	Fibra Alimentar	Vitamina C	Cálcio	Magnésio
(g)	(g)	(mg)	(mg)	(mg)
1,7	1	11,0	14	6
Manganês	Fósforo	Ferro	Sódio	Potássio
(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)
0,12	19	0,3	7	136
Cobre	Zinco	Tiamina	Piridoxina	
(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	
0,02	0,2	0,03	0,04	

Fonte: O autor

Atualmente os fitomelhoristas continuam adaptando as espécies de alface para cultivos não apenas de inverno, mas também de primavera e verão, de maneira a inserir características essenciais, como resistir ao pendoamento precoce, ação de pragas, doenças e aumento do tempo pós colheita. Superados esses desafios, podemos alcançar maior sustentabilidade do sistema produtivo e melhores condições de manter o abastecimento interno e externo do mercado o ano todo.

2.2. Microrganismos eficientes (E.M)

Os EMs popularizam-se cada vez mais no Brasil, isso se deve a busca por soluções alternativas e métodos de cultivo sustentável que impacte menos a estrutura, qualidade e longevidade dos agroecossistemas naturais. Higa & Parr (1994) descrevem o início da tecnologia EM no Japão, desenvolvida por um dos autores, o professor Terou Higa da Universidade de Ryukyus, Okinawa, Japão. Os autores caracterizam os EMs, como um conjunto de microrganismos benéficos que ocorrem naturalmente nos solos férteis e em plantas que coexistem em meio líquido. Também é considerado um “mix” de microrganismos reproduzidos de forma controlada, composto por bactérias fotossintéticas, lácteas, actinomicetas, leveduras e outros organismos. Saliendam os autores, que ao aplicar em solos de baixa fauna microbiana há elevação de seu conteúdo e contribuição para o crescimento e o rendimento das culturas. Além do mais, promovem fixação biológica de nitrogênio, decomposição de resíduos orgânicos, supressão de agentes patogênicos, reciclagem e incremento de nutrientes as plantas, degradação de toxinas, incluindo pesticidas, produção de antibióticos e outros compostos bioativos, produção de moléculas orgânicas mais simples para absorção das plantas, complexação de metais pesados, produção de polissacáridos, para melhorar a estrutura dos agregados e, solubilização de fontes de nutrientes insolúveis.

Siqueira & Siqueira (2013) descrevem a importância e o efeito dos quatro principais microrganismos que compõem o EM:

- 1) Leveduras (Ex: *Sacharomyces* sp): Utilizadas para fermentação de cachaças, vinhos, cervejas e pão, no solo usam dos açúcares e outras substâncias liberados pelas raízes, sintetizam vitaminas e outra substâncias úteis, ativam outros microrganismos, produzem substâncias bioativas, enzimas e hormônios que atuam como promotores de crescimento radicular e, tem por característica produzir um

ambiente necessário para reprodução de outros microrganismos, como as bactérias lácteas e actinomicetos.

2) Actinomicetos (Ex: *Actinomyces* sp., *Streptomyces* sp): Aproveitam os aminoácidos produzidos pelas bactérias fotossintetizadoras e produzem antibióticos naturais que controla fungos e bactérias patogênicos. Produzem substâncias úteis a outros microrganismos benéficos, como bactérias fixadoras de nitrogênio de vida livre e micorrizas.

3) Bactérias produtoras de ácido lático ou láticas (Ex: *Lactobacillus* sp., *Pediococcus* sp): São utilizadas na produção de yogurts, vinagre e picles. No solo transformam os açúcares excretados pelas plantas e bactérias fotossintetizadoras em ácido orgânico que controla os microrganismos nocivos, como *Fusarium* sp., e outros fungos que causam apodrecimentos das raízes. Quando atuam na fermentação da matéria orgânica, produzem substâncias nutrientes para as plantas. Conseguem solubilizar material orgânico de difícil decomposição, como lignina e celulose e, eliminam vários efeitos nocivos da matéria orgânica não decomposta.

4) Bactérias fotossintetizadoras ou fototróficas (Ex: *Rhodospseudomonas palustres*): Utilizam energia solar em forma de luz e calor, nutrem-se de substâncias excretadas pelas raízes sintetizando vitaminas, aminoácidos, ácidos nucléicos, substâncias bioativas e açúcares que favorecem o crescimento das plantas e aumentam as populações benéficas no solo de bactérias fixadoras de nitrogênio de vida livre, actinomicetos e micorrizas.

Os autores ainda apontam como principal prática realizada pelos agricultores, a captura de EM nas matas da proximidade dos locais de plantio, que pode proporcionar melhor adaptação dos microrganismos ao solo cultivado.

Chagas & Takeshi (2006) apud Chagas et al (1997) testam o efeito de um sistema de adubação orgânica comparado com sistema de adubação convencional, avaliando o crescimento de mudas de café conilon. O experimento consiste em aplicações a base de EM via folha a 0,1% como probiótico, combinado com BOKASHI (Fertilizante orgânico). Após avaliação, constaram que os tratamentos oriundos do sistema orgânico cresceram 39,3 cm contra 28,4 cm do convencional, um incremento de 38%.

Cheng Hu & Yingchun Qi (2012) ao longo de 7 anos avaliaram o efeito do EM combinados com composto orgânico sob a cultura do trigo, concluíram que para

algumas características produtivas houve aumento de produção de biomassa e rendimento de grãos. Ainda segundo os autores a adubação orgânica proporcionou aumento da matéria orgânica do solo, fertilidade e melhoria da fauna microbiana. Já Sharif et al (2015) combinaram doses de pó de rocha fosfatada com esterco animal inoculando EM sob o cultivo de trigo. Constataram que essa combinação aumentou a solubilidade do fósforo, disponibilidade de nitrogênio e elevou o rendimento de grãos de trigo.

Sarmiento et al (2019) na Província de Caylloma, estudaram doses do composto orgânico bokashi combinados com EM, sob cultivo de morango. Verificaram aumento de qualidade e produção de frutos. No Paquistão, Shaheen et al (2017) estudaram o efeito de diversos composto orgânico e NPK, inoculados com EM em sistema de cultivo de espinafre. Concluíram que o uso de EM e um dos compostos, o press mud (Oriundo de resíduos da indústria açucareira) foram mais eficazes, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo e proporcionando aumento na altura da planta, número de folhas, produção de matéria seca e fresca de folha, comprimento folhar e área folhar.

No Brasil, Pereira et al (2015) constataram que a aplicação de EM mais esterco bovino proporcionaram aumento na área folhar de rabanete nas primeiras semanas de cultivo e Barros et al (2015) testaram o efeito do EM mais o uso de palhada sob o desenvolvimento de rúcula, aumentou significativamente a área folhar.

2.3. Matéria orgânica

A matéria orgânica é um atributo indispensável para manter a longevidade do sistema solo, pois propicia fertilização química, macro, microfauna e a estrutura física do solo. Gliessman (2008) conceitua a formação da matéria orgânica de componentes distintos e heterogêneos, vivos e não vivos, qual o material vivo é composto raízes, microrganismos e pedofauna enquanto o material não vivo por camada decomposta da superfície, raízes mortas, metabólitos microbianos e substâncias húmicas. Primavesi (1988) descreve a matéria orgânica, como toda substância morta no solo quer provenha de plantas, microrganismos, excreções animais e até mesmo da macro e micro fauna morta. Acentuando seus principais efeitos, tais como:

- 1) substância agregantes do solo capaz de flocular o tornando grumoso com bioestrutura estável e resistente a ação das chuvas. Essa resistência se deve a

ação dos ácidos poliurônicos formados a partir da combinação dos restos vegetais e atividade microbiológica;

2) fornecimento de ácidos orgânicos e alcoólicos durante a sua decomposição, que servem de fontes de carbono para os microrganismos fixadores de nitrogênio de vida livre;

3) possibilidade de vida aos microrganismos, especialmente aos fixadores de nitrogênio que produzem substâncias de crescimento, como triptofano e ácido-índico;

4) alimento aos organismos ativos da decomposição, produzindo antibióticos que protegem as plantas das pragas;

5) produção de substâncias intermediárias que podem ser absorvidas pelas plantas, aumentando seu crescimento;

6) aumentar a CTC do solo;

7) aumentar o poder tampão do solo, isto é, resistência contra variações bruscas do pH;

8) fornecer substâncias como fenóis, uma vez que é heterocondensado de substâncias fenólicas que contribuem não somente para respiração e maior absorção de fósforo, mas também a sanidade vegetal.

Gliesman (2008) demonstra que a matéria orgânica sofre um processo de humificação e libera substâncias complexas capazes de sofrer mineralização, essas substâncias disponibiliza nutrientes minerais, constrói, promove, protege e mantém o ecossistema do solo, também são capazes de aumentar a retenção de água e nutrientes, atuar como fonte de alimento para os microrganismos do solo e fornece proteção mecânica para a superfície.

Ciotta et al (2003) durante 21 anos, avaliando o efeito do sistema de plantio direto sob o aumento de carbono orgânico e CTC do solo. Os resultados demonstraram aumento expressivo da CTC e alto acúmulo de matéria orgânica sobre o solo. Correspondendo, Pires et al (2008) testaram diversos adubos orgânicos sob o cultivo de maracujá, demonstrando que diferentes compostos alteraram significativamente as condições físicas e químicas do solo, aumentando o pH, reduzindo o efeito do alumínio tóxico e aumentando os teores de nutrientes. No mesmo sentido, Cardoso et al (2011) trabalham diferentes doses de composto orgânico sob a cultura do Alface e concluem que houve aumento da CTC e na soma de bases.

Ziech et al (2014) estudaram o uso da matéria orgânica e sua relação com a atividade microbiana do solo, empregaram diferentes fontes de cobertura morta, aliados a diferentes métodos de adubação e concluíram que houve aumento de atividade microbiológica no solo. Já Valarine et al (2002) avaliaram durante 3 meses a qualidade de um solo adubado com doses de diferentes materiais orgânicos, oriundas de estrume de animais e restos vegetais, inoculados com microrganismos eficiente. Os autores constatam que a mistura proporcionou aumento na atividade microbiológica e melhoria das propriedades físico-químicas do solo. Ressaltam ainda, que os parâmetros biológicos podem ser usados como indicadores precoces da qualidade do solo. Essa afirmativa associa-se com Altieri (2012), Gliessman (2008) e Primavesi (1988) quando evidenciam a importância de analisar as condições microbiológicas do solo como fator principal da qualidade do solo.

2.4. Pó de rocha

Dr. Julius Hensel descobriu o uso do pó de rocha quando era moleiro, um breve dia moendo cereais notou junto a eles a existia algumas pedras que eram transformadas em pó. Hensel então lança esse pó de pedra sobre seu jardim e começa a observa o desenvolvimento das plantas. Identificou, que as plantas que receberam a aplicação do pó adquiriram desenvolvimento mais vigorosas em relação as que não receberam. Após a descoberta, realizou novas experiencias pulverizando o pó de pedra em frutíferas (macieiras) e concluiu que houve maior desenvolvimento e fitossanidade para aquelas que receberam o pó de pedra. A partir daí, Hensel inicia seus estudos e publica sua primeira bibliografia sobre o assunto, o “Stone Meal” (MUSA, 2009).

Hensel provou que a utilização de pó de rochas primitivas como granito, calcário e fosfato rochoso é capaz de restaurar permanentemente os solos pobres (MUSA, 2009).

Theodoro et al (2006) retrata o uso de pó de rocha no Brasil a partir da década de 50 e estudam sua aplicação ao longo de cinco anos certificando suas principais funções no sistema solo, dentre elas, remineralizar, reestruturar e aumentar o pH, Ca, Mg, P e K, especialmente após a segunda safra, diminui o alumínio tóxico logo após o primeiro ano de aplicação, aumenta a produtividade, devido ao acréscimo de área verde e raízes das plantas, apresenta melhor desempenho em culturas de ciclo maior,

proporciona efeito benéfico quando associados a adubação orgânica e adubação verde, supre as necessidades de macro e micronutrientes e aumenta o teor de umidade do solo, devido a atividade da argila presente no material.

Silveira et al (2010) testa doses de agrominerais oriundos de rocha basáltica sobre a produtividade de soja e milho, concluem que houve aumento de produtividade. Correspondendo com autores, na Indonésia Priyono et al (2008) certificam que o pó de rocha é capaz de fertilizar solo, fornecendo múltiplos elementos nutricionais como Ca, K, Zn e Cu e proporciona acréscimo no pH. Mello et al (2012) pesquisaram o efeito de diferentes doses de pó de rocha basáltica aplicadas sobre o solo e combinadas com doses de matéria orgânica, constatam que houve aumento de pH, aumento nos teores de Ca, Mg, Zn e Fe e eficiência na neutralização da acidez potencial. Já Silva et al (2012) trabalharam doses de pó de rocha sob o cultivo de *Eucalyptus benthami*, concluindo que houve aumento nos teores de K das folhas, incremento de pH e fornecimento de Mg, Si e K.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características locais e experimentais

3.1.1. Características locais

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente a Universidade Estadual e Maringá. A FEI está localizada no distrito de Iguatemi no município de Maringá – PR sob latitude de 23°21'13" S, longitude de 52°4'18" O e altitude de 540 m. O solo é classificado como Latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA, 2018) e o clima é tipo Cfa, característico clima subtropical de verões quentes e chuvosos, geadas poucos frequentes e sem estação seca definida, segundo a carta climática de Koppen. A precipitação média é de 1500 mm por ano e temperatura média é de 19°C (SIMEPAR, 2015).

O Solo da área é isolado de cultivos convencionais principalmente por mata, construções e criações de animais em um raio aproximado de 50 m. O terreno esteve em pousio, até a mecanização para o transplântio.

3.1.2. Preparo da área e aspectos químicos do solo

A área foi revolvida e destorroada com uso de grade leve. Após 3 gradagem, realizou-se o levantamento dos canteiros com roto-encanteiradeira mecanizada, fixando 4 canteiros a 90 cm de largura e 7 m de comprimento e, em seguida efetuou-se a análise química do solo, qual valores estão expressos na tabela 2 e 3.

Tabela 2 Concentração de macronutrientes, Al³⁺, H⁺, pH e matéria orgânica na profundidade de 0-20 cm, Iguatemi- PR.

pH		Cmol _c dm ³				g dm ³	
CaCl ₂	H ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	K	M.O
5,1	5,8	3,72	1,13	3,69	0	0,54	25,84

Fonte: O autor

Tabela 3 Concentração de P, Na⁺ e micronutrientes na profundidade de 0-20 cm, Iguatemi-PR

mg dm ³							
Na ⁺	P	Cu	Zn	Mn	Fe	B	S
11,76	102,13	4,58	22,75	79,55	181,5	0,21	2,78

Fonte: O autor

3.2. Obtenção dos Materiais

3.2.1. Pó de rocha basáltico

Foi obtido através da pedreira Extracon Minerações e Obras da cidade de Maringá, sua composição está expressa na tabela 4.

Tabela 4 Composição do pó de rocha basáltica (Pedreira EXTRACON, Maringá-PR)

Nutrientes	Unidade	Quantidade
SiO ₂	(%)	51,13
Al ₂ O ₃	(%)	13,99
TiO ₂	(%)	1,21
Fe ₂ O ₃	(%)	13,48
CaO	(%)	10,79
MgO	(%)	6,7
K ₂ O	(%)	0,51
Na ₂ O	(%)	2,1
MnO	(%)	0,19
P ₂ O	(%)	0,12
S	(%)	206
Zr	(PPM)	103
Nb	(PPM)	9
Y	(PPM)	15
Rb	(PPM)	13
Ba	(PPM)	48
Cu	(PPM)	181
Zn	(PPM)	92
U	(PPM)	139
Cr	(PPM)	180
La	(PPM)	22
Ni	(PPM)	89

Fonte: O autor

3.2.2. Composto orgânico

Obtido através da compostagem de resíduo orgânico oriundos do restaurante Universitário da UEM (Universidade Estadual de Maringá). Sua composição está expressa na tabela 5.

As doses foram aplicadas com base no manual Técnico de Olericultura e calculadas através da fórmula:

$$X = (A * B) / (100 * C) / (100 * D)$$

Onde:

X: Quantidade de nutriente efetiva em kg ha⁻¹;

A: Quantidade do produto aplicado em kg ha⁻¹;

B: Teor de matéria seca %;

C: Concentração do nutriente na matéria seca kg ha⁻¹;

D: Índice de eficiência.

Tabela 5 Composição do composto orgânico do Restaurante Universitário/UEM.

Nutrientes	Unidade	Quantidade
N	g kg ⁻¹	10,31
P	g kg ⁻¹	3,09
K ⁺	g kg ⁻¹	4,55
Ca ²⁺	g kg ⁻¹	7,94
Mg ²⁺	g kg ⁻¹	1,9
Cu ²⁺	mg kg ⁻¹	31,59
Fe ²⁺	mg kg ⁻¹	11395,2
Mn ²⁺	mg kg ⁻¹	184,3
Zn ²⁺	mg kg ⁻¹	118,48

Fonte: O autor

Utilizou-se como nutriente essencial para correção o nitrogênio (N = 130 kg ha⁻¹) totalmente adicionado a base.

3.2.3. Microrganismos Eficientes

O EM foi adquirido da EXTRACON a mesma empresa do pó de rocha e as doses tanto via solo como via foliar, foram aplicadas de acordo com as recomendações técnicas do fabricante, 1:100 via solo e 1:1000 via folhar. A tabela 6 descreve a composição do produto.

3.2.4. Mudanças de alface

As mudas da cultivar Lucy Brown americana, foram obtidas por intermédio de um viveiro comercial local, produzidas em bandejas de polietileno de 200 células, substrato comercial e complemento nutricional via fertirrigação.

As instalações padronizadas, compreendem estufas tipo arco, pé direito de 5 m, controle de luminosidade, através de luminete, antecâmara de higienização, tela anti-afídeo e manejo de irrigação.

3.3. Delineamento e Instalação

O Experimento foi instalado no dia 1º de julho de 2020 em uma área de 72,3 m², com parcelas de 0,99 m² (0,9 m x 1,1 m) contendo 12 plantas e área útil de 0,28 m².

Tabela 6 Composição do EM aplicado via solo e folhar, 2020.

Nutriente	Unidade	Quantidade
N	%	0,13
P ₂ O ₅	%	0,12
K ₂ O	%	0,31
Ca	%	0,05
Mg	%	0,02
S	%	0,01
B	mg kg ⁻¹	10,5
Cu	mg kg ⁻¹	17316
Fe	mg kg ⁻¹	535,4
Mn	mg kg ⁻¹	32,23
Na	mg kg ⁻¹	95,99
Ni	mg kg ⁻¹	8,2
Zn	mg kg ⁻¹	24,81
Cr	mg kg ⁻¹	1,82
Co	mg kg ⁻¹	0,77
pH CaCl ₂	mg kg ⁻¹	4,28

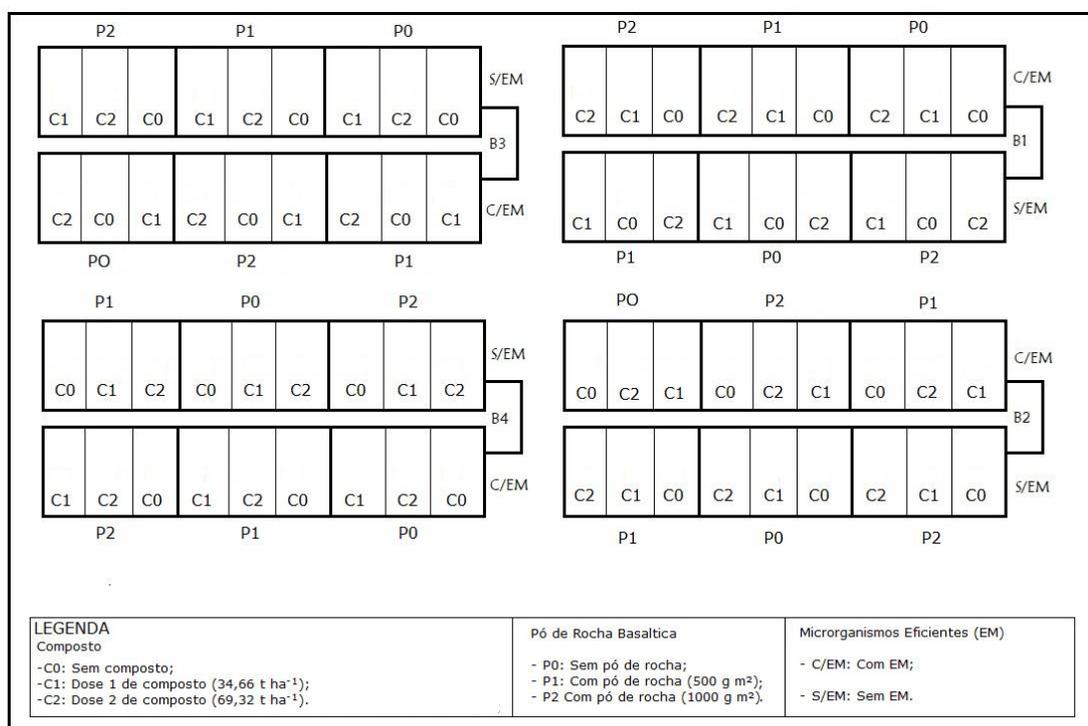
Fonte: O autor

O delineamento utilizado foi em blocos casualizado com 18 tratamentos em parcelas sub-subdivididas e 4 repetições. Nas parcelas aplicou-se o composto

orgânico, nas sub parcelas o pó de rocha e na sub-subparcela o EM. As doses de composto orgânico foram mensuradas e calculadas seguindo as recomendações do Manual Técnico de Olericultura (EMATER, 2013). Para o composto aplicou-se 3 doses, dose 1 (C0) zero t ha⁻¹, dose 2 (C1) 34,66 t ha⁻¹ e dose 3 (C2) 69,32 t ha⁻¹. Para o pó de rocha 3 doses, dose 1 (P0) zero g m², dose 2 (P1) 500 g m² e dose 3 (P2) 1000 g m². Por fim o EM testado em 2 níveis, com EM e sem EM aplicados via solo e a cada 15 dias via foliar. O composto foi incorporado a 10 cm de profundidade 15 dias antes do transplântio das mudas. Após seguiu-se a distribuição do pó de rocha revolvendo o solo e aplicando 300 mL de EM, na proporção de 1:100 utilizando uma bomba costal manual de 16 L e iniciou-se o transplântio.

As mudas foram transplantadas utilizando “gabarito” espaçando de 0,3 m x 0,3 m inserindo-as no sulco de 0,05 m de profundidade e, para finalizar foi espalhado 2 kg m² de palhada. Durante a condução uma vez por semana os tratamentos que continham EM receberam – ló também via folhar, na proporção de 1:1000. A figura 1, demonstra o croqui da área experimental e detalha os tratamentos.

Figura 1. Croqui experimental, Iguatemi - PR



Fonte: O autor

3.4. Condução, Colheita e Avaliações

3.4.1. Manejo da irrigação

A irrigação foi do tipo gotejamento, distribuídos em duas linhas. Os tubos gotejadores eram de 0,3 m x 0,3 m e 1,05 L/H de acordo com fabricante. O manejo foi baseado na reposição da lâmina d'água segundo método de Morourelli et al (1996). Que consiste no monitoramento da evapotranspiração diária e cálculo da reposição, através da formula 2.

$$V = ET_o * [a + 0,5 * (1 - a)] * \left(\frac{A_s}{C_u}\right) * K_c$$

Onde:

V: Volume aplicado por cada gotejador L/dia;

ET_o: Evapotranspiração de cultivo de referência, mm/dia;

a: Fração da área molhada, em decimais;

A_s: Área sombreada, em m²;

C_u: Coeficiente de uniformidade de aplicação, em decimais;

K_c: Coeficiente de cultura, adimensional.

Os dados de evapotranspiração de referência foram obtidos por intermédio da estação meteorológica do IDR (Instituto de desenvolvimento Rural do Paraná).

3.4.2. Manejo de pragas, doenças e plantas espontâneas

Para as doenças o manejo se deu pela aplicação de calda bordalesa, já para as pragas duas caldas, a de fumo e calda supra, cuja descrição e maneira de utilização está listada na tabela 7. Já o controle de plantas espontânea foi realizado via capina manual.

Para aplicar a calda de fumo, primeiramente foi fervido o fumo em 500 mL de água e em seguida misturado 10 litros de água. Já a calda supra, foi misturado todos ingredientes em 10 L de água e aplicado.

Tabela 7 Descrição da composição das caldas utilizadas para o controle de pragas, Iguatemi - PR, 2020.

Calda de fumo	
Item	Quantidade
Fumo	50 g de fumo
Água	500 mL
Calda supra	
Item	Quantidade
Detergente	100 mL
Vinagre	100 mL
Óleo	100 mL
Pimenta ao álcool	100 mL
Alho ao álcool	50 mL

Fonte: O autor

3.4.3. Colheita

A colheita iniciou-se aos 65 dias após o transplântio, no dia 3 de setembro de 2020 efetuando o corte rente ao solo de duas plantas por parcela.

3.4.4. Avaliações

Avaliou-se as seguintes variáveis: Massa fresca total (MFT); Massa fresca comercial (MFC); Massa seca comercial (MSC); Massa seca total (MST); Massa fresco de raiz (MFR); Massa seca de raiz (MSR); Número de folhas total (NFT); Número de folhas comercial (NFC); Número de folhas descartadas (NFD); Diâmetro de cabeça total (DCT); Diâmetro de cabeça comercial (DCC); Comprimento do caule (CC); Diâmetro do caule (DC) e Estimativa de Área foliar (EAF).

3.4.4.1. Massa fresca total (MFT)

As plantas foram cortadas rente ao solo e levadas para pesagem. E sua massa expressa em gramas (g), pesado em balança digital. Nesta avaliação empregou-se todas as folhas.

3.4.4.2. Massa fresca comercial (MFC)

Todas as folhas senescentes e as que sofreram danos mecânicos ocorridos por eventos bióticos ou abióticos foram removidas da planta mãe. O restante pesado em balança digital e sua massa expressa em gramas (g).

3.4.4.3. Massa seca comercial (MSC)

Após avaliado as folhas comerciais foram dispostas em sacos de papel e encaminhadas para secagem, em estufa com circulação de ar forçado a 70° C durante 48 horas e pesadas em balança digital e sua massa expressa em gramas (g).

3.4.4.4. Massa seca total (MST)

A amostra de todas as folhas comerciais e descarte foram dispostas em diferentes sacos de papel, numeradas e levadas para secagem em estufa com circulação de ar forçado a 70° C por 48 horas. Após secas foram pesadas em balança digital e obtido a massa seco total em gramas (g), por fim através da soma do peso seco comercial e descarte chegou-se ao peso seco total.

3.4.4.5. Massa fresca de raiz (MFR)

Após o corte da parte aérea, com uso de uma pá, removeu-se as raízes e obstruindo-as da planta mãe, em seguida foram lavadas, secas a sombra e pesadas com balança semi-analítica que dispunha da massa expressa em gramas (g).

3.4.4.6. Massa seca de raiz (PMSR)

Após secas a sombra e numeradas as raízes foram encaminhadas para a estufa com circulação de ar forçado a 70° C por 48 horas. Após secas, foram pesadas em balança semi-analítica. A massa foi expressa em gramas (g).

3.4.4.7. Número de folhas total (NFT)

Essa variável foi obtida pela contagem de todas as folhas por planta avaliada na unidade experimental.

3.4.4.8. Número de folhas comercial (NFC)

Para essa variável contou-se as folhas saudáveis, descartando as folhas senescentes e as que sofreram danos mecânicos ocorridos por eventos bióticos ou abióticos.

3.4.4.9. Número de folhas descartadas (NFD)

Contou-se todas as folhas das plantas que sofreram danos mecânicos, stress bióticos, abióticos e folhas senescentes, descartando-as.

3.4.4.10. Diâmetro de cabeça total (DCT)

Para esta variável, utilizou-se de uma régua graduada de 50 centímetros (cm) adaptando-a como um “paquímetro”. Deste modo, mensurou-se toda cabeça de uma extremidade a outra com todas as folhas. A unidade de medida foi expressa em centímetros (cm).

3.4.4.11. Diâmetro de cabeça comercial (DCC)

Removeu-se todas as folhas senescentes e as que sofreram danos mecânicos ocasionados por stress bióticos e abióticos, determinando-se o diâmetro da cabeça. Para isso usou-se uma régua graduada de 30 centímetros adaptando como se fosse um “paquímetro” e inseriu-a de uma extremidade a outra da “cabeça”. A unidade de medida foi expressa em centímetros (cm).

3.4.4.12. Comprimento do caule (CC) e Diâmetro do caule (DC)

Para o comprimento do caule, mediu-se da extremidade inferior a superior, qual a extremidade inferior corresponde ao colo da planta e a extremidade superior correspondendo ao início da diferenciação foliar. Já para o diâmetro do caule mediu-se o terço mediano do caule. Mensurou-se utilizando paquímetro e a unidade de medida foi expressa em milímetros (mm).

3.4.4.13. Estimativa de área foliar (EAF)

A área foliar foi mensurada em centímetros quadrados (cm²), cada folha foi medida com uma régua graduada de 30 centímetros (cm) multiplicando-se comprimento e largura, obtendo-se os valores.

3.4.5. Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, com desdobramentos das interações significativas. As médias foram ao teste LSD (Diferença Mínima Significante) a 5 % de probabilidade. Utilizou-se para análise o programa computacional R. Foi utilizado o gráfico de mapa de calor de correlação de Pearson a 5 % de probabilidade entre os tratamentos. Para tal, foi utilizado o programa PAST (HAMMER et al., 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância demonstra que pelo menos uma variável analisada foi influenciada pelos fatores analisados (Tabelas 8 e 9). Não foram verificadas interações entre os fatores.

Tabela 8 Resumo da análise de variância para seis características avaliadas, Iguatemi – PR.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios					
		MFT	MFC	MST	MSC	MFR	MSR
Fator A	1	91842	51708	82,35	125,34	128,91	0,01
Erro A	3	22766	18065	47,63	61,42	13,44	0,06
Fator B	2	21425	8052	9,59	120,23*	150,09*	0,61
Fator AxB	2	33752	19332	67,46	71,57	66,06	0,64
Erro B	12	15489	9058	25,73	29,27	25,19	0,35
Fator C	2	134067***	77716***	114,78**	72,94*	284,23***	4,81*
Fator CxA	2	10599	10604	35,63	44,02	11,73	0,23
Fator CxB	4	7424	6046	3,72	21,79	43,39	1,07
Fator CxBxA	4	6345	3525	11,21	14,90	28,95	1,39
Erro C	36	5803	4574	16,15	20,54	30,16	0,95
CV A (%)		27,40	30,30	34,60	27,40	18,10	6,60
CV B (%)		22,60	21,50	25,40	18,90	24,80	15,40
CV C (%)		13,80	15,30	20,10	15,80	27,20	25,60
Média		550,51	443,05	19,96	28,61	20,2	3,82

Fonte: O autor

*Significativo a 5% de probabilidade; **Significativo a 1% de probabilidade; ***Significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste de F. Fator A (EM); Fator B (Pó de rocha); Fator C (Composto); MFT = massa fresca total; MFC = massa fresca comercial; MST = massa seca total; MFR = massa seca de raiz; MSR = massa seca de raiz; MSC = massa seca comercial.

Para os desdobramentos de cada fator significativo, o fator EM influenciou somente a variável DTC (Tabela 10). O uso de EM promoveu aumento de 5,45% para o diâmetro total da cabeça de alface quando comparado ao não uso do EM.

O fator pó de rocha influenciou as variáveis MSC, MFR, DCC, CC e NFT (Tabela 11). Quando comparado ao controle, a massa fresca da raiz, comprimento do caule e número total de folhas foi influenciado pelos tratamentos. As variáveis massa seca comercial da cabeça e diâmetro comercial da cabeça não foram influenciadas pelo uso do pó de rocha, não diferindo do controle.

Tabela 9 Resumo da análise de variância para sete características avaliadas, Iguatemi – PR

Fontes de variação	de GL	Quadrados Médios						
		DTC	DCC	CC	DC	NTF	NFC	EAF
Fator A	1	49,58*	0,32	4,65	0,02	19,53	2,00	13178520
Erro A	3	3,59	4,57	1,56	0,15	14,87	23,01	6929464
Fator B	2	8,77	17,36*	4,40**	0,02	69,59*	23,79	5875619
Fator Ax B	2	7,88	5,64	0,71	0,27	34,16	17,04	1634043
Erro B	12	9,80	2,90	0,49	0,09	12,59	15,37	1859334
Fator C	2	69,13***	18,91***	9,06***	0,40**	157,67***	78,39**	12061769***
Fator CxA	2	1,94	0,17	0,40	0,06	2,82	5,72	393707
Fator CxB	4	5,32	2,30	0,38	0,03	15,40	11,87	1102175
Fator CxBxA	4	3,75	0,34	0,15	0,03	2,35	6,79	1434510
Erro C	36	5,10	1,24	0,38	0,05	10,49	9,62	1462537
CV A (%)		6,40	16,70	22,30	15,40	9,10	14,00	32,20
CV B (%)		10,60	13,30	12,50	11,50	8,30	11,40	16,70
CV C (%)		7,60	8,70	11,00	8,60	7,60	9,00	14,80
Média		29,61	12,83	5,60	2,55	42,58	34,33	8174,91

Fonte: O autor

*Significativo a 5% de probabilidade; **Significativo a 1% de probabilidade; ***Significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste de F. Fator A (EM); Fator B (Pó de rocha); Fator C (Composto); DTC = Diâmetro total de cabeça; DCC = Diâmetro comercial de cabeça; CC = Comprimento do caule; DC = Diâmetro do caule; NTF = Número de folhas totais; NFC = Número de folhas comerciais; EAF =

Tabela 10 Valores médios de DTC = Diâmetro total da cabeça de alface submetida ou não a fertilização com microrganismos eficazes (EM), Iguatemi – PR.

Tratamentos	DTC
Sem EM	28,78 b
Com EM	30,44 a
CV	26.91
F	13.81

Fonte: O autor

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste LSD (Diferença Mínima Significante) a 5 % de probabilidade.

O fator composto orgânico influenciou todas as variáveis (Tabelas 12 e 13). O uso de composto orgânico promoveu o aumento das médias das variáveis quando comparadas ao controle. Para as variáveis MFT, MFR, MSR, DTC e EAF o tratamento com maior concentração (69,32 t ha⁻¹) foi superior a menor concentração do composto (34,66 t ha⁻¹) e também ao controle. Para as variáveis MFC, MST, MSC, NFC, NTF, CC e DC não houve diferença entre as concentrações do composto, mas ambos foram

superiores ao controle. Para o DCC a maior concentração do composto foi superior somente quando comparado ao controle.

Tabela 11 Valores médios de MSC = massa seca comercial; MFR = massa fresca de raiz; DCC = diâmetro comercial da cabeça; CC = comprimento do caule e NFT = número de folhas totais de alface submetida a doses de pó de rocha, Iguatemi – PR

Tratamentos	MSC	MFR	DCC	CC	NFT
Controle (P0)	28,27 ab	17,37 b	13,30 a	5,15 b	40,71 b
P1	31,00 a	21,13 a	13,33 a	5,65 a	42,98 a
P2	26,56 b	22,11 a	11,84 b	6,00 a	44,04 a
CV	18,90	24,80	13,33	12,50	8,30
F	4,11	5,96	5,98	8,96	5,52

Fonte: O autor

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste LSD (Diferença Mínima Significante) a 5 % de probabilidade. Doses de pó de rocha: P1: 500 g m² e P2: 1000 g m².

Tabela 12 Valores médios de MFT = massa fresca total; MFC = massa fresca comercial; MST = massa seca total; MSC = massa seca comercial; MFR = massa fresca de raiz e MSR = massa seca de raiz de alface submetida a doses de composto orgânico, Iguatemi – PR.

Tratamentos	MFT	MFC	MST	MSC	MFR	MSR
Controle (C0)	468,62 c	380,77 b	17,50 b	26,60 b	16,97 b	3,43 b
C1	567,83 b	456,04 a	21,69 a	29,75 a	19,82 b	3,70 b
C2	615,06 a	492,33 a	20,69 a	29,48 a	23,82 a	4,33 a
CV	13,80	15,30	20,10	15,80	27,20	25,60
F	23,10	16,99	7,11	3,55	9,42	5,05

Fonte: O autor

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste LSD (Diferença Mínima Significante) a 5 % de probabilidade. Doses do composto: C1: 34,66 t ha⁻¹ e C2: 69,32 t ha⁻¹.

Pela figura 2 é possível verificar como as variáveis agrônômicas se relacionaram entre si. As variáveis que obtiveram maiores índices de correlações, todas positivas, foram entre MFT e MFC (98,12 %), NFT e NFC (91,13 %), MFT e NFT (88,54 %), MFT e CC (88,44 %).

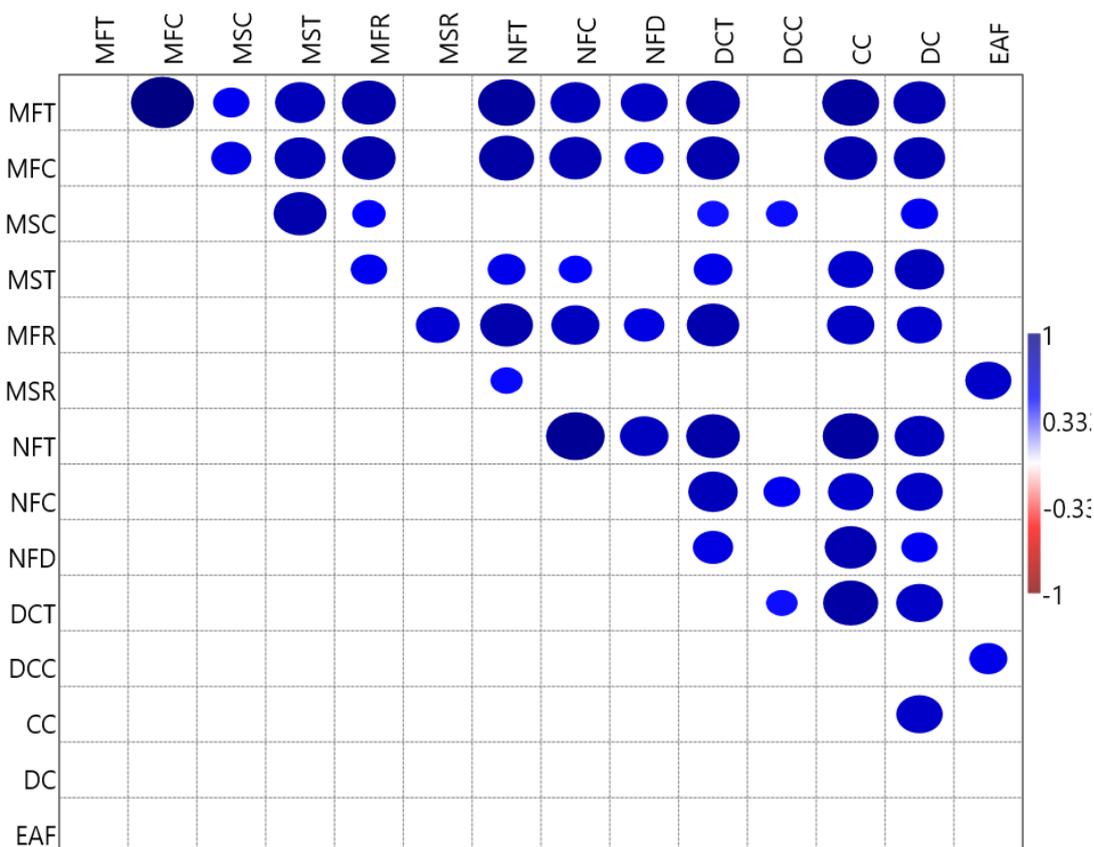
Tabela 13 Valores médios de NFT = número de folhas totais; NFC = número de folhas comerciais; DTC = diâmetro total da cabeça; DCC = diâmetro comercial da cabeça; CC = comprimento do caule; DC = diâmetro do caule e EAF = estimativa de área foliar de alface submetida a doses de composto orgânico, Iguatemi -PR.

Tratamento	NFT	NFC	DTC	DCC	CC	DC	EAF
Controle	39,75 b	32,35 b	27,82 c	11,82 b	4,91 b	2,41 b	7370,36 c
C1	43,23 a	34,75 a	29,82 b	13,14 ab	5,81 a	2,58 a	8446,43 b
C2	44,75 a	35,90 a	31,20 a	13,51 a	6,08 a	2,66 a	8707,94 a
CV	7,60	9,00	7,60	8,70	11,00	8,60	14,80
F	15,04	8,15	13,56	15,26	23,69	7,87	8,25

Fonte: O autor

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste LSD (Diferença Mínima Significante) a 5 % de probabilidade. Doses do composto: C1: 34,66 t ha⁻¹ e C2: 69,32 t ha⁻¹.

Figura 2 Mapa de calor demonstrando as correlações entre as variáveis segundo correlação de Pearson a 5 % de probabilidade. Somente as correlações significativas estão demonstradas, sendo de coloração azul positiva (+1) e vermelha negativa (-1).



Fonte: O autor

MFT = MASSA FRESCA TOTAL; MFC = MASSA FRESCA COMERCIAL; MST = MASSA SECA TOTAL; MFR = MASSA FRESCA DE RAIZ; MSR = MASSA SECA DE RAIZ; NFT = NÚMERO DE FOLHAS TOTAIS; NFC = NÚMERO DE FOLHAS COMERCIAIS; NFD = NÚMERO DE FOLHAS DESCARTADAS; DTC = DIÂMETRO TOTAL DE CABEÇA; DCC = DIÂMETRO COMERCIAL DE CABEÇA; CC = COMPRIMENTO DO CAULE; DC = DIÂMETRO DO CAULE; EAF = ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR.

De uma forma geral, as variáveis foram influenciadas em maior grau pelo fator composto orgânico quando comparado às outras variáveis. O fator pó de rocha influenciou em menor grau e, por último, o fator EM, que teve influência em somente uma variável analisada (Tabelas 9 e 10).

Os resultados do presente estudo estão de acordo com Yuri et al. (2004), que pesquisaram a aplicação de diferentes doses de composto sob a cultura da alface e concluíram que houve influência das doses sob o crescimento e produtividade. Deste modo, com o aumento nas doses foram verificados incremento na circunferência das plantas (41,4 cm), massa fresca comercial (634,3 g planta⁻¹) e no comprimento do caule (3,9 cm), quando comparados a testemunha (YURI et al., 2004). Sediya et al. (2016) investigaram o efeito do uso de fertilizantes orgânico sob o cultivo de alface americana, demonstraram que o uso do fertilizante promoveu um aumento de 42% na produtividade e peso médio de 450 g planta⁻¹. Ao aplicar vermicomposto em cultivo de alface, outros autores constataram acréscimo de 50% para biomassa fresca e 49% para biomassa seca, comparando-os com a testemunha (TEODORO et al., 2016). Vale destacar, que essas são características comerciais muito importantes. Quanto maior a circunferência da cabeça, menor comprimento do caule e maior matéria fresca total, mais produtiva são as plantas. Esses valores são adjacentes aos estudados do referido trabalho, dos quais 43,53% são de aumento de produção com valores de 733,12 g planta⁻¹. Desta maneira, Yuri et al. (2004) reforça essa afirmativa considerando que para o processamento industrial, a alface americana com elevado peso e tamanho de cabeça comercial são desejáveis, aliado comprimento do caule, qual abaixo de 7 cm pode proporcionar maior rendimento de matéria prima e acima menor rendimento.

O composto utilizado continha aproximadamente 1% de nitrogênio, sendo considerado relativamente rico neste nutriente. Além disso, o composto provém outros macronutrientes como o fósforo, potássio, magnésio, cálcio e micronutrientes. O nitrogênio é o nutriente mais importante para várias espécies vegetais e participa como elemento de várias substâncias presentes na planta, sendo um componente de aminoácidos, bases nitrogenadas e corpos cetônicos, o nitrogênio está presente nas moléculas de clorofila (TAIZ et al., 2017). Com um bom aporte de nitrogênio a planta consegue expressar seu potencial produtivo, o que foi observado no presente estudo. As variáveis analisadas tiveram suas médias incrementadas pelo uso do composto

orgânico. Inclusive, a maior dose proporcionou maior MFT, DTC e EAF que a menor dose do composto, demonstrando que a planta de alface é responsiva com relação a estas variáveis produtivas.

Com o uso de pó de rocha foi observado efeitos significativos em cinco características (MSC, MFR, DCC, CC e NFT) das treze variáveis analisadas. Moura et al. (2018) analisaram diferentes tipos de adubação sob a produtividade de *Brassica oleracea* L. e o uso de pó de rocha demonstrou-se uma alternativa viável para fertilização, com valores de produtividade similares ao do uso de cama de frango. O uso de 500 g de pó de rocha basáltico promoveu aumento na média de leitura de clorofila foliar (SPAD) e comprimento de raízes em três variedades de alface (LAJÚS et al., 2021). Diferentemente do presente estudo, houve interação entre o uso de EM e o pó de rochas para variáveis produtivas de alface em estudo realizado no estado de Goiás (SOUSA et al., 2021). Isso indica uma possível ação de disponibilização de nutrientes presentes no pó de rocha por intermédio dos microrganismos presentes no EM (SOUSA et al., 2021). O “EM”, microrganismos eficazes é composto principalmente por bactérias fotossintéticas (*Rhodopseudomonas palustris* e *Rhodobacter sphaeroides*), lactobacilos (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* e *Streptococcus lactis*), leveduras (*Saccharomyces lactis*), e Actinomicetos (*Streptomyces* spp.) (JAVAID, 2010). Na maioria dos casos o pó de rocha possui liberação lenta de seus elementos (VAN STRAATEN, 2006). Por isso, era esperado que houvesse interação entre o uso de EM ou composto orgânico, que serviria como fonte de microrganismos e por meio de sua atividade no solo, aumentaria a concentração de íons H⁺, aumentando a disponibilidade de nutrientes do pó de rocha (KÄMPF et al., 2009). No entanto, não foram observadas interações entre esses fatores para o presente estudo. É possível que a liberação de ácidos orgânicos provenientes da rizosfera das plantas de alface tenha aumentado a disponibilidade de nutrientes do pó de rocha (KÄMPF et al., 2009), promovendo o incremento das variáveis observadas no presente estudo.

Para o presente estudo, o uso do EM incrementou somente o diâmetro total da cabeça de alface. Um dos fatores que pode ter contribuído para a menor influência do EM sobre as variáveis agrônômicas foi que o solo utilizado no experimento já continha uma quantidade alta de matéria orgânica (2,6%) segundo manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (PAULETTI e MOTTA, 2017). Além

disso, a área experimental é conduzida sob manejo orgânico/agroecológico a pelo menos 15 anos, o que pode proporcionar um equilíbrio dinâmico da microbiota do solo. Com isso, os grupos de microrganismos que já habitavam a área de cultivo, por serem já adaptados ao local, se sobrepuseram aos novos microrganismos inoculados por meio do EM. O processo de simbiose entre microrganismos e plantas é um processo complexo, que envolve a secreção e aquisição de nutrientes entre os organismos, entre outros fatores (BENIZRI et al., 2001). Como forma de garantir uma melhor interação entre raízes da planta e microrganismos do EM, uma alternativa seria a inoculação do EM no substrato, quando as mudas estavam em desenvolvimento e/ou antes do transplântio das mudas para o solo.

5. CONCLUSÕES

Não houve interação entre os fatores analisados.

O uso de composto orgânico promoveu incremento de todas variáveis agronômicas analisadas de alface americana.

A adição de pó de rocha promoveu incremento na massa seca comercial, massa fresca da raiz, diâmetro comercial da cabeça, comprimento do caule e número de folhas totais de alface americana.

O EM promoveu incremento de diâmetro total da cabeça de alface americana.

REFERÊNCIAS

- A. PRIMAVESI. **Manejo Ecológico do Solo**. São Paulo: Editora, Nobel, 1988. 547p.
- ALTIERI, M.A. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Rio de Janeiro: Editora Expressão Popular, 2012, 400p.
- BENIZRI, E.; BAUDOIN, E.; GUCKERT, A. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria. **Biocontrol science and technology**, v. 11, n. 5, p. 557-574, 2001.
- BARROS, S.M.V; FIGUEIREDO, O.N; CARVALHO, A.P; FERREIRA, C.M.F. Desenvolvimento de *Euruca sativa* (MILL.) na presença de microrganismos eficientes. In: Simpósio de Pós-graduação em Agroecologia, 1, 2015, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, 3p.
- CARDOSO, I.I.A; FERREIRA, P.K; VIEIRA JÚNIOR, M.R; ALCARDE, C. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.29, n.4, p.594-599, 2011.
- CHAGAS, R.P; TAKESH, H. Produção orgânica utilizando-se Bokash e microrganismos benéficos (EM) no controle de pragas e doenças. In: Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais, 3, 2006. Belém, 16p.
- CIOTTA, N.M; BAYER, C; FONTOURA, V.M.S; ERNANI, R.P; ALBUQUERQUE, A.J. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.33, n.6, p. 1161-1164, 2003.
- EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 5º ed., rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2007. 421p.
- FUNK, A.V; BAYER, R.J; KEELEY, S; CHAN, R; WATSON, L; GEMEINHOLZER, B; SCHILLING, E; PANERO, L.J; BALDWIN, G.B; GARCIA-JACAS, N; SUSANNA, A;
- GRIESSMAN, R.S. **Agroecologia processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2008, 656p.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D., Paleontological statistics software package for education and data analyses. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, 1–9, 2001.
- HAMERSCHMIDT, I; LEONARDECZ, A; GHELLER, A.J; RIGHETTO, A.J; BORTOLOSSI, L.J; FRANCO, J.M; HARGER, N; CARVALHO, L.R.N. **Manual Técnico de Olericultura**. Curitiba: Instituto EMATER, 2013, 268p.

HENSEL, J. Bread from Stones: A new and rational system of land fertilization and physical regeneration. p.111, 1894. In: Manufactured in the United States of America by TRI-STATE PRESS. South Carolina, 2009.

HIGA, T; PARR, F.J. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. Atami: **International Nature Farming Research Center**, 17p, 1994.

HU, C; QI, Y. Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yield and nutrition of wheat in China. **European Journal of Agronomy**, v.46. p. 63-67, 2013.

INSTITUDO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017: Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 8 jun. 2020.

JAGGER, I.C; WHITAKER, T.W; USELMAN, J.J, OWEN, W.M. The imperial strains of lettuce. United States Department of Agriculture. **Circular 596**. Washington, p. 15, 1941.

JANSEN, K.R. Everywhere but Antarctica: Using a supertree to understand the diversity and distribution of the compositae. **Bio Skr**. v.55, p.343-374, 2005.

JAVOID, A. Beneficial microorganisms for sustainable agriculture. **Sustainable Agriculture Reviews**, 4, 347–369, 2010

KÄMPF, N.; CURI, N.; MARQUES, J.J. Intemperismo e ocorrência de minerais no ambiente do solo. In: MELLO, V.F; ALLEONI, L.R.F (Ed.). Química e mineralogia do solo: Conceitos básicos. Viçosa, MG: SBSC, 2009. v.1, p 333-379.

LAJÚS, C. R.; DA LUZ, G. L.; DA SILVA, C. G.; DALCANTON, F.; BARICHELLO, R.; SAUER, A. V.; ... DAL PIVA, A. J. Aspectos qualitativos e quantitativos de variedades de alface submetidas a concentrações de pó de rocha em cultivo orgânico. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 49489-49512, 2021.

LIMA, M.D; PADOVANI, M.R; AMAYA, R.B.D; FARFAN, A.J; NONATO, T.C; LIMA, T.M. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Campinas: Editora NEPA, 2011. 164p.

LINDQVIST, K. **On the origin of cultivated lettuce**. Hillehog Sugar Beete Breeding Institute, Landskrona, p. 320-350. 1960.

MANUAL. **Adubação e Calagem do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004, 400p.

MELO, F.V; UCHÔA, P.C.S; DIAS, O.F; BARBOSA, F.G. Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um latossolo amarelo distrófico da savana de Roraima. **Acta Amazonica**. Manaus, v.42, n.4, p.471-476, 2012.

MOROUELLI, A.W; SILVA, C.L.W; SILVA, R.H. Manejo de irrigação em hortaliças. 5.ed, Brasília: **EMBRAPA-SPI**, 1996, 75p.

MOURA, S.C; BISOGNIN, P.R; SILVA, M.D; GUERRA, D; BIANCHETTO, R; SOUZA, L.E. Produtividade de *Brassica oleracea* em sistema de transição orgânica no Sul do Brasil. **Revista Verde**. Pombal, v.13, n.2, p.138-145, 2018.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Estadual Paraná, 2017.

PEREIRA, G.E; DIAS, S.A; PEREIRA, S.D; SANTOS, S.J. Desenvolvimento inicial do rabanete submetido a adubação orgânica e microrganismos eficientes. In: Simpósio de Pós-graduação em Agroecologia, 1, 2015, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, 4p.

PIRES, A.A; MONNERAT, H.P; PINHO, R.G.L; ZAMPIROLI, D.P; ROSA, C.C.R; MUNIZ, A.R. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.32, n.5, p.1997-2005, 2008.

PRIMAVESI, A.M. Manejo Ecológico do Solo. São Paulo: Editora, Nobel, 1988. 547p.

PRIYONO, J; SUTRIONO, R; ARIFIN, Z. Evaluation for the potential use of silicate rocks from four volcanoes in Indonesia as fertilizer and soil ameliorant. **Journal Tanah tropical**. Indonésia, v.14, n.1, p. 1-8, 2009.

SALA, F.C; COSTA C.P. Gloriosa: Cultivar de alface tropicalizada. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.3, p.409-410, 2008.

SALA, F.C; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alfacilcultura brasileira. **Horticultura Brasileira**. v.30, n.2, p.187-194, 2012.

SALVADOR, C. A. DERAL - Departamento de Economia Rural Olericultura - Análise da Conjuntura Agropecuária Área, Produção e VBP área que movimentou. **DERAL** - Departamento de Economia Rural. n. 41, 2017.

SARMIENTO, J.G; ÁLVAREZ, A.A.M; CHACÓN, M.M.L. Uso de bocash y microrganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa em zonas áridas. **Scientia Agropecuária**. Peru, v.10, n.1, p.55-61, 2019.

SEDIYAMA, N.A.M; MAGALHÕES, B.P.I; VIDIGAL, M.S; PINTO, O.L.C; CARDOSO, P.C.S.D; FONSECA, M.C.M; CARVALHO, L.P.I. Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.) 'KAISER'. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. Viçosa, v.6, n.2, p.66-74, 2016.

SHARIFE, M; KHAN, M; KHAN, A.M; WAHID, F; MARWAT, B.K; KHATTAK, M.A; NASEER, M. Effect of rock phosphate and farmyard manure applied with effective microorganisms on the yield and nutrient uptake of wheat and sunflower crops. **Pakistan Journal of Botany**. v.47, p. 219-226, 2015.

SHAHEEN, S; KHAN, M; KHAN, J.M; JILANI, S; BIBI, Z; MUNIR, M; KIRAN, M. Effective microorganisms (EM) co-applied with organic waste and NPK stimulate the growth, yield and quality of spinach (*Spinacia oleracea* L.). **Sarhad Journal of Agriculture**. Pakistan, v.33, n.1, p. 30-41, 2017.

SILVA, A; ALMEIDA, A.J; SCHMITT, C; COELHO, M.M.C. Avaliação dos efeitos da aplicação de basalto moído na fertilidade do solo e nutrição de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta**. Curitiba, v.12, n.1, p.69-76, 2012.

SILVEIRA, P.A.C; FERREIRA, G.H.L; PONTES, L.M; BRAUN, F.A.J. Efeito imediato e residual da aplicação em superfície de diferentes doses de dois agrominerais sobre a produtividade de grãos de soja e milho. In: XXIX Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas; XIII Reunião sobre micorrizas; XI Simpósio brasileiro de microbiologia do solo; VII reunião brasileira de Biologia do solo. 2010, Guarapari/ES. **Anais**, Guarapari: FertBio, 4p.

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

SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ (SIMEPAR). Dados meteorológicos de Maringá: 2006 a 2014. Curitiba: SIMEPAR, 2015.

STILL, W.D. Lettuce. In: CHITTARANJAN KOLE, C (Ed). **Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants**. Editora: Springer. 2007. p.127-140.

SOUSA, W. S., CAMPOS, T. S., SOUZA, A. G. V., CINTRA, P. H. N., FARIA, L. O., SANTOS, T. E. B. Performance of lettuce submitted to the rock dust remineralizer and doses of efficient microorganisms. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 8, n. 2, e5526, 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**, 6th edn. Porto Alegre, Artmed, 2017.

TEODORO, S.M; SEIXAS, S.F.F; LACERDA, N.M; ARAÚJO, S.M.L. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.) sob diferentes doses de vermicomposto. **Revista Verde**. Pombal/PB, v.11, n.1, p.18-22, 2016.

THEODORO, H.S; LEONARDOS, O; ROCHA, L.E; REGO, G.K. Experiências de uso de pó de rochas silicáticas como fontes de nutrientes. **Espaço & Geografia**. Brasília, v.9, n.2, p.263-292, 2006.

VAN STRAATEN, P. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.78, n.4, p.731-747, 2006.

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I. Ensaio de campo. **Revista Ceres**. v. 42, n. 239, 1995.

VALARINI, J.P; ALVAREZ, D.C.M; GASCÓ, M.J; GUERREIRO, F; TAKESHI, H. Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganisms. **Brazilian Journal of Microbiology**. São Paulo, v.33, n. 1, p.35-40, 2002.

YURI, E.J; RESENDE, M.G; JÚNIOR, R; MOTA, H.J; SOUZA, J.R. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.22, n. 1, p.127-130, 2004.

ZIECH, D.R.A; CONCEIÇÃO, C.P; LUCHESE, V.A; PAULUS, D; ZIECH, F.M. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.18, n.9, p.948-954, 2014.