

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
MICROORGANISMOS 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
MICROORGANISMOS 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****

FICHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

Dedico a sociedade brasileira, em especial, aos horticultores.

AGRADECIMENTOS

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

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

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

À pessoa do Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena, que com seu brilhantismo, bondade e intelecto, coordenou-me 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, 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 à Turma 6 do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, por proporcionar ótimos momentos de convivência e troca de experiências, em especial, às 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, à pessoa do Tio João, que com muito carinho e respeito, concedeu sua residência para as noites de descanso após cada dia de avaliações.

Por fim, agradeço à minha esposa Andreia Skymonek Quintanilha Augusto, que com muito carinho, amor e respeito me apoiou nessa trajetória e me auxiliou 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

Na alfacultura orgânica, existem diferentes modelos de produção, sendo um deles, a utilização de insumos alternativos como base para a fertilização e o controle de pragas e doenças. Nesse contexto, 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. Para tanto, quatorze características agronômicas foram avaliadas: Massa fresca total (MFT); Massa fresca 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 casualizados, com 18 tratamentos em parcelas sub-subdivididas em quatro repetições. Nas parcelas, aplicou-se o composto orgânico, nas subparcelas, o pó de rocha e na sub-supparcelas, 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. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância e às médias do teste LSD a 5 % de probabilidade. Ademais, utilizou-se o gráfico de mapa de calor de correlação de Pearson a 5 % de probabilidade. Assim, com a conclusão da pesquisa, os resultados demonstraram que o uso de EM promoveu um aumento de 5,45% para o DTC. Já o pó de rocha, tanto na dose 1 como na dose 2, influenciou as variáveis MFR, CC e NFT e o composto orgânico se destacou na dose de 69,32 t ha⁻¹, influenciando as variáveis MFT, MFR, MSR, DTC e EAF. Por fim, para o índice de correlação de Person, o maior ocorreu 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-CHAVES: 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 and 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 Pearson'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 TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional da alface americana, Lima et al (2011).....	16
Tabela 2. Concentração de macronutrientes, Al^{+3} , H^{+} , pH e matéria orgânica na profundidade de 0-20 cm, Iguatemi- PR.....	23
Tabela 3. Concentração de P, Na^{+} e micronutrientes na profundidade de 0-20 cm, Iguatemi- PR.	23
Tabela 4. Composição do pó de rocha basáltica (Pedreira EXTRACON, Maringá-PR).....	24
Tabela 5. Composição do composto orgânico do Restaurante Universitário/UEM.	25
Tabela 6. Composição do EM aplicado via solo e folhar, 2020.	26
Tabela 7. Descrição da composição das caldas utilizadas para o controle de pragas, Iguatemi - PR, 2020.	28
Tabela 8. Resumo da análise de variância para seis características avaliadas, Iguatemi – PR.	32
Tabela 9. Resumo da análise de variância para sete características avaliadas, Iguatemi – PR.	33
Tabela 10. Valores médios de DTC = Diâmetro total da cabeça de alface submetida ou não a fertilização com microrganismos eficazes (EM), Iguatemi – PR.	33
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.	34
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.	34
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.
.....35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Croqui experimental, Iguatemi - PR.....	27
Figura 2. Mapa de calor demonstrando as correlações entre as variáveis segundo correlação de Pearson a 5 % de probabilidade.....	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	15
2.1.1. Origem e evolução	15
2.1.2. Aspectos gerais	16
2.2. Microrganismos eficientes (E.M)	17
2.3. Matéria orgânica.....	19
2.4. Pó de rocha.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Características locais e experimentais	23
3.1.1. Características locais	23
3.2. Preparo da área e aspectos químicos do solo	23
3.3. Obtenção dos materiais	24
3.3.1. Pó de rocha basáltico.....	24
3.3.2. Composto orgânico	24
3.3.3. Microrganismos eficientes	25
3.3.4. Mudanças de alface	25
3.4. Delineamento e instalação.....	26
3.5. Condução, colheita e avaliações	27
3.5.1. Manejo da irrigação.....	27
3.5.2. Manejo de pragas, doenças e plantas espontâneas	28
3.5.3. Colheita	28
3.5.4. Avaliações.....	28
3.5.4.1. Massa fresca total (MFT)	29
3.5.4.2. Massa fresca comercial (MFC).....	29
3.5.4.3. Massa seca comercial (MSC).....	29
3.5.4.4. Massa seca total (MST)	29
3.5.4.5. Massa fresca de raiz (MFR)	29
3.5.4.6. Massa seca de raiz (PMSR).....	30
3.5.4.7. Número de folhas total (NFT).....	30

3.5.4.8. Número de folhas comercial (NFC)	30
3.5.4.9. Número de folhas descartadas (NFD)	30
3.5.4.10. Diâmetro de cabeça total (DCT)	30
3.5.4.11. Diâmetro de cabeça comercial (DCC)	30
3.5.4.12. Comprimento do caule (CC) e Diâmetro do caule (DC)	30
3.5.4.13. Estimativa de área foliar (EAF)	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5. CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

A agricultura passa por mudanças bruscas no sistema de manejo e isso se deve às pesquisas científicas que resultam nas descobertas mais diversas. Assim, nesse contexto de inovações, o uso de fertilizantes alternativos, como: composto orgânicos, pós de rochas e produtos biológicos são algumas das estratégias desenvolvidas para proporcionar mais sanidade e longevidade aos sistemas produtivos.

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

Ademais, Primavesi (1988) estudou a importância da comunidade microbiana da matéria orgânica no sistema do solo e descobriu um importante papel na formação da bioestrutura, por meio da ação bacteriana que propicia a liberação de agentes floculadores de solo, como, por exemplo, os ácidos poliurônicos. Já Gliessman (2015) destaca a matéria orgânica como componente chave, uma vez que 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: fungos, bactérias e actinomicetes. Esses decompõem a matéria orgânica e se associam às raízes das plantas via simbiose. Nesse viés, 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.

Assim, é substancial evidenciar que trabalhar o manejo agroecológico é considerar o equilíbrio do solo e das plantas. Nessa senda, a utilização de microrganismo eficientes (EMs) se torna um fator de elevado interesse como fonte de reabilitação da microfauna do solo. Como exemplo, cita-se Higa, no Japão, em que os EMs foram inicialmente utilizados, sendo compostos por um mix de microrganismos como as bactérias lácteas, fotossintéticas, actinomicetos e leveduras, combinadas

com outras espécies (HIGA & PARR, 1994). Essas, por sua vez, promovem a fixação de nitrogênio, a decomposição de resíduos orgânicos, a supressão de agentes patogênicos, a degradação de toxinas – incluindo pesticidas – e a 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 um agente remineralizador de solo, que tem potencial de redirecionar um novo paradigma em relação à 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, propicia um aumento da produção. Ademais, pode 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, entre as folhosas, apresenta grande volume de comercialização, sendo muito consumida, principalmente, enquanto salada. Além disso, ela possui baixo custo de produção e comercialização, tornando-se acessível a toda população. Entretanto, sua perecibilidade é alta e, por isso, possui baixa resistência ao transporte, sendo necessário que seu cultivo seja próximo de grandes centros consumidores, os chamados “cinturões verdes (VIDIGAL et al., 1995).

Ainda sobre suas peculiaridades, essa folhosa possui comportamento herbáceo e desenvolvimento em forma de roseta. Suas folhas se prendem ao pequeno caule, podendo ou não formar cabeça e, de acordo com o cultivo, 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 semeada direto, apresenta raiz pivotante (FILGUEIRA, 2003).

Em 2017, no estado do Paraná, foram produzidas 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). Desse 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 à alface americana.

Portanto, a partir das pesquisas realizadas, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da fertilização do solo com composto orgânico EM e pó de rocha em variáveis produtivas de alface americana sob sistema orgânico, a fim de avaliar a eficácia desses componentes para o cultivo e o manejo dessa hortaliça tão vital para a nossa alimentação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Alface (*Lactuca sativa* L.)

2.1.1. Origem e evolução

Jagger et al., (1941) evidencia a origem da alface (*Lactuca sativa* L.) de cruzamentos com a espécie selvagem *Lactuca serriola* L. Still (2007). Seu estudo corrobora salientando a domesticação na região Mediterrânea, especificamente, da espécie selvagem *L. serriola*, com centro de origem no sudoeste da Ásia. Também, Lindqvist (1960) retrata o cultivo da alface como vegetal no Egito, de acordo com indícios encontrados em pinturas de túmulos 4500 a.c. Ademais, 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.

Por conseguinte, 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 amenas, ausência de pluviosidade e sem pressão de doenças foliares, características essas do clima mediterrâneo e semiárido da Califórnia e do Arizona nos EUA. Os autores ainda identificam sua introdução no Brasil na década de 1970.

Ainda, de acordo com dados do censo agropecuário (IBGE, 2017), o Brasil possui um total de 1.096,483 estabelecimentos rurais destinados à horticultura e fruticultura. Desses, 108.382 estabelecimentos correspondem à produção de alface. O censo demonstra, também, que a região sudeste é a maior produtora do Brasil e destaca os cinco principais estados: São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Rio de Janeiro e Espírito Santos.

Em 2017, no estado do Paraná, foram produzidas 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). Desse 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 à alface americana.

Portanto, observamos um elevado crescimento do cultivo, do consumo e do potencial econômico da cultura da alface, uma vez que boa parte desse crescimento se deve às redes de fast-foods, 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, e com um elevado número de gêneros, entre 1600 -1700, distribuídos por todos os continentes, exceto a Antártida (Funk et al, 2005).

Filgueira (2007) descreve a alface como uma planta delicada, caule diminuto, a qual se prendem 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, diferencia-se 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, dias curtos e seu pendoamento acontece sob temperaturas cálidas e dias longos. Ela tem por característica resistir aos dias frios e à leves geadas (Filgueira, 2007).

Na tabela 1, Lima et al (2011) destaca 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 (Kcal)	Proteína (g)	Lipídios (g)	Colesterol (mg)
-------------	----------------	--------------	--------------	-----------------

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

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: resistência 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 se popularizam cada vez mais no Brasil, isso se deve à busca por soluções alternativas e métodos de cultivo sustentáveis, que impactem menos a estrutura, a qualidade e a 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, no mesmo país. Os pesquisadores caracterizaram 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. Os autores salientam que ao aplicar em solos de baixa fauna microbiana, pode haver a elevação de seu conteúdo e a contribuição para o crescimento e o rendimento das culturas. Além disso, elas podem promover a fixação biológica de nitrogênio, a decomposição de resíduos orgânicos, a supressão de agentes patogênicos, a reciclagem e o incremento de nutrientes às plantas, a degradação de toxinas – incluindo pesticidas – a produção de antibióticos e outros compostos bioativos, a produção de moléculas orgânicas mais simples para absorção das plantas, a complexação de metais pesados, a produção de polissacáridos, para

melhorar a estrutura dos agregados e a 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 liberadas pelas raízes, sintetizam vitaminas e outras 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 os actinomicetos.

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

3) Bactérias produtoras de ácido láctico ou láticas (Ex: *Lactobacillus* sp., *Pediococcus* sp): são utilizadas na produção de iogurtes, vinagre e pickles. 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 o apodrecimento das raízes. Quando atuam na fermentação da matéria orgânica, produzem substâncias nutrientes para as plantas. Ademais, conseguem solubilizar material orgânico de difícil decomposição, como a lignina e a celulose e eliminam vários efeitos nocivos da matéria orgânica não decomposta.

4) Bactérias fotossintetizadoras ou fototróficas (Ex: *Rhodospseudomonas palustris*): utilizam energia solar em forma de luz e calor, nutrem-se de substâncias excretadas pelas raízes, sintetizando vitaminas, aminoácidos, ácidos nucleicos, 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 apontaram 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) testaram o efeito de um sistema de adubação orgânica comparado com o 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 sete anos, avaliaram o efeito do EM combinado com composto orgânico sob a cultura do trigo e concluíram que para algumas características produtivas, houve aumento de produção de biomassa e de 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, estudou doses do composto orgânico *bokashi*, combinados com EM, sob cultivo de morango. Verificaram um aumento de qualidade e de produção dos frutos. No Paquistão, Shaheen et al (2017) analisou o efeito de diversos compostos orgânicos e NPK inoculados com EM em um sistema de cultivo de espinafre. Concluíram que o uso de EM em 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 um aumento na altura da planta, no número de folhas, na produção de matéria seca e fresca de folha, no comprimento folhar e na área folhar.

No Brasil, Pereira et al (2015) constatou que a aplicação de EM mais esterco bovino proporcionaram um aumento na área folhar de rabanete nas primeiras semanas de cultivo. Já Barros et al (2015) testou o efeito do EM mais o uso de palhada sob o desenvolvimento de rúcula, o que 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 a fertilização química, o macro, a microfauna e a estrutura

física do solo. Gliessman (2008) conceitua a formação da matéria orgânica de componentes distintos e heterogêneos, vivos e não vivos. Nesse segmento, o material vivo é composto por: raízes, microrganismos e pedofauna, enquanto o material não vivo, é formado por: camada decomposta da superfície, raízes mortas, metabólitos microbianos e substâncias húmicas. Primavesi (1988) descreve a matéria orgânica, como toda substância morta no solo que provenha de plantas, microrganismos, excreções animais e, até mesmo, da macro e micro fauna morta, acentuando seus principais efeitos, tais como:

1) substâncias agregantes do solo capazes de floccular, tornando-o grumoso com bioestrutura estável e resistente à ação das chuvas. Essa resistência se deve à ação dos ácidos poliurônicos, formados a partir da combinação dos restos vegetais e da 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-índol-acético;

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

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 modificações 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, para a sanidade vegetal.

Gliessman (2008) dispõe que a matéria orgânica sofre um processo de humificação e libera substâncias complexas capazes de sofrer mineralização, essas substâncias disponibilizam nutrientes minerais, constroem, promovem, protegem e mantêm o ecossistema do solo, ademais, são capazes de aumentar a retenção de

água e de nutrientes, atuar como fonte de alimento para os microrganismos do solo e, ainda, fornecer proteção mecânica para a superfície.

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

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

2.4. Pó de rocha

Dr. Julius Hensel descobriu o uso do pó de rocha quando era moleiro. Em um breve dia moendo cereais, notou junto a eles, a existência de algumas pedras que eram transformadas em pó. Hensel, então, lançou esse pó de pedra sobre seu jardim e começou a observar o desenvolvimento das plantas. Identificou que as que receberam a aplicação do pó adquiriram um desenvolvimento mais vigoroso em relação as que não receberam. Após a descoberta, realizou novas experiências, pulverizando o pó de pedra em frutíferas (macieiras) e concluiu que houve mais desenvolvimento e fitossanidade para aquelas que receberam o pó de pedra. A partir

de então, Hensel iniciou seus estudos e publicou 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) retratou o uso de pó de rocha no Brasil a partir da década de 50 e estudou 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. Isso diminui o alumínio tóxico logo após o primeiro ano de aplicação, aumenta a produtividade, devido ao acréscimo da área verde e das raízes das plantas, apresenta melhor desempenho em culturas de ciclo maior, proporciona efeito benéfico quando associado à adubação orgânica e à adubação verde, supre as necessidades de macro e micronutrientes e aumenta o teor de umidade do solo, devido à atividade da argila presente no material.

Silveira et al (2010) testou doses de agrominerais oriundos de rocha basáltica sobre a produtividade de soja e milho, concluiu que houve um aumento de produtividade. Correspondendo com esses autores, na Indonésia Priyono et al (2008) certificou que o pó de rocha é capaz de fertilizar o solo, fornecendo múltiplos elementos nutricionais como Ca, K, Zn e Cu e proporciona acréscimo no pH. Mello et al (2012) pesquisou o efeito de diferentes doses de pó de rocha basáltica aplicada sobre o solo e combinada com doses de matéria orgânica, constatou que houve aumento de pH, aumento nos teores de Ca, Mg, Zn e Fe e a eficiência na neutralização da acidez potencial. Já Silva et al (2012) trabalhou com 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 à Universidade Estadual de 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 a 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.

3.2. Preparo da área e aspectos químicos do solo

A área foi revolvida e destorroada com uso de grade leve. Após 3 gradagens, 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, no qual os valores estão expressos nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Concentração de macronutrientes, Al^{+3} , 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

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

3.3. Obtenção dos Materiais

3.3.1. 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

3.3.2. Composto orgânico

Obtido através da compostagem de resíduo orgânico oriundo 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

Utilizou-se como nutriente essencial para correção o nitrogênio ($\text{N} = 130 \text{ kg ha}^{-1}$) totalmente adicionado à base.

3.3.3. 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.

3.3.4. 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 antiafídeo e manejo de irrigação.

3.4. 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.

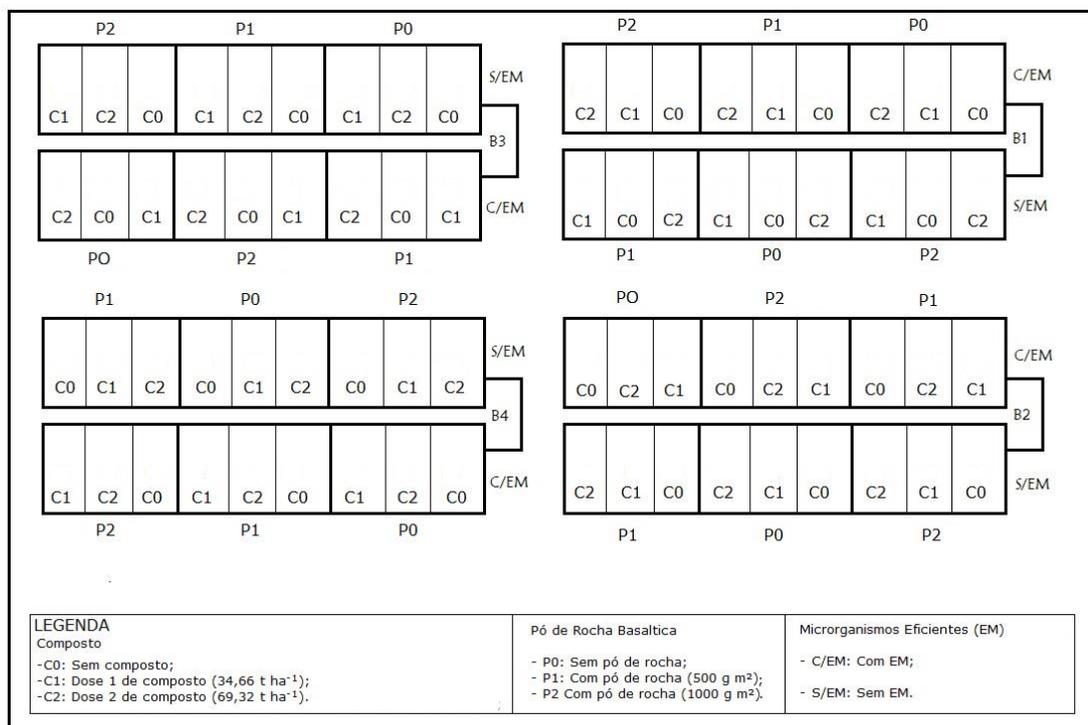
Nutriente	Unidade	Quantidade
N	%	0,13
P ₂ O ₅	%	0,12
K ₂ O	%	0,31
Ca	%	0,05
Mg	%	0,02
S	%	0,01
B	mg kg ⁻¹	10,5
Cu	mg kg ⁻¹	17316
Fe	mg kg ⁻¹	535,4
Mn	mg kg ⁻¹	32,23
Na	mg kg ⁻¹	95,99
Ni	mg kg ⁻¹	8,2
Zn	mg kg ⁻¹	24,81
Cr	mg kg ⁻¹	1,82
Co	mg kg ⁻¹	0,77
pH CaCl ₂	mg kg ⁻¹	4,28

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, 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. Na sequência, 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 se iniciou 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



3.5. Condução, Colheita e Avaliações

3.5.1. Manejo da irrigação

A irrigação foi do tipo gotejamento, distribuída 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 no cálculo da reposição, através da fórmula 2.

$$V = ET_o * [a + 0,5 * (1 - a)] * \left(\frac{As}{cu}\right) * Kc$$

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;

As: Área sombreada, em m²;

Cu: Coeficiente de uniformidade de aplicação, em decimais;

Kc: 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).

3.5.2. 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 a calda supra, cuja descrição e a maneira de utilização está listada na tabela 7. Já o controle de plantas espontâneas 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 em 10 litros de água. Já a calda supra, foi misturada a todos os ingredientes em 10 L de água e aplicada.

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

3.5.3. Colheita

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

3.5.4. Avaliações

Avaliaram-se as seguintes variáveis: Massa fresca total (MFT); Massa fresca comercial (MFC); Massa seca comercial (MSC); Massa seca total (MST); Massa fresca 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).

3.5.4.1. Massa fresca total (MFT)

As plantas foram cortadas rentes ao solo e levadas para pesagem. A sua massa foi expressa em gramas (g), pesadas em balança digital. Nessa avaliação, empregaram-se todas as folhas.

3.5.4.2. 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 foi pesado em uma balança digital e sua massa expressa em gramas (g).

3.5.4.3. Massa seca comercial (MSC)

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

3.5.4.4. Massa seca total (MST)

A amostra de todas as folhas comerciais e as de 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 obtida a massa seca total em gramas (g). Por fim, através da soma do peso seco comercial e descarte foi possível chegar ao peso seco total.

3.5.4.5. Massa fresca de raiz (MFR)

Após o corte da parte aérea, com uso de uma pá, as raízes foram removidas e obstruídas da planta mãe. Em seguida, foram lavadas, secadas à sombra e pesadas com uma balança semianalítica que dispunha da massa expressa em gramas (g).

3.5.4.6. Massa seca de raiz (PMSR)

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

3.5.4.7. Número de folhas total (NFT)

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

3.5.4.8. Número de folhas comercial (NFC)

Para essa variável, cortaram as folhas sadias, descartando as folhas senescentes e as que sofreram danos mecânicos ocorridos por eventos bióticos ou abióticos.

3.5.4.9. Número de folhas descartadas (NFD)

Contaram todas as folhas das plantas que sofreram danos mecânicos, estresses bióticos, abióticos e folhas senescentes, descartando-as.

3.5.4.10. Diâmetro de cabeça total (DCT)

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

3.5.4.11. Diâmetro de cabeça comercial (DCC)

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

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

Para o comprimento do caule, mediu-se da extremidade inferior a superior, na qual a extremidade inferior corresponde ao colo da planta e a extremidade superior 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).

3.5.4.13. 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.

3.5.5. 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. O programa computacional R foi utilizado para análise, bem como, utilizou-se o gráfico de mapa de calor de correlação de Pearson a 5 % de probabilidade entre os tratamentos. Para tal, foi aplicado 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

*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 foram influenciados pelo tratamento. 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	Quadrados Médios							
	GL	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 AxB	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

*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 = Estimativa de área folhar.

Tabela 10. Valores médios de DTC = Diâmetro total da cabeça de alface submetida ou não à 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

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

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

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

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.

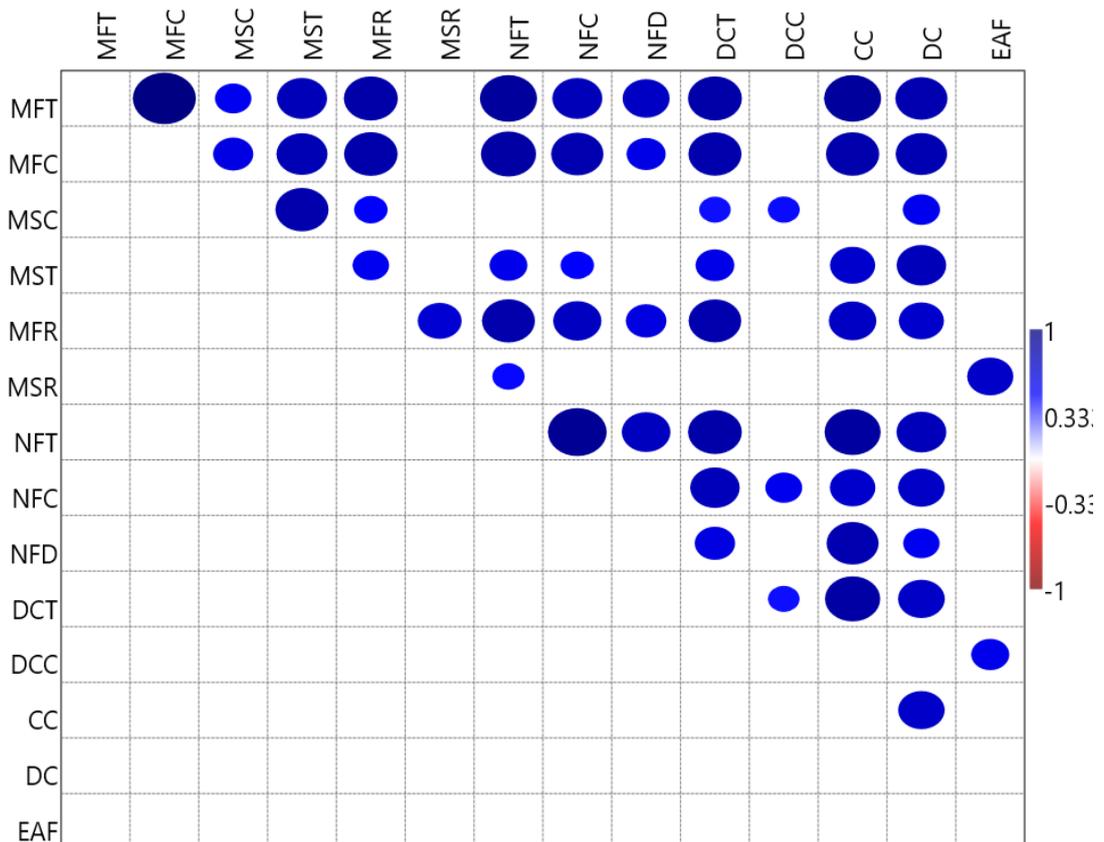


Figura 2. Mapa de calor demonstrando as correlações entre as variáveis segundo correlação de Pearson a 5 % de probabilidade. Somente as correlações significativas estão demonstradas, sendo de coloração azul positiva (+1) e vermelha negativa (-1). MFT = massa fresca total; MFC = massa fresca comercial; 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 pesquisou a aplicação de diferentes doses de composto sob a cultura da alface e concluiu que houve influência das doses sob o crescimento e produtividade. Desse modo, com o aumento nas doses, foram verificados incrementos 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 à testemunha (YURI et al., 2004). Sediyaama et al. (2016) investigou o efeito do uso de fertilizantes orgânicos sob o cultivo de alface americana e demonstrou que o uso do fertilizante promoveu um aumento de 42% na produtividade e um 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, uma vez que 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. Dessa 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, aliada ao comprimento do caule, no 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 nesse 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). Assim, 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 do pó de rocha, foram observados efeitos significativos em cinco características (MSC, MFR, DCC, CC e NFT) das treze variáveis analisadas. Moura et al. (2018) analisou diferentes tipos de adubação sob a produtividade de *Brassica oleracea* L. e o uso de pó de rocha demonstrou ser 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 um aumento na média de leitura de clorofila foliar (SPAD) e o 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 estudos realizados 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 neste trabalho.

Assim, para esta pesquisa, o uso do EM incrementou somente o diâmetro total da cabeça de alface. Nesse sentido, é possível afirmar que 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 há, pelo menos 15 anos, o que pode ter proporcionado 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, sobrepueram-se aos novos microrganismos inoculados por meio do EM. Dessa forma, o processo de simbiose entre microrganismos e as plantas é complexo e envolve a secreção e a aquisição de nutrientes entre os organismos e outros fatores (BENIZRI et al., 2001).

Portanto, uma forma para garantir uma interação mais eficaz entre as raízes da planta e os microrganismos do EM seria a inoculação do EM no substrato, quando as mudas estiverem em desenvolvimento e/ou antes do transplante das mudas para o solo.

CONCLUSÕES

Não houve interação entre os fatores analisados.

O uso do composto orgânico promoveu incremento de todas as variáveis agrônômicas analisadas de alface americana.

A adição do 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; LEONARDDECZ, 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.

JAVAID, 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**. Hilleshog 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 alfamilcultura 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 mocrorganismos 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.