

## EMERGÊNCIA DE PLANTAS DE AVEIA SOB DIFERENTES ADUBAÇÕES ORGÂNICAS E FONTES DE MICRORGANISMOS EFICIENTES (E.M.)

Nathan Almeida Amancio<sup>1</sup>  
Breno Régis dos Santos<sup>2</sup>  
Paulo Sérgio de Souza<sup>3</sup>  
Carla Beatriz Silva<sup>4</sup>  
Claudiomir Silva Santos<sup>5</sup>  
Generci Dias Lopes<sup>6</sup>

### Sistemas de produção sustentável

#### Resumo

Com os elevados preços dos produtos agropecuários, somado a todos os impactos negativos que sua fabricação e utilização causa ao meio ambiente, torna-se cada vez maior a necessidade de substituir estes insumos por outros de menor impacto ambiental e de maior acessibilidade. O intuito deste trabalho foi analisar a influência da aplicação de um composto orgânico produzido com esterco bovino e carvão vegetal, de um composto organomineral preparado com a adição de um remineralizador de solo ao composto orgânico e do remineralizador de solo isolado como fonte de adubação para plantas de aveia. Foram testadas também a aplicação de diferentes fontes de E.M. O delineamento experimental adotado foi o DIC, em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 fontes de adubação e 3 fontes de E.M. As testemunhas foram a adubação química e a ausência de aplicação. De acordo com os dados, a aplicação tanto das 3 fontes de adubação, quanto das 3 fontes de E.M. demonstraram atrasar a emergência das plântulas, porém, o percentual de plântulas emergidas tende-se a igualar com o passar dos dias.

**Palavras-chave:** Agroecologia, Microbiologia agrícola, Agricultura orgânica.

<sup>1</sup>Mestrando em Ciências Ambientais - PPGCA, Universidade Federal de Alfenas, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, [nathan.amancio@sou.unifal-mg.edu.br](mailto:nathan.amancio@sou.unifal-mg.edu.br)

<sup>2</sup>Prof. Dr. Universidade Federal de Alfenas – Campus Alfenas, Unidade Acadêmica de Ciências Ambientais, [breno.santos@unifal-mg.edu.br](mailto:breno.santos@unifal-mg.edu.br)

<sup>3</sup>Prof. Dr. IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho - [paulo.souza@muz.ifsuldeminas.edu.br](mailto:paulo.souza@muz.ifsuldeminas.edu.br)

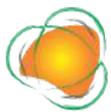
<sup>4</sup>Mestranda em Ciências Ambientais - PPGCA, Universidade Federal de Alfenas, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais. [carla.silva@sou.unifal-mg.edu.br](mailto:carla.silva@sou.unifal-mg.edu.br)

<sup>5</sup>Prof. Dr. IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho - [claudiomirsilvasantos@gmail.com](mailto:claudiomirsilvasantos@gmail.com)

<sup>6</sup>Prof. Mestre. IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho - [generci.lopes@muz.ifsuldeminas.edu.br](mailto:generci.lopes@muz.ifsuldeminas.edu.br)

#### Realização





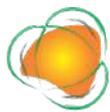
## INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira se encontra altamente dependente de fertilizantes químicos provenientes do exterior, tendo de importar cerca de 75% de sua demanda, se configurando como o maior importador de produtos deste gênero (DALL'AGNOL, 2020). Com a intenção de reduzir o consumo dos adubos químicos, que além de ter o seu preço ditado pelo mercado internacional, também pode ocasionar diversos danos ambientais durante sua fabricação e uso, várias alternativas vêm sendo estudadas e aplicadas, buscando diminuir a dependência por estes insumos. Uma das alternativas é a utilização de resíduos provenientes da própria agropecuária, como por exemplo o esterco bovino, assim como alguns resíduos industriais, como os remineralizadores de solo, também conhecidos como “pó de rocha”.

Além da liberação de nutrientes para as plantas, a utilização destes resíduos influencia também os atributos físicos e biológicos do solo, resultando em diversos benefícios para o sistema, como maior eficiência no uso da água (CANUTO *et al.*, 2019), maiores alturas de plantas, teor de matéria seca e teor de matéria orgânica (FLORENTINO *et al.*, 2022), redução do teor de alumínio e da acidez potencial (H + Al) e aumento da produção de massa seca (DALACORTE *et al.*, 2015), dentre vários outros benefícios.

A desvantagem da utilização do pó de rocha é principalmente sua disponibilização de forma lenta para as plantas, podendo levar décadas para que os minerais sejam disponibilizados, sendo necessário buscar técnicas e/ou procedimentos que sejam capazes de acelerar a quebra do remineralizador utilizado. Alguns autores citam a incorporação de microrganismos no sistema, que vão acelerar a decomposição da matéria orgânica, e através da liberação de ácidos orgânicos provenientes de seu metabolismo, eles poderiam atuar na aceleração do intemperismo dos remineralizadores de solo e liberação dos nutrientes ali contidos Lopes-Assad *et al.* (2006). O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de um remineralizador de solo, um composto orgânico e um composto organomineral desenvolvido com a junção dos dois componentes citados anteriormente e a utilização de microrganismos eficientes como fonte de adubação em plantas de aveia.

### Realização



## METODOLOGIA

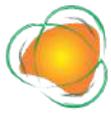
O presente trabalho foi executado no Instituto Federal de Educação, Ciências e tecnologias do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Campus Muzambinho, de coordenadas geográficas latitude: 21° 20' 59,94''S e longitude: 46° 31' 34,82''W, com altitude média de 1013 metros. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação no setor de fruticultura. O clima local é classificado como temperado úmido, com inverno seco e verão moderadamente quente (Cwb) (KÖPPEN, 1948). Levando em consideração o balanço hídrico, o clima é classificado como B4rB'2a (THORNTWAITE, 1948). A temperatura média e a precipitação pluvial média anual são de 22,9°C e 234 mm mês<sup>-1</sup>, respectivamente (APARECIDO *et al.*, 2014).

Os Microrganismos Eficientes (EM) da mata e do Bambú foram coletados e o composto fermentado produzido conforme recomendado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2022; CASALI, 2020), realizando-se algumas modificações. O arroz cozido foi espalhado em uma placa de petri sem tampa, que foi posteriormente coberto por um tecido poroso, impedindo a entrada de insetos e outros animais, mas permitindo a entrada e colonização dos microrganismos; as iscas já montadas foram envolvidas em papel pardo e adicionadas à autoclave a 1 atm de pressão pelo tempo de 15 minutos, realizando a esterilização dos materiais.



Figura 1: Preparo das iscas para a coleta dos E.M. a: pesagem do arroz; b: iscas pesadas; c: iscas protegidas e d: autoclavagem das iscas.

### Realização



Quando as iscas já autoclavadas encontraram-se em temperatura ambiente, elas foram transportadas até a área de instalação e o papel pardo foi removido somente no local, com a utilização de luvas e máscara a fim evitar contaminações. Foram instaladas iscas em Área de Preservação Permanente (APP) e em uma região de bambuzal, localizada na mesma área. O fermentado produzido com as iscas instaladas na APP recebeu o nome de E.M. mata e as iscas instaladas em meio ao bambuzal receberam o nome de E.M. bambú. Foi utilizado também o produto E.M. comercial (FUNDAÇÃO MOKITI OKADA, 1994).



Figura 2: Locais de instalação das iscas de arroz. a: área de mata nativa; b: área de bambuzal.

Após terminado o processo de fermentação dos E.M., o líquido contido nas garrafas foi diluído na concentração de 10%, adicionando 120 mL de cada E.M. e completando o volume de 1,2L com água não clorada. Em cada solução, foi adicionado aproximadamente 30g de açúcar para reativar o metabolismo dos microrganismos ali contidos, que foram adicionado ao recipiente contendo a solução ainda no local de instalação das iscas. A solução foi então aplicada nos seus devidos tratamentos na dosagem de 100 ml (CASALI, 2020). Podemos observar abaixo as iscas de arroz cozido após a colonização dos microrganismos (Figura 3) e em seguida o material e procedimento utilizado para o preparo da solução nutritiva utilizada no processo de fermentação e multiplicação destes microrganismos coletados (Figura 4).

#### Realização

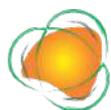


Figura 3: Iscas após a colonização dos microrganismos.



Figura 4: Preparo da solução nutritiva para a fermentação dos E.M. a: preparo das soluções; b: autoclavagem das soluções e c: soluções preparadas e autoclavadas.

O remineralizador utilizado tanto para a produção do composto organomineral, quanto para as aplicações isoladas de pó de rocha foram obtidos na empresa Britamil que realiza suas atividades na cidade de Muzambinho - MG. O remineralizador conta em sua composição com 55% de feldspato; 1% de apatita; 10,4% de augita; 10,1% de mica; 1,9% de cordierita; 1,3% de ilmenita; 3,9% de feldspato; 1,3% de pirita e 15,1% de quartzo.

O composto orgânico foi produzido em ambiente protegido de sol e chuva no ano de 2021, adicionando esterco bovino e carvão vegetal. O material foi revirado uma vez

Realização



por semana, mantendo sua temperatura. O composto organomineral foi produzido da mesma maneira, adicionando 15% de pó de rocha na mistura, no início da compostagem.

Amostras do Remineralizador, do composto organomineral e do composto orgânico foram enviadas para a empresa Cooxupé, localizada na cidade de Guaxupé – MG para que fossem realizadas análises químicas, a fim de se conhecer os nutrientes disponíveis nos materiais. Foram obtidos os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Análise química do composto organomineral e do composto orgânico

ATRIBUTO	pH	N amoniaco	P2O5 sol. CNA+H2O	K2O sol. em água	Carbono Orgânico	Relação C/N
	-		%			-
Organomineral	7,5	1,3	0,9	0,8	24,7	19
Composto	7,6	1,3	0,9	0,7	24,7	19

ATRIBUTO	C.T.C.	Relação CTC/C	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	B	Zn	P2O5 total
	mmolc/kg		g/kg			mg/kg					g/kg
Organomineral	250	10	20	6	3	76	12060	254	83	209	14
Composto	204	8	19	7	2	88	11212	257	67	168	14

Tabela 2: Resultado da análise química do remineralizador

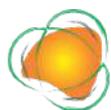
ATRIBUTO	Nitrogênio Solúvel em H2O	P2O5 sol. CNA+H2O	K2O sol. em água
	%		
Remineralizador	0,35	0,11	0,24

ATRIBUTO	B	Ca	Cu	Fe	Mg	Mo	Mn	Zn	S
	%								
Remineralizador	0,01	1,28	0	2,46	1,12	0	0,04	0,01	0,15

O delineamento experimental adotado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado – DIC em esquema fatorial 3 x 3, analisando as três adubações propostas: composto orgânico, composto organomineral e remineralizador de solo, submetido a quatro diferentes fontes de Microrganismos Eficientes (EM): E.M. da mata, E.M. do bambu e E.M. comercial. Foram também analisadas as testemunhas, sendo elas a adubação convencional e a ausência de qualquer aplicação, foram testadas também as

Realização



fontes de adubação sem a adição de E.M. Totalizam-se 14 tratamentos com 4 repetições, correspondendo então a 56 parcelas amostrais.

A dosagem estabelecida para o composto organomineral foi a de 10 toneladas por hectare. Para estipular a quantidade do remineralizador aplicado nos tratamentos correspondentes, considerou-se 15% da dosagem do composto organomineral, ou seja, 1,5 toneladas por ha. Já para o composto orgânico, adotou-se 85% da dosagem do composto organomineral, ou seja, 8,5 T/ha. A adubação química correspondeu à aplicação de 90 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg/ha de K<sub>2</sub>O. A acidez do solo foi corrigida em todas as parcelas do experimento, aplicando calcário calcítico na dosagem de 200 Kg/ha. A recomendação da adubação química e de corretivos de solo foi realizada seguindo as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004), com base na análise de solo (Tabela 3). Sendo assim, foram estabelecidos os seguintes tratamentos:

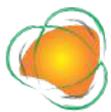
T1: Sem adubação; T2: Adubação convencional; T3: 8,5 T/ha de composto orgânico; T4: 8,5 T/ha de composto orgânico + EM da mata; T5: 8,5 T/ha de composto orgânico + EM do bambu; T6: 8,5 T/ha de composto orgânico + EM comercial; T7: 10 T/ha de composto organomineral; T8: 10 T/ha de composto organomineral + EM da mata; T9: 10 T/ha de composto organomineral + EM do bambu; T10: 10 T/ha de composto organomineral + EM comercial; T11: 1,5 T/ha de remineralizador; T12: 1,5 T/ha de remineralizador + EM da mata; T13: 1,5 T/ha de remineralizador + EM do bambu; T14: 1,5 T/ha de remineralizador + EM comercial. Para o cálculo da dose/vaso a ser aplicada, foi considerado o volume dos vasos em relação ao volume de solo de 1 ha nos primeiros 20 cm de profundidade. Foram utilizados vasos com a capacidade de 3 litros, preenchidos totalmente com a terra retirada do local.

Coletou-se aproximadamente 50 gramas de solo de cada parcela, obtendo uma amostra composta do solo a ser trabalhado para a realização da análise química, que tem seus resultados apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Resultado da análise do solo utilizado

ATRIBUTO	pH	M.O.	Carb. Total	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	H
	-		g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>			mmolc/dm <sup>3</sup>			
RESULTADO	5	23	13	15	8,5	10	8	39	0	39

Realização



ATRIBUTO	S.B. mmolc/dm <sup>3</sup>	C.T.C. %	V% %	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S	K na C.T.C.	Ca na C.T.C.
RESULTADO	26,5	65,5	40	0,16	1,8	37	2,4	0,7	1	13	15,3

ATRIBUTO	Mg na C.T.C. %	Al na C.T.C. %	H na C.T.C.	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
RESULTADO	12,2	0	59,5	1,3	1,2	0,9

Foram semeadas 20 sementes de plantas de aveia (*Avena sativa*) por vaso e todos os dias foram contadas a quantidade de plantas completamente emergidas por parcela, determinando o percentual de sementes que germinaram. Os Microrganismos Eficientes (E.M.) foram diluídos em água não clorada a 10% (CASALI, 2020) e aplicados como forma de irrigação na dosagem de 100 mL, logo após o plantio. Os vasos foram irrigados a cada dois dias, adicionando 100 mL de água.

Quando a quantidade de plantas emergidas se apresentou igual para todas as parcelas durante 3 dias consecutivos, a avaliação foi finalizada. Os dados foram submetidos à análise de variância - ANOVA e as médias comparadas através do teste Tukey a 5% de significância, utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). As tabelas 2 e 3 foram configuradas, analisando as variáveis separadamente. A partir das tabelas, foram plotados os gráficos 1 e 2, referentes às variáveis adubação e E.M. respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram organizadas as tabelas 2 e 3 e plotados os gráficos 1 e 2, possibilitando um maior entendimento dos dados. Não existe diferença estatística entre os tratamentos: composto orgânico, composto organomineral e rochagem, da mesma forma que não existe diferença estatística entre a adubação química e ausência de adubação, porém a adubação química e a ausência de adubação se mostraram superiores estatisticamente ao composto orgânico, composto organomineral e rochagem.

Realização

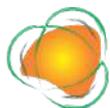
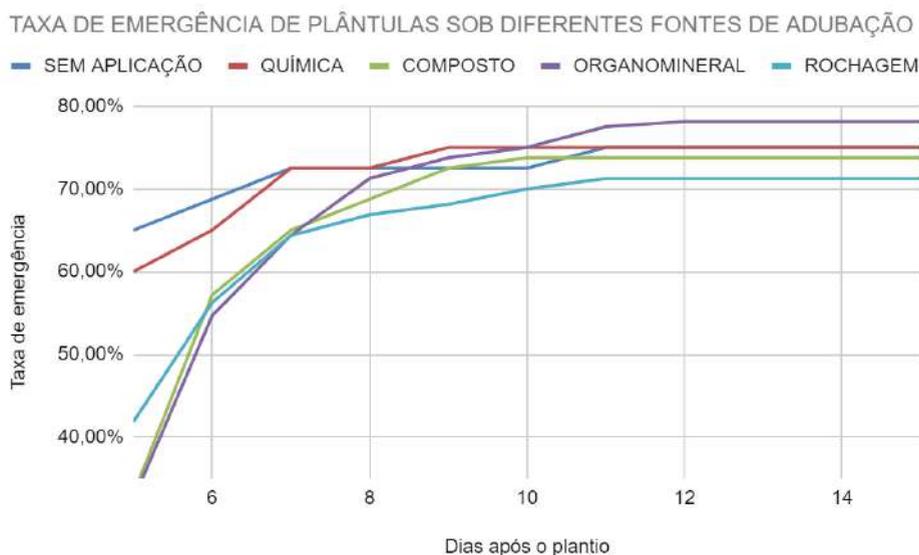


Tabela 2. Taxa de emergência de plântulas de aveias submetidas à aplicação de diferentes fontes de adubação

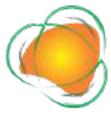
Adubação	dias após o plantio									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
S. A.	65% B	69% A	73% A	73% A	73% A	73% A	75% A	75% A	75% A	75% A
Química	60% B	65% A	73% A	73% A	75% A					
Composto	33% A	57% A	65% A	69% A	73% A	74% A				
Organomineral	33% A	55% A	64% A	71% A	74% A	75% A	78% A	78% A	78% A	78% A
Rochagem	42% A	56% A	64% A	67% A	68% A	70% A	71% A	71% A	71% A	71% A
DMS	0,1578	0,1766	0,1562	0,1681	0,1722	0,1666	0,1683	0,1672	0,1672	0,1672

Gráfico 1: Taxa de emergência de plântulas sob diferentes fontes de adubação



A partir do sexto dia, todos os tratamentos se mostraram estatisticamente semelhantes, aproximando cada vez mais os resultados ao passar dos dias. A partir do 11º dia, mesmo sendo estatisticamente semelhantes, os tratamentos que receberam a adubação com o composto organomineral sobressaiu aos demais. Analisando o índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*) semeadas em substratos com diferentes proporções de solo e composto orgânico, dos Santos et al., (2011) relataram que o tratamento com 100% de solo obteve maiores resultados em relação aos demais substratos. Uma das hipóteses levantadas por eles seria

Realização

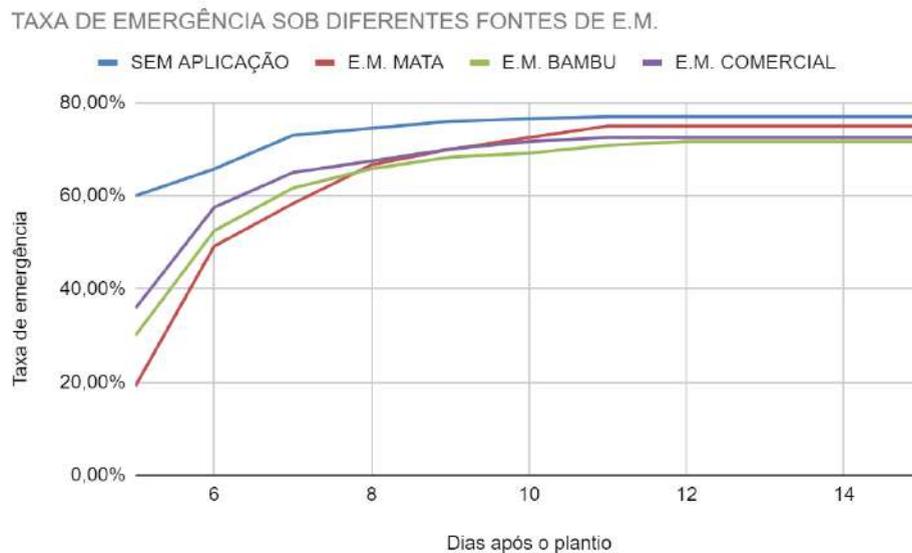


a alteração no pH do solo ocasionada pela adição do composto orgânico, influenciando no processo de germinação da semente. Outra hipótese seria uma possível influência dos adubos utilizados no processo osmótico das sementes, atrasando a germinação.

Tabela 3. Taxa de emergência de plântulas de aveias submetidas à inoculação de diferentes fontes de Microrganismos Eficientes (E.M.)

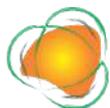
E.M.	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	dias após o plantio									
<b>S.A.</b>	60% A	66% A	73% A	75% A	76% A	77% A				
<b>E.M. mata</b>	19% C	49% A	59% A	67% A	70% A	73% A	75% A	75% A	75% A	75% A
<b>E.M. bambu</b>	30% BC	53% A	62% A	66% A	69% A	69% A	71% A	72% A	72% A	72% A
<b>E.M. comercial</b>	36% B	58% A	65% A	68% A	70% A	72% A	73% A	73% A	73% A	73% A
<b>DMS</b>	0,1094	0,1225	0,1083	0,1166	0,1194	0,1155	0,1167	0,1159	0,1159	0,1159

Gráfico 2: Taxa de emergência de plântulas sob diferentes fontes de E.M.



Analisando a tabela e o gráfico referente às diferentes fontes de microrganismos inoculados ao sistema, também é possível notar certo atraso na emergência das plântulas nos tratamentos que receberam a inoculação em comparação ao tratamento que não recebeu a aplicação. No quinto dia após o plantio, as parcelas sem E.M. contavam com 60% das plantas emergidas. Em contrapartida, todos os tratamentos que receberam a

Realização



inoculação de alguma fonte de microrganismos, obtiveram menos que 40% das plântulas emergidas. Neste dia, as parcelas que receberam o E.M. mata foram estatisticamente inferiores em comparação à ausência de aplicação e ao E.M. comercial, porém semelhante ao E.M. bambú.. Os tratamentos que receberam a aplicação dos E.M. do bambú e comercial foram estatisticamente semelhantes entre si e inferiores à ausência de aplicação, que se mostrou estatisticamente superior a todos os tratamentos. A partir do sexto dia, todos os tratamentos se mostraram semelhantes estatisticamente. Estes resultados podem ser atribuídos também à alteração do pH do solo ocasionada pela adição dos insumos. Outras hipóteses levantadas com base no trabalho de Casali (2020), seria um desbalanço hormonal causado pelos reguladores de crescimento produzidos pelo metabolismo dos microrganismos, ocasionado devido a uma possível superdosagem. Outro fator possível seria então o momento da aplicação dos E.M., que aconteceu logo após o plantio das sementes, já que o autor recomenda que os produtos sejam incorporados de 7 a 10 dias antes do semeio.

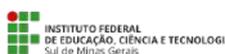
## CONCLUSÕES

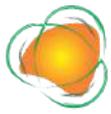
A adubação realizada com a aplicação de composto orgânico ou composto organomineral atrasa a emergência das plântulas de aveia em comparação à adubação química e a ausência de adubação, porém, no final do processo, o número de plântulas emergidas tende a se igualar. O mesmo acontece analisando a aplicação de diferentes fontes de E.M. em comparação à ausência da inoculação destes microrganismos.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo financiamento da bolsa de Mestrado do pesquisador, à UNIFAL, instituição do Programa de Pós Graduação e ao IFSULDEMINAS pela disponibilização de espaço, equipamentos e infraestrutura para a realização da pesquisa.

### Realização





## REFERÊNCIAS

- APARECIDO, L. E. D. O. *et al.* Análise climática para a região de Muzambinho - MG. *In:* WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA, 9., 2014, São Paulo. **Anais [...]**. Análise climática para a região de Muzambinho - MG, São Paulo: Centro Paula Souza, 2014, p. 97–104.
- CANUTO, C. *et al.* Biochar e esterco bovino aumentam a eficiência no uso de água da alfaca. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 4, n. 3, p. 1082–1091, 2019.
- CASALI, V. W. D. **CADERNO DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES (E.M.)**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2020. 31p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2004.
- DALACORTE, L. *et al.* Componentes da acidez do solo e produção de pastagem em campo nativo submetido à aplicação de pó-de-basalto hidrotermalizado. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **Anais [...]**. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p. 1–4.
- DALL'AGNOL, A. **Fertilizantes: o risco da excessiva dependência**. Brasil, 2020. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2020/06/01/fertilizantes-o-risco-da-excessiva-dependencia/>. Acesso em: 5 jul. 2022..
- DOS SANTOS, L. C. R. *et al.* Ambientes protegidos e substratos com doses de composto orgânico comercial e solo na formação de mudas de Jatobazeiro em Aquidauana-MS. **Engenharia Agrícola**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 249–259, 2011.
- ENCONTRO DE PRODUTORES DA AGRICULTURA NATURAL MESSIÂNICA. 3., 1994, São Paulo. **Anais [...]**, São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1994. 23p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011. Disponível em: [www.dex.ufla.br/~danielff](http://www.dex.ufla.br/~danielff). Acesso em: 5 jul. 2022.
- FLORENTINO, L. da S. *et al.* Avaliação da produção de biomassa de forragem do capim Panicum maximum cv. Mombaça submetido a adubação mineral e orgânica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1131–1144, 2022.
- LOPES-ASSAD, M. L. *et al.* SOLUBILIZAÇÃO DE PÓ-DE-ROCHA POR ASPERGILLUS NIGER. **Revista Espaço & Geografia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 1, p. 1–17, 2006.
- THORNTWAITE, C. W. n approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, n. 1, p. 55–94, 1948. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/415/906>. Acesso em: 5 jul. 2022.

Realização

