

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONOMIA - CIÊNCIA DO SOLO**

**TESE**

**Fertilização de Hortaliças com Compostos Farelados  
Fermentados Formulados com Resíduos Vegetais  
Agroindustriais**

**Ana Amélia dos Santos Cordeiro**

**2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**FERTILIZAÇÃO DE HORTALIÇAS COM COMPOSTOS FARELADOS  
FERMENTADOS FORMULADOS COM RESÍDUOS VEGETAIS  
AGROINDUSTRIAIS**

**ANA AMÉLIA DOS SANTOS CORDEIRO**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Ricardo Luiz Louro Berbara**

*E Coorientação do Professor*  
**José Guilherme Marinho Guerra**

Tese submetida como requisito parcial para  
obtenção do grau de **Doutora**, no Programa  
de Pós-Graduação em Agronomia -Ciência  
do Solo, Área de Concentração em  
Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

Seropédica, RJ  
Dezembro de 2021

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
Com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C794f	<p>Cordeiro, Ana Amélia dos Santos, 1980- Fertilização de Hortaliças com Compostos Farelados Fermentados Formulados com Resíduos Vegetais Agroindustriais / Ana Amélia dos Santos Cordeiro. – Seropédica, 2021. 133 f.: il.</p> <p>Orientador: Ricardo Luiz Louro Berbara. Tese (Doutorado). – – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo, 2021.</p> <p>1. Agroecologia. 2. Manejo Orgânico. 3. <i>Lactuca sativa</i>. 4. <i>Basella alba</i>. 5. Hidrólise do Diacetato de Fluoresceína – FDA. I. Berbara, Ricardo Luiz Louro, 1957-, orient. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Agronomia - Ciência do Solo. III. Título.</p>
-------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.**

É permitida a cópia parcial ou total desta Tese, desde que seja citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
(CIÊNCIAS DO SOLO)



HOMOLOGAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO Nº 28 / 2021 - CPGACS (12.28.00.00.00.27)

Nº do Protocolo: 23083.093442/2021-57

Seropédica-RJ, 29 de dezembro de 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – CIÊNCIA DO SOLO

**ANA AMÉLIA DOS SANTOS CORDEIRO**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora**, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, Área de Concentração em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

TESE APROVADA EM 28/12/2021.

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinatura, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

*(Assinado digitalmente em 03/01/2022 17:16)*  
ERIKA FLAVIA MACHADO PINHEIRO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DATS (11.39.00.05)  
Matrícula: 1740899

*(Assinado digitalmente em 29/12/2021 17:27)*  
MARGARIDA GORETE FERREIRA DO CARMO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptFITO: (12.28.01.00.00.00.32)  
Matrícula: 1213072

*(Assinado digitalmente em 03/01/2022 08:29)*  
RICARDO LUIZ LOURO BERBARA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptS: (12.28.01.00.00.00.33)  
Matrícula: 387406

*(Assinado digitalmente em 03/01/2022 16:30)*  
NORMA GOUVÊA RUMJANEK  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 345.536.817-49

*(Assinado digitalmente em 04/01/2022 08:43)*  
DAVID VILAS BOAS DE CAMPOS  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 030.175.957-06

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 28, ano: 2021, tipo: **HOMOLOGAÇÃO DE TESE DE DOUTORADO**, data de emissão: 29/12/2021 e o código de verificação: **8565e20d35**

## DEDICATÓRIA

*Ao povo brasileiro que custeou os meus estudos das séries iniciais até o doutorado.*

***Dedico.***

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Oscarino Aguiar Cordeiro e Ana Rosa dos Santos Cordeiro, por terem me ensinado desde a tenra idade, o valor da terra, da água, das sementes, da agroecologia, da poesia e da cultura popular.

Aos meus irmãos, sobrinhos e tios.

Ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, pela liberação em tempo integral para a realização do curso.

Aos colegas de trabalho do IFNMG - Campus Arinos pela convivência harmoniosa e calorosa. Ao apoio de campo dos colegas João Batista, Demar, Baiano, ao motorista José Carlos.

Ao egresso do curso de agronomia IFNMG - Campus Arinos Matheus Santos e ao Professor Alisson Macendo.

Aos amigos Eduardo Neto, Marcondes Coelho, Renata Brito, Juliana Souza, Margarida, Valter e João Pedro, pela amizade e apoio em todos os momentos.

Ao meu orientador, Ricardo Luiz Louro Berbara, por ter me incentivado desde o meu ingresso na UFRuralRJ.

Ao meu coorientador, José Guilherme Marinho Guerra, pelo apoio, confiança, ensinamentos e amizade.

Aos pesquisadores e funcionários da Embrapa Agrobiologia e da Fazendinha: Ednaldo Araújo, José Antônio Espíndola, Marco Leal, Raul Castro, Janaína Rows, Norma Rumjanek, Ednelson Gomes, Elder Fereira, Renato Moutinho, Roberto Ramos, Itamar Garcia, Geraldo Baeta, Alderi Ferreira, Andreia Loviane, Altiberto Baeta, Aurélio Chagas, João Luiz, Karine Freitas, Ilzo Risso, Athayde Fernandes, José Pedro, Tatiana Guimarães, Pedro e Dimar.

Ao pesquisador da Pesagro-RJ Luiz Augusto de Aguiar e ao Alzimiro Marcelo Castilho, da Empresa Agribio Serv., Ind. e Comércio de Defensivos Alternativos.

A Farmotec Extração de Óleos Vegetais LTDA, de Buritis – MG, por ceder o farelo de algodão utilizado no composto fermentado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, pela qualidade do ensino e pelo apoio prestado.

À CAPES pela oportunidade de cursar um programa público de doutorado.

Muito obrigada!

## RESUMO GERAL

CORDEIRO, Ana Amélia dos Santos. **Fertilização de Hortaliças com Compostos Farelados Fermentados Formulados com Resíduos Vegetais Agroindustriais**. 2021. 133f. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

Nas últimas décadas tem crescido a demanda por fertilizantes orgânicos, capazes de atender as necessidades deste sistema de produção. Dentre as alternativas existentes, os fertilizantes de origem vegetal vêm apresentando bons resultados. O presente trabalho tem como objetivo geral gerar bases técnicas e científicas para a formulação e a recomendação agrônômica de compostos orgânicos fermentados, confeccionados com resíduos vegetais agroindustriais, na fertilização de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico. A tese foi estruturada em três capítulos, no capítulo I, em condições de laboratório, foram confeccionados compostos fermentados obtidos a partir da mistura de uma matéria-prima de origem vegetal, caracterizados por meio da composição química, valores de pH e condutividade elétrica (CE). Os compostos fermentados apresentaram valores de pH na faixa ácida, sendo influenciados pela matéria-prima utilizada. A substituição do farelo de mamona - FM por farelo de algodão - FAI, e do farelo de trigo FT e de arroz - FAr por farelo de maracujá - FMj, altera os teores de N, P, K, Ca e Mg. Os valores de CE dos compostos fermentados são influenciados pelas matérias-primas. A relação carbono: nitrogênio (C:N) diferencia de acordo com os tratamentos, variando de 7,42 a 18,0. Em um bioensaio em condições de casa de vegetação, em vasos preenchidos com areia lavada, com o sorgo forrageiro como planta indicadora, fertilizadas com formulações de compostos fermentados da primeira etapa e sete controles: sem adição de N orgânico e de N sintético; nitrato de amônio; FM; FAI; FT; FAr e FMj. As variáveis analisadas foram a produção de biomassa seca total das plantas e recuperação biológica de N. As maiores produções de massa seca foram observadas nos tratamentos fertilizados com compostos orgânicos, e a maior recuperação biológica de N foi observado no tratamento com nitrato de amônio. No capítulo II, avaliou-se o efeito da fertilização com os compostos fermentados formulados com 40% de FM ou FAI, combinados com 60% de FT, FAr e FMj, e da aplicação de *Trichoderma asperellum*, sobre a atividade da Hidrólise do Diacetato de Fluoresceína (FDA), a produção, a produtividade, os teores e as quantidades de macronutrientes acumulados na parte aérea da alface americana e da beralha cultivada em sucessão. As variáveis analisadas não foram influenciadas pela inoculação do *T. asperellum*, estes atributos são afetados pela presença dos compostos orgânicos. A maior produtividade da beralha foi nos tratamentos FAIFAr e FAIFMj. No capítulo III, avaliou-se o efeito de doses crescentes de compostos orgânicos fermentados na produção, a produtividade, a viabilidade econômica, o teor e a quantidade de macronutrientes acumulados nos tecidos vegetais da alface crespa e do sorgo cultivado em sucessão. No cultivo da alface crespa, os maiores valores de produção, produtividade, teor de N e de quantidade acumulada de N, P, K, Ca e Mg foram nos tratamentos com dose de 100 e 200,0 kg N ha<sup>-1</sup>, independente da fonte utilizada. No cultivo do sorgo forrageiro, dentre as variáveis analisadas, só foi observada diferença para o teor de N, sendo superior no tratamento FMFT. Evidencia-se que o FAI e o FMj apresentam características favoráveis à respectiva substituição integral do FT e FM na confecção de compostos orgânicos fermentados utilizados na fertilização de alface em sistema orgânico de produção.

**Palavras-Chave:** Agroecologia. Manejo Orgânico. *Lactuca sativa*. *Basella alba*. Hidrólise do Diacetato de Fluoresceína - FDA.

## GENERAL ABSTRACT

CORDEIRO, Ana Amélia dos Santos. **Fertilization of Vegetables with Fermented Bran Compost Formulated with Agro-industrial Vegetable Waste**. 2021. 133p. Thesis (Doctor Science in Agronomy, Soil Science). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

In recent decades, the demand for organic fertilizers, capable of meeting the needs of this production system. The present work aims to suggest technical and scientific bases for the formulation and agronomic recommendation of fermented organic compounds, made with agro-industrial plant residues, in fertilization of leafy vegetables subjected to organic management. The thesis was structured in three chapters. In chapter I, under laboratory conditions, compounds were made via fermented products obtained from the mixture of a raw material of vegetable origin, characterized through chemical composition, pH values and electrical conductivity (EC). The fermented compounds had pH values in the acidic range, being influenced by the raw material used. Replacing castor bean meal - FM with cottonseed - FAI, and FT wheat bran and rice bran - FAr for passion fruit bran - FMj, changes the levels of N, P, K, Ca and Mg. The EC values of fermented compounds are influenced by raw material. The carbon:nitrogen (C:N) ratio differs according to the treatments, ranging from 7.42 to 18.0. In a bioassay under greenhouse conditions, in pots filled with washed sand, with forage sorghum as an indicator plant, fertilized with formulations of fermented compounds from the first stage and seven controls: without addition of organic N and synthetic N; ammonium nitrate; FM; FAI; FT; FAr and FMj. The variables analyzed were the production of total dry biomass of plants and recovery biological N. The highest dry mass productions were observed in treatments fertilized with organic compounds, and the highest biological recovery of N was observed in the ammonium nitrate treatment. In chapter II, it was studied the effect of fertilization with fermented compounds formulated with 40% FM or FAI, combined with 60% FT, FAr and FMj, and the application of *Trichoderma asperellum*, on the hydrolysis activity of Fluorescein Diacetate (FDA), production, productivity, contents and quantities of macronutrients accumulated in the aerial part of iceberg lettuce and bertalha grown in succession. The variables analyzed were not influenced by *T. asperellum* inoculation, these attributes are affected by the presence of organic compounds. The highest productivity of bertalha was in the FAIFAr and FAIFMj treatments. In chapter III, it was determined the effect of increasing levels of fermented organic compounds in production, productivity, viability economic, the content and quantity of macronutrients accumulated in the plant tissues of the curly lettuce and sorghum grown in succession. In the cultivation of lettuce, the largest production values, productivity, N content and accumulated quantity of N, P, K, Ca and Mg were in treatments with doses of 100 and 200.0 kg N ha<sup>-1</sup>, regardless of the source. In the cultivation of forage sorghum, among the variables analyzed, the only difference for the N content, was the higher value of the FMFT treatment. It is evident that FAI and FMj have favorable characteristics for replacement of FT and FM in production of fermented organic compounds used in the fertilization of lettuce in a system organic production.

**Keywords:** Agroecology; Organic Management; *Lactuca sativa*. *Basella alba*; Fluorescein Diacetate Hydrolysis-FDA.



## **HISTÓRIA DA AGRICULTURA**

Oscarino Aguiar Cordeiro (meu pai)

Companheiros de caminhada  
Uma história eu vou contar  
Daqui do Norte de Minas  
Vocês vão acompanhar  
Como era a nossa terra  
E os costumes do lugar

Tinha na caatinga e no cerrado  
Frutas para a gente comer  
Umbu, cagaita e pequi  
E muitas, a gente podia ver  
Alimentavam as pessoas  
E dava para o peixe viver

Chegou à nossa região  
Um tal desenvolvimento  
Vindo lá do estrangeiro  
Trazido por um grupo de gente  
Que vivia só explorando  
E não falava claramente

Diziam que aqui estava  
Esquecido e atrasado  
O povo era preguiçoso  
Simples e mal educado  
Que o nosso país precisava  
De homens mais avançados

Derrubando nossas matas,  
da caatinga ao cerrado

Até nas margens dos rios  
Eles faziam roçados  
A lavoura que o pobre cuidava  
Precisavam os técnicos de ver

Na lavoura daquela gente  
Tinha até financiamento  
O pequeno ia ao banco  
Fazer seu cadastramento  
Para receber o dinheiro  
E tocar o progresso para frente

Tombavam a terra com trator  
Matando a sementeira  
Fazendo do solo fértil  
Uma grande impureza  
Compactando o solo  
Virando tudo poeira

Para colher um bom produto  
Precisava de muito cuidado  
Batendo veneno forte  
Todo dia marcado  
Não sabendo que o seu sangue  
Estava contaminado

Com este tipo de coisa  
O nosso povo muito perdeu  
A nossa cultura e conhecimentos  
E nada resolveu  
Com este tal desenvolvimento  
Meu companheiro morreu.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Imagem fotográfica dos vasos de cultivo do bioensaio de sorgo forrageiro com os compostos orgânicos fermentados.....	19
<b>Figura 2.</b> Análise de cluster hierárquica dos diferentes tratamentos (compostos farelados fermentados).....	26
<b>Figura 3.</b> Análise de componentes principais dos diferentes tratamentos (Bokashi).....	27
<b>Figura 4.</b> Análise de componentes principais dos diferentes tratamentos (Bokashi). Fonte: Autora (2022).....	28
<b>Figura 5.</b> Vista geral do experimento para avaliação da eficiência agronômica de diferentes formulações de compostos orgânicos fermentados no cultivo orgânico de alface americana. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47.....	41
<b>Figura 6.</b> Atividade da Hidrólise do Diacetato de Fluoresceína - FDA, em função da aplicação de <i>T. asperellum</i> . SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47.....	43
<b>Figura 7.</b> Atividade da Hidrólise do Diacetato de Fluoresceína - FDA, em função de tipo de composto orgânico farelado fermentado e da inoculação com <i>T. asperellum</i> . SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47. ....	45
<b>Figura 8.</b> Alface americana cultivada na presença e ausência de adubação com compostos orgânicos fermentados. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47. ....	46
<b>Figura 9.</b> Vista geral do experimento de alface crespa, no momento da aplicação dos compostos orgânicos. Instituto Federal de Educação do Norte de Minas – IFNMG / Arinos. ....	58
<b>Figura 10.</b> Vista parcial do experimento de sorgo forrageiro cultivado em sucessão à alface crespa, para avaliação do efeito residual da fertilização. Instituto Federal de Educação do Norte de Minas – IFNMG / Arinos.....	60
<b>Figura 11.</b> Diâmetro da parte aérea de alface crespa ( <i>cv</i> Samira) em função de fontes e doses de fertilização de compostos fermentados formulados com farelos de mamona e de trigo (FMFT), e de algodão e casca de maracujá (FAIFMj), nas condições climáticas de Arinos – MG. Ano agrícola de 2020. ....	61
<b>Figura 12.</b> Análise de regressão quadrática das variáveis produção de massa fresca planta inteira ( $\text{g planta}^{-1}$ ) (6 A) e de massa seca planta inteira ( $\text{g planta}^{-1}$ ) (6 B), teor de N (6 C), quantidade acumulada de N (6 D), quantidade acumulada de P (6 E), quantidade acumulada de K (6 F), quantidade acumulada de Ca (6 G) e quantidade acumulada de Mg (6 H) na alface crespa, valores médios para as diferentes doses de N contidos com base nos compostos FMFT e FAIFMj.....	65

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Teores de nutrientes das matérias-primas utilizadas nas formulações dos compostos farelados fermentados. ....	18
<b>Tabela 2.</b> Teor de N e relação C:N dos fertilizantes utilizados no bioensaio de sorgo forrageiro. Seropédica-RJ, 2020. ....	20
<b>Tabela 3.</b> Valor pH, condutividade elétrica e teores de macronutrientes dos compostos farelados fermentados formulados com matérias-primas agroindustriais com diferentes proporções. ....	25
<b>Tabela 4.</b> Biomassa seca total e % de N recuperado por plantas de sorgo forrageiro fertilizadas com compostos orgânicos farelados fermentados tipo “bokashi”, preparados a partir de resíduos vegetais da agroindústria. ....	30
<b>Tabela 5.</b> Teores de macronutrientes e pH dos compostos farelados fermentados tipo “bokashi”, oriundos a partir de diferentes formulações. ....	40
<b>Tabela 6.</b> Massa de composto e quantidade aplicada de N, P, K, Ca e Mg contida nos compostos orgânicos fermentados incorporados ao solo para avaliação da eficiência agrônômica no cultivo de hortaliças folhosas em sucessão. ....	40
<b>Tabela 7.</b> Produção e produtividade de massa fresca e seca comercial e da “cabeça” da alface americana, e produção e produtividade de massa fresca e seca comercial de beralha, em função do tipo de composto orgânico farelado fermentado. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47. ....	48
<b>Tabela 8.</b> Teor e quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de alface americana, em função da aplicação de composto farelado fermentado. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47. ....	49
<b>Tabela 9.</b> Teor e quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de beralha, em função da aplicação de composto farelado fermentado. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47. ....	51
<b>Tabela 10.</b> Variáveis fitotécnicas de alface crespa, submetida à fertilização com compostos farelados fermentados em doses crescentes, nas condições do Noroeste de Minas Gerais. 2020. ....	62
<b>Tabela 11.</b> Efeito do tipo de composto orgânico, doses N, e da interação tipo de composto <i>versus</i> doses, nas variáveis produtividade de massa fresca e seca, teor e quantidade acumulada de N, P, K, Ca e Mg do sorgo forrageiro cultivado em sucessão à cultura da alface. ....	67
<b>Tabela 12.</b> Efeito do tipo de composto orgânico, doses N, e da interação tipo de composto orgânico <i>versus</i> doses, nas variáveis produtividade massa fresca e seca, teores e quantidades acumuladas de N, na rebrota do sorgo forrageiro cultivado em sucessão à cultura da alface crespa. IFNMG – Arinos, 2020. ....	69
<b>Tabela 13.</b> Custo de produção do cultivo de alface crespa e do sorgo forrageiro em sucessão, submetidos ao manejo orgânico em função de doses de composto farelado fermentado. IFNMG – Arinos, 2020. ....	70
<b>Tabela 14.</b> Indicadores agroeconômicos do cultivo de alface crespa submetida ao manejo orgânico, em função de doses de composto orgânico farelado fermentado. IFNMG – Arinos, 2020. ....	71

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Agroecologia.....	3
2.2 Matéria Orgânica do Solo .....	4
2.3 Composto Orgânico Fermentado Tipo “Bokashi” .....	5
2.4 Microrganismos do Solo .....	7
2.4.1 Uso do <i>Trichoderma</i> sp na agricultura.....	8
2.5 Atributos Biológicos do Solo.....	9
2.5.1 Enzimas do solo .....	9
2.6 Cultura da Alface .....	10
2.7 Cultura da Bertalha .....	11
2.8 Cultura do Sorgo .....	12
3. CAPÍTULO I CONFEÇÃO DE COMPOSTOS FERMENTADOS A PARTIR DE MATERIAS-PRIMAS VEGETAIS AGROINDUSTRIAIS .....	13
3.1 RESUMO.....	14
3.2 ABSTRACT.....	15
3.3 INTRODUÇÃO .....	16
3.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.4.1 Compostos farelados fermentados com diferentes formulações.....	18
3.4.2 Capacidade de disponibilização do nitrogênio pelos compostos orgânicos com diferentes matérias-primas, em bioensaio de sorgo forrageiro .....	19
3.4.3 Análise de dados .....	21
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
3.5.1 Características químicas dos compostos dos compostos orgânicos formulados a partir de diferentes matérias-primas.....	22
3.5.2 Análise de cluster hierárquica dos diferentes tratamentos .....	26
3.5.3 Disponibilidade de N, pelo composto orgânico farelado fermentado.....	29
3.6 CONCLUSÕES .....	32
4. CAPÍTULO II DESEMPENHO FITOTÉCNICO DE HORTALIÇAS FOLHOSAS SUBMETIDAS AO MANEJO ORGÂNICO, CULTIVADAS EM SUCESSÃO E FERTILIZADAS COM COMPOSTOS FERMENTADOS FORMULADOS COM FARELOS VEGETAIS DE ORIGEM AGROINDUSTRIAL NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA BAIXADA FLUMINENSE .....	33
4.1 RESUMO.....	34
4.2 ABSTRACT.....	35
4.3 INTRODUÇÃO .....	36
4.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	39
4.4.1 Caracterização e preparo da área experimental.....	39
4.4.2 Aplicação dos compostos farelados fermentados nas condições da Baixada Fluminense .....	39
4.4.3 Cultivo de hortaliças folhosas nas condições da baixada fluminense.....	40
4.4.4 Hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) .....	41

4.4.5 Variáveis fitotécnicas .....	41
4.4.6 Análises estatísticas dos dados.....	42
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.5.1 Hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) .....	43
4.6 CONCLUSÕES .....	52
5. CAPÍTULO III DESEMPENHO AGROECONÔMICO DE ALFACE CRESPA FERTILIZADA COM COMPOSTOS FERMENTADOS, FORMULADOS COM FARELOS VEGETAIS DE ORIGEM AGROINDUSTRIAL, E SORGO FORRAGEIRO CULTIVADOS EM SUCESSÃO, NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO NOROESTE DE MINAS GERAIS.....	53
5.1 RESUMO.....	54
5.2 ABSTRACT.....	55
5.3 INTRODUÇÃO .....	56
5.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	58
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
5.6 CONCLUSÕES .....	73
6 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	74
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
8. ANEXOS .....	108

## 1. INTRODUÇÃO

O esclarecimento dos consumidores quanto aos impactos causados pela produção de alimentos nos sistemas convencionais, gerando impactos socioambientais decorrentes do uso indiscriminado de agroquímicos e de recursos naturais não renováveis, têm levado a busca por sistemas agrícolas baseados nos princípios da sustentabilidade ambiental, social e econômica. Os princípios de sustentabilidade são destacados a nível mundial pelos objetivos do desenvolvimento sustentável- ODS (ONU, 2015).

Esses sistemas adotam práticas voltadas ao aproveitamento dos recursos locais, implantação de policultivos, utilização de bioinsumos protetores e promotores do crescimento vegetal, utilização de espécies de cobertura de solo e adubação verde e de fertilização. Tendo em vista os baixos teores de matéria orgânica dos solos, nas condições edafoclimáticas das regiões tropicais, a conservação e a fertilização orgânica ganham importância, visto que a manutenção e o incremento destes teores se tornam essenciais no contexto das explorações agrícolas que priorizem os processos ecológicos e a sustentabilidade.

O manejo da fertilização ganha maior importância nos sistemas de produção orgânica, em especial após a aprovação da Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2003). De acordo com a legislação brasileira de produção de alimentos orgânicos, não é permitido o emprego de adubos sintéticos e de alta solubilidade, em contrapartida, a fertilização do solo deve ser baseada no estímulo ao uso saudável do solo, da água e do ar, reduzindo todas as formas de contaminação advindas das práticas agrícolas, mantendo ou incrementando a fertilidade do solo a longo prazo, a partir da reciclagem dos resíduos orgânicos que sejam fontes sem riscos ecotoxicológicos ambientais, e que favoreçam a atividade biológica do solo, diminuindo o uso de recursos não renováveis.

A reciclagem de resíduos orgânicos é uma prática desejável nas unidades agrícolas orgânicas, visto que estes materiais podem constituir-se em excelentes matérias-primas para a produção de fertilizantes orgânicos. Esta prática vai ainda de encontro com Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Lei nº 12.305 de 2010, na qual deixa claro que a gestão integrada de resíduos sólidos é composta por um conjunto de ações, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob o princípio do desenvolvimento sustentável.

Há diversas alternativas para o uso de resíduos orgânicos na fertilização do solo, nos últimos anos têm-se crescido o uso e as pesquisas com os compostos fermentados, que além de propor resolver o potencial poluentes dos resíduos orgânicos (WIJAYANTO; TUFALA; SARMAN, 2016), podem oferecer consideráveis teores de nutrientes, em especial de N, o que torna tal prática particularmente importante nos sistemas orgânicos de produção. Dentre as alternativas de ciclagem de nutrientes, destacam-se os compostos fermentados, confeccionados a partir de resíduos orgânicos oriundos da agroindústria ou produzidos *in situ* para este fim.

As matérias primas utilizadas para no preparo do composto fermentado considerado padrão, no âmbito da Embrapa Agrobiologia são os farelos de trigo e de mamona. O farelo de trigo é uma *commodity*, com cotação em dólar, e no momento, a sua aquisição está antieconômica. A produção nacional de farelo de mamona está localizada nas regiões das usinas de beneficiamento do óleo da mamona, o que dificulta o acesso a este produto em outras regiões do país, ora pelo alto custo, ora por não haver disponibilidade, somado a isto, este material possui substâncias dermoalérgicas.

É necessário investir em pesquisas com formulações alternativas, de baixo custo e com características químicas interessantes para esse fim. Esforços de pesquisa tem sido feitos para investigar o efeito dos resíduos orgânicos sobre as características físico-químicas e biológicas do

solo (OLIVEIRA et al., 2014a; LIMA, 2018) e produtividade das culturas (OLIVEIRA, 2015; LIMA, 2018; CORDEIRO et al., 2018; GOULART, 2020). Todavia, há uma grande carência de estudos sobre os efeitos dos microrganismos aplicados junto a estes compostos, na decomposição de resíduos orgânicos e na qualidade do solo (BOECHAT; SANTOS; ACCIOLY, 2013).

Diante do exposto, as hipóteses formuladas e postas sob teste no presente trabalho são: Formulações de compostos fermentados confeccionados com resíduos vegetais de origem agroindustrial apresentam características que conferem qualidade como fertilizantes orgânicos e eficiência na capacidade de fornecimento de N. Fertilização com compostos fermentados associados à aplicação de um fungo hiperparasita promotor de crescimento vegetal aumenta a eficiência agrônômica destes compostos. A eficiência agroeconômica da fertilização com composto fermentado formulado com a mistura de farelo de casca de maracujá e de algodão é dependente da dose aplicada no cultivo de hortaliça folhosa.

Nesse sentido, o objetivo geral deste estudo é avaliar a contribuição da fertilização com compostos fermentados formulados com resíduos vegetais agroindustriais no desempenho agroeconômico de hortaliças submetidas ao manejo orgânico.

O presente trabalho foi estruturado em três capítulos. No primeiro capítulo, intitulado: “Confeção de compostos fermentados a partir de matérias-primas vegetais agroindustriais”, avaliou-se os teores de N, P, K, Ca e Mg, pH, condutividade elétrica e a recuperação biológica de N em bioensaio de sorgo forrageiro, cultivado nestes compostos orgânicos. O segundo capítulo, intitulado “Desempenho fitotécnico de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, cultivadas em sucessão e fertilizadas com compostos fermentados formulados com farelos vegetais de origem agroindustrial nas condições climáticas da Baixada Fluminense”, os atributos avaliados foram: a atividade da hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA), a produção, a produtividade, o teor e a quantidade acumulada de N, P, K, Ca e Mg nas hortaliças cultivadas. O terceiro capítulo, intitulado “Desempenho agroeconômico de alface crespa e sorgo forrageiro cultivados em sucessão e fertilizados com compostos fermentados, formulados com farelos vegetais de origem agroindustrial nas condições edafoclimáticas do Noroeste de Minas Gerais” teve como intuito avaliar a produção, a produtividade, o teor e a quantidade de nutrientes acumulados nos tecidos vegetais da alface crespa e do sorgo forrageiro cultivado em sucessão, bem como os rendimentos econômicos destes cultivos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Agroecologia

Com o surgimento da Revolução Verde, na década de 60, com seus pacotes tecnológicos, que visavam a produção de alimentos em grande escala, baseados na utilização intensiva de agroquímicos (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018), combinada à baixa instrução dos agricultores e assistência técnica insuficiente culminou no uso inadequado destas tecnologias, resultando na insegurança alimentar (JESUS; OMMATI, 2017), danos à saúde humana (DUTRA; FERREIRA, 2017), contaminação das águas subterrâneas (BARRIOS *et al.*, 2019) e a perda da biodiversidade (DUTRA; SOUZA, 2017).

Para contrapor este modelo de agricultura, surgem no final dos anos 70 e início dos anos 80, os movimentos das agriculturas alternativas, cujo conceito evoluiu para o que hoje denominamos agroecologia, uma ciência em construção que parte de um enfoque holístico e de uma abordagem sistêmica (CAPORAL, 2009).

A agroecologia procura entender o funcionamento de agroecossistemas complexos, tendo como preceito a conservação e a valorização da biodiversidade dos agroecossistemas, visando promover a autorregulação, a sustentabilidade e a produção de alimentos, reduzindo o uso de recursos externos e maximalizando a reciclagem de energia e nutrientes (ALTIERI, 1989; GLIESSMAN, 2000), construindo sistemas agrícolas mais biodiversos, resilientes e justos, em especial para os agricultores familiares e camponeses, (NICHOLLS; ALTIERI, 2016; CANDIOTTO, 2020). Questiona ainda os princípios do capitalismo, além de promover uma forma diferente de entender a demanda da produção alimentar (ROSSET; ALTIERI, 2018). Integra processos naturais e sociais, de maneira multidisciplinar, abrange o que há de mais moderno na ciência, incluindo a ecologia política, economia ecológica, etnoecologia (ALTIERI; TOLEDO, 2011).

Segundo a legislação brasileira, a agricultura orgânica (AO) deverá proporcionar o uso saudável do solo, da água e do ar, e reduzindo todas as formas de contaminações resultante das práticas agrícolas, mantendo ou incrementando a fertilidade do solo a longo prazo, ciclando os nutrientes, diminuindo a utilização de recursos não renováveis (BRASIL, 2021).

A Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2003), que estabelece um arcabouço orientador do marco regulatório, compondo-se de todos os sistemas sustentáveis de produção agrícola, como o ecológico, natural, regenerativo, biológico, agroecológico, permacultura, dentre outros (LIMA *et al.*, 2020), leva o país ao reconhecimento internacional pelo avanço em prol da produção e comercialização orgânica (SAMBUICHI *et al.*, 2017). Segundo esta lei, a AO deverá incrementar a atividade biológica do solo, promovendo o uso saudável do solo, da água e do ar, e reduzindo todas as formas de contaminação, em consequência das práticas agrícolas, mantendo ou incrementando a fertilidade do solo a longo prazo, reciclando os resíduos orgânicos, diminuindo o uso de recursos não renováveis (BRASIL, 2003).

O Brasil foi pioneiro na criação de uma política de estado destinada especificamente para o incentivo à produção orgânica e agroecológica. A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), foi estabelecida em 2012 por meio do decreto presidencial nº 7.794. Criada a partir da demanda da sociedade civil organizada, esta política objetiva integrar, articular e adequar políticas, programas e ações que promovam a produção orgânica e o processo de transição agroecológica e a produção agroecológica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável, possibilitando a melhoria na qualidade de vida dos produtores e consumidores.

A agricultura orgânica está presente em 178 países, ocupa 57,8 milhões de hectares, que correspondem a 1,2% das áreas agrícolas do mundo, totalizando 2,7 milhões de produtores



orgânicos (FIBL, 2021). Em 2017, a Austrália liderava a área destinada à produção orgânica no mundo, com 35.645.038 hectares. O Brasil ocupava a 12ª posição, com 1.136.857 hectares, atrás da Argentina e do Uruguai, com 3.385.827 e 1.882.178 ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Ao analisar as vendas no varejo, os Estados Unidos, Alemanha, França e China lideravam, movimentando 65,61 bilhões de euros, o Brasil, por outro lado, estava na 16ª posição, com 0,78 bilhões de euros (THE WORLD OF ORGANIC AGRICULTURE - STATISTICS AND EMERGING TRENDS 2019, 2019).

Nos últimos anos houve aumento na produção e no consumo de produtos orgânicos no Brasil. Tal aumento foi estimulado não só pelo mercado externo, mas também pelo mercado interno, com destaque ao Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), que beneficiaram a produção orgânica, em particular, na agricultura familiar (LIMA et al., 2020).

A expansão do mercado de produtos orgânicos (MAPA, 2008a) originou alguns efeitos contraditórios, como a “convencionalização” da AO, onde há uma ênfase nos produtos e não nos processos, limitando-a a uma mera substituição de insumos químicos minerais por orgânicos (DARNHOFER et al., 2010), com padrões operacionais e organizacionais similares ou iguais aos padrões utilizados na agricultura convencional (NIEDERLE; ALMEIDA, 2013), o que se dá especialmente pela dependência externa de insumos, a especialização produtiva, a intensificação de capital e a substituição de trabalho manual pelo mecanizado (BASTIAN; WAQUIL, 2020), configurando em uma distorção em relação aos princípios genuínos do movimento, os quais compreendem fatores relacionados à saúde, ecologia, justiça social, precaução, bem-estar de pessoas e relações éticas (IFOAM, 2020).

## **2.2 Matéria Orgânica do Solo**

A matéria orgânica do solo (MOS) representa entre 1 a 5% do volume total do solo, mas é imprescindível para a sustentabilidade dos agroecossistemas, com notáveis funções na manutenção da qualidade e fertilidade do solo, influenciando em seus processos químicos, físicos e biológicos (TRIVEDI et al., 2015; FACCIN et al., 2016; SOUZA et al., 2018).

O aumento de resíduos orgânicos ao solo pode modificar o conteúdo e natureza do MOS, o que é particularmente importante na agricultura orgânica, visto o papel preponderante da ciclagem de nutrientes promovido pela MOS, que engloba a biomassa microbiana do solo (BMS), as raízes, resíduos vegetais e/ou animais em diferentes estágios de decomposição, as substâncias húmicas, fração da matéria orgânica do solo mais estável (GUERRA; SANTOS, 2008), produto da decomposição, síntese e re-síntese de resíduos da biota do solo, resultando de um equilíbrio dinâmico e sensível entre os mecanismos de adição (NADEU et al., 2015), transformação e mineralização dos resíduos orgânicos que entram no sistema (DORES-SILVA; LANDGRAF; REZENDE, 2013) e de perdas decorrentes da erosão do solo ou da oxidação por microrganismos, na forma de CO<sub>2</sub> (BAYER; MIELNICZUK, 1997; HORWATH, 2015).

Solos sob manejo conservacionista tendem a acumular mais carbono orgânico, e proporcionar o sequestro de carbono (C) (BOGIANI et al., 2020), podendo ainda promover a mitigação das mudanças climáticas (PAUSTIAN et al., 2016).

Em regiões tropicais, a Capacidade de Troca Catiônica - CTC da MOS pode representar um grande percentual da CTC total, cabendo a ela conferir cargas negativas ao solo (BAYER; MIELNICZUK, 1997). Todavia, nestes solos, o incremento da MOS é muito lento, de modo geral, sob maiores temperaturas e disponibilidade de oxigênio, mais rápida é a decomposição da matéria orgânica do solo (BAYER et al., 2019), acelerada pelo revolvimento do solo (LEITE et al., 2010; TIVET et al., 2013). Por outro lado, a sua conservação depende de um grande aporte de biomassa e resíduos orgânicos (JANTALIA et al., 2006).

Dentro deste contexto, práticas de manejo do solo que visem proporcionar o incremento de N e C orgânico ao solo, devem ser estudadas, bem como as técnicas que favoreçam a adaptação da planta ao ambiente natural, podem ser importantes estratégias para o estímulo de sistemas agrícolas sustentáveis de produção.

### 2.3 Composto Orgânico Fermentado Tipo “Bokashi”

No sistema orgânico de produção, a maior parte da energia utilizada origina-se de microrganismos, esterco, resíduos orgânicos, plantas, trabalho humano e animal, nomeado aporte cultural biológico (GLIESSMAN, 2000). Atualmente, entre as possibilidades de adubos orgânicos empregados pelos produtores, têm-se o composto orgânico fermentado tipo “bokashi”, desenvolvido na década de 80, na Universidade de Ryukyus, em Okinawa, no Japão e difundido no Brasil através da Fundação Mokiti Okada (HOMMA, 2005).

Os compostos fermentados são obtidos a partir da fermentação da mistura de farelos e inoculados com microrganismos (MATA et al., 2016), denominados microrganismos efetivos (EM), responsáveis por acelerar o processo de fermentação (SINGH; NAIN, 2014). Esta prática foi difundida a partir dos estudos do Dr. Teruo Higa, que desenvolveu o bokashi. A palavra “bokashi” tem origem japonesa e significa “matéria orgânica fermentada” (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013). O EM pode ser descrito como uma mistura de microrganismos benéficos, que ao serem aplicados ao solo, propiciam o crescimento e a produtividade das culturas (HIGA; PARR, 1994). Os inóculos podem ser oriundos de solos da mata (SCOTTON et al., 2017), ou comerciais produzidos em laboratórios para esta finalidade, e até fermentos utilizados para fins alimentícios.

O “bokashi” pode ser feito de forma aeróbica e anaeróbica (TORRES; QUIPUZCO; MEZA, 2015). O processo de produção do “bokashi” aeróbico é semelhante à compostagem tradicional, exceto pela inoculação de microrganismos, que reduz o tempo de processamento do composto (SHARMA et al., 2014), pode ser produzido em grande escala, ao ar livre, todavia há a necessidade de revolvimento periódico do material visando promover a aeração e diminuir a temperatura, evitando perdas por apodrecimento da matéria orgânica, com grande dispersão de nitrogênio e produção de mau cheiro.

No preparo do “bokashi” tipo anaeróbico não há perdas de matéria orgânica, a mistura de farelos umedecidos e inoculados com microrganismos é compactada em recipiente, que em seguida é hermeticamente fechado, evitando a perda de matéria orgânica, há pouco risco de contaminação, porém o processo de fermentação é mais lento que o aeróbico, além de ser necessário usar apenas matéria orgânica de boa qualidade e pulverizada, podendo resultar num produto final que corresponde a um material orgânico semi-estabilizado.

No âmbito da Baixada Fluminense, uma formulação contendo 40% de farelo de mamona (FM) e 60% de farelo de trigo (FT), na proporção de 60:40, é considerado o Composto Fermentado Análogo ao Padrão (CFAP) (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013; OLIVEIRA, 2015; PIAN, 2019), preparado em condições anaeróbicas, inoculada com o acelerador de compostagem Embiotic®, que possui *Lactiplantibacillus plantarum*, uma bactéria do ácido láctico (BAL) utilizado como inoculante de silagem (OLIVEIRA et al., 2014a; GOULART, 2020), por promover a fermentação láctica, reduzindo o valor de pH e consequentemente, inibindo o desenvolvimento de enterobactérias e bactérias produtoras de ácido butírico (LIU et al., 2016; SILVA, 2016; SOUZA et al., 2018), e a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada na fermentação de alimentos e bebidas (PARAPOULI et al., 2020).

Sharma et al. (2017), observaram que a inoculação com os microrganismos *Phanerochaete chrysosporium*, *Lactobacillus* sp, *Candida tropicalis*, *Streptomyces globisporous* e bactérias fotossintéticas, em composto à base de esterco de aves e palha de arroz promoveu a qualidade do solo, bem como o rendimento da cultura de calêndula. Rastogi,

Nandal e Khosla (2020), relataram que a aplicação destes microrganismos nos compostos orgânicos, favorece a produção de diversas enzimas que atuam na degradação das matérias-primas. Segundo Hidalgo, Corona e Martín-Marroquín et al. (2022), estes microrganismos têm diversas aplicações no manejo de esterco, favorecendo a degradação da matéria orgânica, a transformação de nutrientes em formas assimiláveis pelas plantas, além do controle de emissões e odores desagradáveis e a ausência de organismos patogênicos, devido à redução do pH.

Todavia, alguns autores afirmam que os microrganismos inoculados nos compostos fermentados nem sempre promovem melhorias no produto final (PINTO, 2018; MAYER et al., 2010), o que pode estar relacionado a uma concentração insuficiente de inóculo, sua baixa competitividade com as populações de microrganismos nativos, ou baixa capacidade de aclimação a mudança de ambiente durante o processo de degradação (MAYER et al., 2010; MORENO; MORMENEO, 2011). Estes microrganismos, quando inoculados em pilhas de compostagem, apenas alteraram a temperatura; ao final do processo, há um predomínio apenas de fungos, e os benefícios da utilização destes compostos se limitam apenas ao aporte de C e nutrientes da matéria-prima utilizada (FORMOWITZ et al., 2007).

Para o bom desenvolvimento do processo de compostagem, é necessário fornecer matérias-primas ricas em nutrientes, especialmente, que contenha uma relação C:N favorável ao metabolismo dos microrganismos que vão efetuar sua biodigestão (KALBASI et al., 2005). Para tanto, deve haver ingredientes com baixa relação C:N e com alta relação C:N (INCKEL et al., 2005). A taxa de decomposição e mineralização líquida em materiais com baixa relação C:N é maior, e os materiais com valores de N próximos a 2,0% e os maiores da relação C:N, desfavorecerá a disponibilização de N para as plantas (OLIVEIRA et al., 2014a).

A qualidade dos compostos fermentados depende das características das matérias-primas, teor de umidade, temperatura e da aeração. Eles podem passar por diversas formas de fermentação (SCOTTON et al., 2017; SHIN et al., 2017), mas deve ser predominantemente láctica (PIAN, 2019), contribuindo para redução do pH (MOISIO; HEIKONEN, 1994). O ácido láctico é o principal produto do processo fermentativo realizado pelas bactérias do ácido láctico (BAL). Simultaneamente à fermentação láctica, em menores proporções, podem ocorrer as fermentações acética, alcoólica, propiônica e butírica (PAHLOW et al., 2003; SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013), em um processo análogo ao que ocorre na fermentação da silagem no qual os amidos e açúcares simples de plantas, como glicose e frutose são convertidos em ácido láctico (HOLZER et al., 2003; MACÊDO et al., 2018).

Na produção de silagem, as BAL's desempenham um papel de extrema importância, o ácido láctico é considerado um ácido forte, que baixa o pH para valores entre 5,0 a 4,0, favorecendo o crescimento de microrganismos mais tolerantes ao meio ácido e inibindo a proliferação de bactérias competidoras com as BAL's em condições anaeróbicas, como as enterobactérias e as do gênero clostridium e bacillus (FRANÇA et al., 2011; YITBAREK; TAMIR, 2014; PIAN, 2019). No gênero clostridium estão bactérias patogênicas a seres humanos e animais como as causadoras de botulismo, tétano e de abortos. Em silagem, os clostrídios realizam o desdobramento de proteínas, causando odor desagradável, perdas de matéria seca e diminuição da estabilidade do produto final, sendo intensivamente combatidas na produção de silagens (MACÊDO et al., 2018).

Uma fermentação realizada majoritariamente por clostrídeos produz elevados níveis de ácido butírico (CHECOLI, 2014), causando perdas significativas de matéria seca e diminuição da estabilidade do produto final (ROTZ; MUCK, 1994). Em condições de baixo valor de pH, que é diretamente relacionado à produção de ácido láctico, além da inibição do desenvolvimento de microrganismos indesejados, promove ainda a produção de um material estável que pode ser armazenado anaerobicamente por longos períodos (MORAIS et al., 2017; SILVA, 2018; SOUZA et al., 2020).

Os compostos fermentados podem proporcionar aumento do teor de matéria orgânica no solo e promover melhorias em suas propriedades químicas, físicas e biológicas (MURILLO-AMADOR et al., 2015), promovendo maior expansão do sistema radicular, a depender da qualidade da matéria-prima, tornam-se fontes de nutrientes essenciais com concentrações similares aos adubos orgânicos tradicionalmente utilizados na agricultura (OLIVEIRA, 2015), em especial nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (SILVA, 2014), disponibilizados sob a forma de quelatos orgânicos, com menores perdas por volatilização e lixiviação (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013), e com mineralização lenta (XU; WANG; MRIDHA, 2000) .

Operam ainda como um condicionador biológico de solo, carreando bactérias lácticas, fungos, leveduras e actinobactérias (SARTORI et al., 2011). Durante o seu estágio de maturação, há uma ascensão do crescimento microbiano benéfico (NISHIO, 1996), criando condições favoráveis ao equilíbrio microbiológico do sistema solo-planta (HOMMA, 2003), com a transformação de moléculas orgânicas complexas em compostos orgânicos simples, favorecendo a absorção direta pelos vegetais (PINTO, 2018), como ácidos orgânicos, vitaminas, enzimas e polissacarídeos (HIGA; PARR, 1994; SOTO, 2003), num processo fermentativo supostamente análogo ao da produção de silagem (TOMICH et al., 2003).

Estudos realizados na Baixada Fluminense por membros do Grupo de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia, observaram que este composto promoveu aumento da produtividade de repolho (CORDEIRO et al., 2018), proporcionaram efeitos positivos no desempenho agrônômico da alface crespa ‘Vera’ (OLIVEIRA, 2015). A aplicação de palhada de *Pennisetum purpureum* associada à fertilização com o composto fermentado FMFT resultou em efeito interativo na produtividade de raízes de cenoura (LIMA, 2018). Doses crescentes de diferentes formulações resultaram no aumento da produtividade de rúcula (PIAN, 2019), da alface-americana (SOUZA JÚNIOR, 2020), da alface romana (GOULART, 2020). Além de atuar na atividade enzimática (LIMA, 2018; PIAN, 2019), a biomassa microbiana do solo (OLIVEIRA, 2015) por inocular diversos microrganismos benéficos (HOMMA, 2003).

Outros estudos demonstraram efeitos positivos destes compostos na produção de hortaliças (HOSHINO et al., 2016; CONDÉ; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017; OLIVEIRA et al., 2017; GOULART et al., 2018), no desenvolvimento de soja (WIJAYANTO; TUFALA; SARMAN, 2016), nos atributos químicos do solo (NIKITIN et al., 2018), na mineralização de N (BOECHAT; SANTOS; ACCIOLY, 2013). Todavia, a nível de Brasil, estes estudos estão mais limitados à Baixada Fluminense, sendo necessário expandir os conhecimentos relacionados à diferentes formulações destes compostos na promoção da qualidade dos solos e no rendimento das culturas.

Trata-se de um fertilizante caro, confeccionados a partir de matérias-primas nobres, que poderiam ser utilizadas na alimentação animal ou humana, seu uso parece estar circunscrito aos cultivos intensivos, de maior valor unitário (KHATOUNIAN, 2001). Para reduzir os custos de produção destes compostos é importante que se busque matérias-primas locais, de fácil acesso e de preços acessíveis por conta disso, logo não há padronização na sua composição (PINTO, 2018). Estudos indicam que a substituição das matérias primas utilizadas no Composto Orgânico Análogo ao Padrão, por matérias-primas resíduos da agroindústria, ou produzidos localmente para este fim, podem produzir compostos fermentados de alta qualidade (OLIVEIRA et al., 2014a; PIAN, 2019; GOULART, 2020; SOUZA JÚNIOR, 2020).

## **2.4 Microrganismos do Solo**

Parte da MOS é composta por organismos vivos, cujo volume seja menor que  $5 \times 10 \mu\text{m}^3$ , denominada Biomassa Microbiana do Solo (BMS) (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), são bactérias, fungos, oomicetos, nematóides, protozoários, algas, vírus e arqueias (BUÉE et al., 2009). Estima-se que a BMS apresenta teor médio entre 1 a 5% do nitrogênio total do solo e 2

a 5% do C orgânico (DE-POLLI; GUERRA, 1999), efetua ainda uma série de serviços ecossistêmicos (SE), identificados pelas funções dos ecossistemas e dos recursos biotecnológicos proporcionado pela microbiota (CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

Dentre os mais relevantes processos biológicos do solo é a decomposição da matéria orgânica, realizada por fungos e bactérias (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; SUNITHA; DEVI; SRINIVAS, 2013), além da solubilização de fosfato e da fixação biológica de Nitrogênio – FBN (RONDINA et al., 2019).

Os microrganismos do solo abrigam-se, predominantemente, na rizosfera, fração do solo com maior atividade microbiana em relação à massa do solo, devido à rizodeposição de exsudados radiculares, mucilagem e restos radiculares, sendo abundante em microrganismos benéficos, patógenos e neutros (AHKAMI et al., 2017; SAMAD et al., 2019). Dentre estes microrganismos estão as rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR) (KUMAR; DUBEY, 2020), que são capazes de produzir fitormônios, tais como ácido indol acético - AIA, auxinas, giberelinas e citocininas (VACHERON et al., 2013). Há ainda aquelas que realizam a Fixação Biológica de Nitrogênio - FBN, nitrificação de amônio em óxidos de nitrogênio ou desnitrificação (BARROS et al., 2013) e aumento de produção (PEDROZO et al., 2018).

Dentre os microrganismos do solo, há também as bactérias entomopatogênicas *Bacillus thuringiensis*, *Paenibacillus popilliae*, *P. lentimorbus*, *P. larvae*, *P. alvei* e *Brevibacillus laterosporus* (MONNERAT et al., 2020). Já os *Bacillus subtilis* e *Bacillus cereus* são ativos contra *Meloidogyne exigua* (OLIVEIRA et al., 2014b), assim como as bactérias do gênero *Pasteuria* (MONNERAT et al., 2020). O *Bacillus subtilis* e o *Trichoderma* spp. são eficientes no controle de diversas doenças de plantas (BETTIOL; MORANDI, 2009). Há uma diversidade de fungos entomopatogênicos (MASOUDI et al., 2020), tais como as espécies, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium lepidiotae*, *Isaria* sp., *Hirsutella thompsonii* (DARA, 2019; WENG et al., 2019; NIU et al., 2019; CHANG et al., 2021).

Já os fungos micorrízicos arbusculares – FMAs, atuam na agregação das partículas minerais e orgânicas do solo, exercida por intermédio da ação física de suas hifas e da glomalina, uma glicoproteína que colabora para a estocagem de C no solo (PENG; GUO; LIU, 2013; LEIFHEIT et al., 2014). Os FMAs beneficiam as plantas, com o aumento da extensão do sistema radicular, exercidas pelas hifas, que são geralmente muito mais eficientes na aquisição e no transporte de P e água do solo, do que o sistema radicular das plantas (BERBARA; SOUZA; FONSECA, 2006).

Manejar os microrganismos do solo adequadamente constitui um grande potencial para o aumento da produtividade e sustentabilidade dos agroecossistemas, benéficos à sanidade e desenvolvimento das plantas, constituindo-se na grande promessa da agricultura do futuro.

#### 2.4.1 Uso do *Trichoderma* sp na agricultura

O *Trichoderma* é um importante gênero de interesse agrícola, pertencente ao filo Ascomycota, subdivisão Pezizomycotina, classe Sordariomycetes, ordem Hypocreales e família Hypocreaceae (BONONI et al., 2020). Nas espécies que apresentam a fase sexual, a formação de peritécio em estromas de cor verde, amarela, creme ou marrom, contendo oito ascósporos bicelulares e 16 esporos. Na fase assexuada, são formados a partir do micélio vegetativo conidióforos e ramificações que terminam em estruturas do tipo fiálides onde são produzidos os conídios unicelulares, com formas esféricas, ovais ou alongadas, em geral de cor verde, comumente agregados em pústula (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019).

Dentre os fungos bioagentes de interesse agrônomo, o gênero *Trichoderma* é um dos mais estudados, como as espécies que atuam como antagonistas a fitopatógenos (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019), através da antibiose, micoparasitismo, competição e indução de

resistência (BETTIOL; MORANDI, 2009; KHALILI et al., 2016). São saprófitos, de vida livre, com grande capacidade de reprodução, podendo ser anaeróbios facultativos (INFANTE et al., 2009), associados à MOS e à rizosfera (BETTIOL; MORANDI, 2009), podem estar relacionadas à decomposição primária de matéria orgânica (DRUZHININA et al., 2018) e a solubilização de nutrientes inorgânicos (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019), prestando um importante serviço ecossistêmico.

Presente em diferentes ecossistemas, desde regiões de clima tropical, até regiões frias, colonizam diferentes substratos, inclusive ambientes desfavoráveis a outros organismos. Podem atuar como promotores de crescimento vegetal (SILVA et al., 2015b) devido à promoção da síntese de auxinas, como ácido indol acético (AIA) (RIBAS; MATSUMURA; SAND, 2014; MEYER; MAZARO; SILVA, 2019), que estimula o crescimento radicular, instituindo relações benéficas à rizosfera.

Estudos relatam que cepas de *Trichoderma asperellum* têm a capacidade de solubilizar fosfato (ZHAO; ZHANG, 2015), é um agente de biocontrole de diversos fitopatógenos (BETTIOL; MORANDI, 2009; KIPNGENO et al., 2015; VINODKUMAR; INDUMATHI; NAKKEERAN, 2017; BETTIOL et al., 2019; DÍAZ-GUTIÉRREZ et al., 2021) e na promoção do crescimento vegetal (ZHAO; ZHANG, 2015; LEE et al., 2016; WONGLOM; ITO; SUNPAPAO, 2020), no crescimento da radícula de tomate, berinjela, pimenta malagueta, quiabo e cabaça (SINGH; RAI; SINGH, 2016), na produtividade de amora preta em condições de campo na região subtropical andina (VIERA et al., 2019) e aumento da biomassa de morango (KOWALSKA, 2011) e na produtividade de soja (CHAGAS JUNIOR et al., 2021).

## **2.5 Atributos Biológicos do Solo**

O solo é um recurso natural indispensável ao funcionamento dos ecossistemas terrestres (WELC et al., 2012), a sua qualidade é estabelecida como a capacidade em atuar dentro do ecossistema para prover a produtividade biológica, preservar a qualidade ambiental e proporcionar saúde a plantas e animais (DORAN; PARKIN, 1994). A qualidade do solo é determinada pelo uso de indicadores, que são propriedades que mensuram ou retratam o estado ambiental ou a situação da sustentabilidade do ecossistema. Tais indicadores podem ser classificados como físicos, químicos e biológicos (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Os bioindicadores são processos biológicos ou propriedades que ocorrem no solo e que revelam o estado deste ecossistema (CHERUBIN et al., 2015), sendo capazes de serem empregados no biomonitoramento da saúde e qualidade do solo, que é o parâmetro da resposta de organismos vivos a mudanças no seu *habitat* (HEGER; IMFELD; MITCHELL, 2012). Os atributos microbianos do solo, a exemplo da diversidade de microrganismos, taxa de respiração, biomassa microbiana e atividade enzimática, são indicadores sensíveis com potencial para serem empregados no monitoramento de alterações ambientais resultante do uso agrícola do solo (EPELDE et al., 2014).

### **2.5.1 Enzimas do solo**

As enzimas do solo são majoritariamente produzidas por fungos, bactérias (BALDRIAN et al., 2008; GEISSELER; HORWATH; SCOW, 2011), animais e vegetais, com finalidades metabólicas, a exemplo da degradação de moléculas de alto peso molecular (LEHNINGER, 2002). Após serem liberadas pelos organismos, elas podem ser metabolizadas pelos microrganismos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), ou ficarem no interior da célula, ou ligadas externamente à membrana celular, na solução do solo (BALOTA et al., 2013), ou interagindo com partículas coloidais orgânicas e ou minerais, permanecendo protegidas da ação de hidrolases, diminuindo a sua capacidade catalítica, e mantendo-se estáveis por muito tempo,

mediando reações bioquímicas relativas à ciclagem do C e de nutrientes, podendo ser correlacionadas com a qualidade do solo (NOGUEIRA; HUNGRIA, 2013).

A atividade enzimática do solo fornece informações relevantes sobre as condições microbiológicas e físico-químicas do solo (AON et al., 2001), podendo ser utilizadas para quantificar os efeitos diretos e indiretos em relação ao uso de insumos agrícolas. É uma avaliação de fácil mensuração, em geral, de baixo custo e consegue fornecer respostas rápidas para mudanças no uso e manejo do solo (PEIXOTO et al., 2010). A atividade enzimática mostra o efeito de diversos fatores, tais como clima, tipo de alteração ocorrida nos ambientes e técnicas de manejo (CHAER; TÓTOLA, 2007).

#### **a) Hidrólise do diacetato de fluoresceína - FDA**

A hidrólise do diacetato de fluoresceína – FDA, é uma análise capaz de distinguir solos sob diferentes manejos, sendo considerada um indicador biológico da qualidade do solo (CHAER; TÓTOLA, 2007). A atividade microbiana do solo feita por meio da mensuração da taxa de catálise do diacetato de fluoresceína por enzimas do solo, como as esterases, proteases e lipases liberadas pelos decompositores primários, como as bactérias e fungos (TAYLOR et al., 2002). Ela expressa a atividade global enzimática do solo (ARAGÃO, 2018), é uma boa indicadora para a sua qualidade microbiológica (SILVA; SIQUEIRA; COSTA, 2004; TRANNIN; SIQUEIRA; MOREIRA, 2007; LEITE et al., 2010; CHAER et al., 2014). A avaliação da atividade hidrolíticas de microrganismos do solo sobre a molécula de FDA pode ser estimada pela técnica da espectrofotometria (SCHNÜRER; ROSSWALL, 1982).

A FDA é um método cuja a avaliação é de fácil mensuração, baixo custo, possibilitando obter respostas rápidas para mudanças no uso e manejo e qualidade do solo (TRANNIN; SIQUEIRA; MOREIRA, 2007), eficiente para mensurar a atividade microbiana do solo após a incorporação de composto orgânico ao solo (SCHNÜRER; ROSSWALL, 1982). Refletindo o efeito de diversos fatores, tais como clima, tipo de alteração ocorrida nos ambientes e técnicas de manejo (CHAER; TÓTOLA, 2007). É um bom bioindicador de supressividade a fitopatógenos do solo (GHINI; MENDES; BETTIOL, 1998), da atividade microbiológica de um solo sob reflorestamento (SILVA; SIQUEIRA; COSTA, 2004), como ferramenta para a caracterização microbiológica de solos (CHAER et al., 2014).

## **2.6 Cultura da Alface**

A alface (*Lactuca sativa*) é uma planta herbácea, olerícola, originária do Mediterrâneo, pertencente à família Asteraceae e ao gênero *Lactuca*, que possui mais de cem espécies. Têm folhas delicadas, crespas ou lisas ou crespas, nas cores de tons de verde ou roxa, inseridas em um pequeno caule, formando uma roseta (FILGUEIRA, 2012). A partir do intenso trabalho dos melhoristas genéticos, que resultou em cultivares com tolerância ao pendoamento precoce e às condições climáticas de verão com alta pluviosidade, esta espécie passou a ser cultivada em todo o território brasileiro (MELO; MELO; ARAGÃO, 2016) e ampliou o período de cultivo.

A alface é uma hortaliça folhosa fonte de sais minerais, vitaminas e fibras, com propriedades calmante e sonífera (VILAR et al., 2019). É folhosa mais popular no Brasil, consumida *in natura*, na forma de saladas. Até os anos 90, a preferência nacional era pelo tipo lisa, e as variedades do tipo 'manteiga' e 'Regina' eram as mais cultivadas (SALA; COSTA, 2012). Atualmente, os principais tipos de alface cultivados, em de importância econômica, são: crespa, americana, lisa e romana. Há um aumento expressivo do consumo da alface americana, tanto no consumo *in natura*, quanto minimamente processado pela agroindústria, e devido a sua crocância, tornou-se a preferida das redes de “fast food” (EMBRAPA, 2019). Seu cultivo gera

em média, cinco empregos por hectare (SALA; COSTA, 2012) e no ano de 2018, ocupou uma área de 15.136 hectares (HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

Possui ciclo curto (2 a 3 meses) com grande capacidade de produção por área e extração de nutrientes do solo (YURI; RESENDE; SOUZA, 2016). Apresenta um desenvolvimento satisfatório quando cultivada em solos bem arejados, estruturados, com boa capacidade de retenção água e ricos em matéria orgânica (FILGUEIRA, 2012). Exige cerca de 30 a 50; 3 a 7; 50 a 80; 15 a 25; 4 a 6 e 2 a 4 g kg<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente (TRANI; PASSOS; AZEVEDO-FILHO, 2014). O N, segundo nutriente mais requerido por esta espécie merece atenção, sua deficiência leva a má formação da “cabeça” (GOTO; GUIMARÃES; ECHER, 2001), quando disponibilizado nas doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo (TRANI; PASSOS; AZEVEDO-FILHO, 2014), para tanto é necessária a realização frequente de sua reposição ao solo, visto que apresenta grande dinamismo e transformações químicas e biológicas (MALAVOLTA, 1980).

É comum a superdosagem de fertilizantes, com o objetivo de atender à exigência nutricional da alface, o que por vezes pode resultar, além de perdas na qualidade do produto (FILGUEIRA, 2012), desperdício de recursos financeiros, na contaminação das águas subterrâneas (VARNIER et al., 2019), com possibilidade de volatilização de amônia (ROCHA et al., 2019) e acúmulo de nitrato (BARROS JÚNIOR et al., 2020), com sérias consequências à saúde humana (KESZEI et al., 2013), embora, o acúmulo de nitrato em hortaliças, seja menor naquelas cultivadas no sistema orgânico de produção (LIMA et al., 2008; GOMIERO, 2018).

É uma cultura muito exigente em água, esta demanda cresce de acordo com o estágio de desenvolvimento vegetativo, devido ao aumento da área foliar e evapotranspiração intensa. O teor de umidade do solo deve ficar acima de 80% ao longo de todo o ciclo produtivo (FILGUEIRA, 2012).

## 2.7 Cultura da Bertalha

A bertalha (*Basella* sp), também conhecida como bertalia, espinafre tropical, espinafre indiano, folha-santa, madeira-vine (em inglês) ou folha tartaruga, apresenta hábito trepador, caule herbáceo, de folhas espessas e coloração verde-clara, com crescimento determinado e indeterminado, considerada por alguns autores como uma das hortaliças ou planta alimentícias não convencionais (PANC) (BRASIL, 2010; MADEIRA et al., 2013). Pertence à família das Baselláceas, tem origem na Índia e o sudeste da Ásia, possuem flores e frutos brancos (*Basella alba*) ou roxos (*Basella rubra*) (KINUPP; LORENZI, 2014).

Versátil, as raízes são utilizadas como emoliente e refrescante, e as folhas são utilizadas na alimentação humana, podendo ser uma substituinte para o espinafre comum, são ricas em caroteno (BATISTA et al., 2006), vitaminas e minerais (BRASIL, 2002; BARROS et al., 2013). Todavia, ainda é pouco conhecida na maioria do território brasileiro, exceto nas regiões da Baixada Fluminense e nos estados do Pará e Amazonas. Uma das vantagens dos seus cultivos é o seu alto poder de regeneração, suportando vários cortes da parte aérea e a facilidade da propagação vegetativa, por estacas ou rizomas (PAIVA; MENEZES, 1989; KINUPP, 2007) ou por propagação sexual, por sementes (BRASIL, 2011).

bem em regiões de clima quente, com temperaturas ótimas entre 26 °C e 28 °C (BRASIL, 2011). O solo deve ser fértil, úmido e rico em matéria orgânica (LOPES et al., 2005). Os ramos são coletados ao atingirem entre 30 a 40 cm de comprimento, em seguida organizados em maços com média de 300 gramas (MADEIRA et al., 2013).

Os níveis adequados de nutrientes nas folhas e caules da bertalha é de 2,63 e 0,98; 0,36 e 0,31; 3,55 e 2,67; 1,78 e 0,64; 0,80 e 0,2; 0,23 e 0,2 % para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente (DONALD; SARRUGE; SFREDO, 1983). É uma espécie que responde bem à fertilização com esterco de aves (AYENI; ADEDEJI; OKUBENA-DIPEOLU, 2013;



SALAMI; BABAJIDE, 2017), esterco bovino (ADEREMI et al., 2019) e a vermicompostagem (KHAN; DEY; BILLAH, 2018). A recomendação de N varia entre 70 e 90 kg ha<sup>-1</sup> (ZVALO; RESPONDEK, 2007), 90 ou 120 kg ha<sup>-1</sup> (ROP; MUTUI; KIPROP, 2012), à 200 kg ha<sup>-1</sup> (AGUORU; OLASAN, 2014).

## 2.8 Cultura do Sorgo

A planta de sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum*, e a espécie cultivada é *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Possui mecanismo fotossintético C4, o que caracteriza enorme vantagem fotossintética (ANDRADE NETO et al., 2010), visto que são mais eficientes na utilização da radiação solar, não saturam sob altos níveis de densidade de fluxo fotônico, resultando em maior taxa fotossintética (GUARDA; CAMPOS, 2014). Possui sistema radicular fibroso, extenso, atingindo profundidade de até 1,5 m e extensão lateral de até 2,0 m, abundante em pelos absorventes, com ritmo de transpiração eficiente, capaz de diminuir a perda de água (RODRIGUES, 2015).

Os valores de referência para a interpretação dos resultados de análise do tecido vegetal do sorgo são de 23,1 a 29,0; 4,4; 13,0 a 30,0; 2,1 a 8,6; 2,6 a 3,8; 1,6 a 6,0 g kg<sup>-1</sup>, para nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), respectivamente (MARTINEZ; CARVALHO; SOUZA, 1999). A extração de N, P, K, Ca e Mg pelo cultivo de sorgo aumentam linearmente com o aumento na produtividade. Para produzir 16.580 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca total desta cultura, há uma extração de 198,0 kg de N ha<sup>-1</sup>; 43,0 kg de P ha<sup>-1</sup>; 227,0 kg de K ha<sup>-1</sup>; 50,0 kg de Ca ha<sup>-1</sup> e 47,0 kg de Mg ha<sup>-1</sup> (COELHO et al., 2002).

É uma espécie muito versátil em seu uso, utilizada na alimentação humana, animal e na produção agroindustrial (QUEIROZ et al., 2014). Pode ser do tipo granífero, forrageiro (produção de forragem para alimentação animal), de dupla aptidão, sacarino e do tipo vassoura. Cada grupo diferencia-se entre si pela proporção de colmo, folhas e panículas, que influencia na produtividade de matéria seca, na constituição bromatológica e no seu valor nutritivo (RESENDE et al., 2016). É utilizado no sistema de plantio direto, por ser um excelente produtor de palha de alta qualidade, somado à sua resistência às condições de estresse hídrico (GUIMARÃES; LANDAU, 2015), com baixa taxa de decomposição, proporcionando cobertura do solo por maior período. Possui ainda propriedades alelopáticas, podendo ser manejado de modo a auxiliar no controle de plantas espontâneas (SANTOS et al., 2012; RECALDE et al., 2015).

O Noroeste de Minas, inserido no bioma do cerrado, é o maior produtor de grãos do estado (SEAPA-MG, 2017). Nessa perspectiva, o cultivo de sorgo tem crescido nos últimos anos, como alternativa de plantio de safrinha ou segunda safra (ROSA, 2012). O sorgo safrinha, não tem um período de plantio determinado, em geral, ocorre após o plantio da soja precoce, ou do milho de verão e feijão do período das águas (RODRIGUES, 2015). O ciclo de cultivo do sorgo varia de 90 para ciclo precoce a 120 dias para ciclo médio/tardio, e depende do local onde é plantado, da época de plantio, do cultivar, da disponibilidade hídrica e nutricional do solo (EMYGDIO; AFONSO-ROSA; CELARO, 2017).

### **3. CAPÍTULO I**

## **CONFECCÃO DE COMPOSTOS FERMENTADOS A PARTIR DE MATÉRIAS-PRIMAS VEGETAIS AGROINDUSTRIAIS**

### 3.1 RESUMO

Nos sistemas agrícolas sustentáveis, o manejo da fertilidade do solo é alcançado por diversas práticas capazes de promover melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo - otimizando a produção agrícola ao longo do tempo. Dentre essas práticas, destaca-se a fertilização orgânica, que ganha maior relevância nos sistemas orgânicos de produção, que sejam agronomicamente eficientes, de baixo custo e fácil aquisição. Compostos orgânicos tipo “bokashi”, obtidos a partir da fermentação de misturas de farelos e inoculados com microrganismos que proporcionam melhorias nas características do solo, tem sido utilizado. No Brasil, a formulação mais empregada para a produção deste composto é obtida a partir da mistura de farelo de trigo e de mamona, porém, ambos farelos apresentam alto custo monetário. A substituição destes componentes por fontes regionalmente disponíveis representa possibilidade de redução de custos. O objetivo do presente estudo é analisar as características químicas e determinar a disponibilização de nitrogênio para as plantas. O estudo foi dividido em duas etapas, constando de um ensaio de incubação em laboratório e de um bioensaio em casa de vegetação utilizando o sorgo forrageiro como espécie indicadora. No ensaio de laboratório os tratamentos consistiram de duas fontes de matéria-prima com baixa relação C/N (farelo de mamona- FM e farelo de algodão- FAI), correspondendo à 40% da mistura; três fontes com alta relação C/N (farelo de trigo- FT ou de arroz- FAr), gradualmente substituído por farelo de casca de maracujá- FMj), correspondendo à 60 % da mistura. Os materiais foram misturados, umedecidos, inoculados com microrganismos (Embiotic®) e mantidos em recipientes lacrados com capacidade para 620 cm<sup>3</sup> por 21 dias. As análises constaram da determinação dos valores de pH, CE, teores de N, P, K, Ca e Mg dos compostos resultantes. Em casa de vegetação, além dos tratamentos supracitados, foram incluídos sete controles: sem adição de fontes orgânicas e sintética de N; nitrato de amônio; FM; FAI; FT; FAr e FMj. Na segunda etapa, determinou-se a produção de massa seca e os teores de N nos tecidos das plantas de sorgo, e estimou-se as taxas de disponibilização de N. Detectou-se que o pH do composto padrão foi 4,75, e nas demais formulações variou de 4,62 a 5,3, os maiores valores foram observados quando o FT foi integralmente substituído pelo FAr. Houve diferença significativa para os valores de CE, mas todos estão muito abaixo do valor considerado adequado. A substituição do FM por FAI, e do FT por FAr e do FMj acarretou na redução dos teores de N e resultou no aumento da relação C:N. A substituição do FT por FMj proporcionou aumento nos teores de K e na redução nos teores de P e Mg. No bioensio, a maior produção de biomassa foi nos tratamentos com os compostos fermentados, a maior recuperação biológica de N, foi obtida no tratamento com nitrato de amônio, seguido pelos tratamentos FM, FAI e FT.

**Palavras-chave:** Resíduos Orgânicos. Recuperação Biológica de N. “Bokashi”.

### 3.2 ABSTRACT

In sustainable agricultural systems, soil fertility management is achieved through several practices capable of promoting improvements in the chemical, physical and biological properties of the soil - optimizing agricultural production over time. Among these practices, organic fertilization stands out, which gains greater relevance in organic production systems, which are agronomically efficient, low cost and easy to acquire. Organic composts like “bokashi”, obtained from the fermentation of mixtures of bran and inoculated with microorganisms that provide improvements in soil characteristics, have been used. In Brazil, the most commonly used formulation for the production of this compost is obtained from a mixture of wheat and castor bran, however, both brans have a high monetary cost. Replacing these components with regionally available sources represents the possibility of cost reduction. The objective of the present study is to analyze the chemical characteristics and determine the availability of nitrogen to plants. The study was divided into two stages, consisting of an incubation test in the laboratory and a bioassay in a greenhouse using forage sorghum as an indicator species. In the laboratory test, the treatments consisted of two sources of raw material with a low C/N ratio (castor bran - CAB and cottonseed bran - COB), corresponding to 40% of the mixture; three sources with a high C/N ratio (wheat bran- WHB or rice bran- RIB), gradually replaced by passion fruit peel bran- PFPB), corresponding to 60% of the mixture. The materials were mixed, moistened, inoculated with microorganisms (Embiotic®) and kept in sealed containers with a capacity of 620 cm<sup>3</sup> for 21 days. The analyzes consisted of determining the pH, EC, N, P, K, Ca and Mg contents of the resulting composts. In a greenhouse, in addition to the treatments mentioned above, seven controls were included: no addition of organic or synthetic N sources; ammonium nitrate; CAB; COB; WHB; RIB and PFPB. In the second stage, dry mass production and N content in the tissues of sorghum plants were determined, and N availability rates were estimated. It was detected that the pH of the standard compost was 4.75, and in the other formulations it ranged from 4.62 to 5.3, the highest values were observed when WHB was completely replaced by RIB. There was a significant difference in the EC values, but they are all well below the value considered adequate. Replacing CAB with COB, and WHB with RIB and PFPB resulted in a reduction in N content and resulted in an increase in the C:N ratio. Replacing WHB with PFPB provided an increase in K content and a reduction in P and Mg content. In biosensing, the highest biomass production was in treatments with fermented composts, the highest biological recovery of N was obtained in the treatment with ammonium nitrate, followed by the CAB, COB and WHB treatments.

**Keywords:** Organic Waste. Biological N Recovery. “Bokashi.”

### 3.3 INTRODUÇÃO

A crescente demanda da população por produtos ecologicamente corretos, isentos de resíduos de agroquímicos, impulsionou a busca por novas tecnologias de produção. Neste contexto, o sistema orgânico, baseia-se na utilização de práticas sustentáveis de produção (BRANCO et al., 2010).

Esta nova maneira de se fazer agricultura deve ser ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável (EHLERS, 1994). Não há receitas a serem seguidas para alcançar estas três esferas que englobam uma agricultura de base sustentável. São necessários esforços para geração de ciência e tecnologias adaptadas às realidades locais, de baixo custo, fácil acesso e baixo grau de dificuldade de execução, que promovam a conservação do solo, da água, da biodiversidade, melhorem a produtividade das culturas e a qualidade de vida dos agricultores e suas famílias.

Apesar da elevada demanda por fertilizantes no Brasil, na última década houve redução da produção interna, consequentemente, aumento das importações (OLIVEIRA; MALAGOLLI; CELLA, 2019). Estima-se que, em 2020, a atividade agrícola brasileira consumiu cerca de 40,5 milhões de toneladas de fertilizantes, destes, cerca de 84% foram importados (ANDA, 2020), sendo o quarto país consumidor, atrás apenas de China, Índia e Estados Unidos, representando cerca de 8% do consumo mundial (BRASIL, 2020). Cerca de 70% do nitrogênio, 50% do fósforo e 90% do potássio consumido são importados, fazendo com que nossa agricultura seja extremamente sensível às variações de preço (OGINO et al., 2021). Não obstante, em 2021 os governos da Rússia e da China, países que estão entre os principais exportadores para o Brasil, anunciaram que irão limitar a exportação de fertilizantes, visando controlar os preços internos e proteger seus produtores agrícolas (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2021).

Neste cenário, a reciclagem de resíduos orgânicos agroindustriais, para fins da fertilização do solo, apresenta-se como uma alternativa com potencial para promover a sustentabilidade econômica, social e ambiental da agricultura. Ressalta-se que o Brasil é quarto maior produtor mundial da mamona (FAOSTAT, 2017) e de algodão (ALCANTARA; VEDANA; VIEIRA FILHO, 2021), e o décimo primeiro produtor mundial de arroz (USDA, 2021), o décimo sexto produtor mundial de trigo, todavia, importa a maior parte do trigo que consome (COELHO, 2021a) e o maior produtor e consumidor mundial de maracujá azedo, com produção de cerca de 683.993 de Mg ano<sup>-1</sup> (IBGE, 2020) sendo 40% da produção destinada à agroindústria (FERRAZ; LOT, 2006).

Estas culturas geram grandes volumes de resíduos orgânicos, que constituem excelentes matérias-primas para a produção de fertilizantes orgânicos. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), um dos objetivos principais estabelecidos pela Lei n.º 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010), é a hierarquia prioridades para a gestão dos resíduos, que incluem também os resíduos agrossilvipastoris: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada. De acordo esta lei, a gestão integrada de resíduos sólidos é composta por um conjunto de ações focadas para a procura de soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob o princípio do desenvolvimento sustentável.

O farelo de mamona é um subproduto bastante valorizado na agricultura, em especial na agricultura orgânica (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2009) e os farelos de trigo e de algodão são utilizados na alimentação animal (WESENDONCK et al., 2013; PAIANO et al., 2014; SILVA et al., 2020). Cerca de 70% do peso do fruto do maracujá é composto por casca e sementes (ANDRADE NETO et al., 2010), que não podem serem vistos como resíduos agroindustriais, e sim como subprodutos aptos à diversas aplicações de interesse econômico e biotecnológico (SANTOS, 2020).

Nos últimos anos, tem-se difundido a técnica do composto orgânico fermentado tipo “Bokashi”, com excelentes resultados (CORDEIRO et al., 2018; XAVIER et al., 2019). Este composto é obtido a partir da fermentação de resíduos orgânicos agroindustriais, inoculados com microrganismos eficientes – E. M. (HOMMA, 2003; SCOTTON et al., 2017), que aceleram a compostagem (TRANI et al., 2013), simulando ecossistemas naturais (LEW et al., 2021), inserindo microrganismos benéficos ao sistema solo - planta, tais como fungos, bactérias, actinobactérias e micorrizas (HOMMA, 2003), porém, poucos são os estudos desenvolvidos no sentido de caracterizar a comunidade microbiana dos compostos orgânicos (CHRISTEL, 2017).

A qualidade destes compostos varia de acordo com o teor de umidade e a matéria-prima (PIAN et al., 2023), sendo necessário avanços no estudo de formulações, de modo que sejam acessíveis aos produtores e atendam às exigências nutricionais das culturas (MAGRINI et al., 2011). São raros os relatos de estudos dos ácidos orgânicos no processo de compostagem fermentada, todavia é possível fazer algumas comparações com as vias fermentativas da silagem, que passa por processos fermentativos semelhantes.

A substituição da matéria-prima do composto fermentado não pode diminuir a qualidade final do produto, desse modo, é necessário compreender quais as vias fermentativas ocorrem no processo de compostagem. É sabido que, nestes compostos, predominam a via fermentativa do tipo láctica, responsável por diminuir o pH, eliminando bactérias patogênicas e aumentando a estabilidade do produto final (SILVA et al., 2018), porém ocorrem concomitantemente, em menores proporções, as fermentações acética, alcoólica, propiônica e butírica (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013).

O objetivo deste trabalho é avaliar os valores de pH, condutividade elétrica, teores de N, P, K, Ca e Mg dos compostos orgânicos fermentados obtidos a partir de diferentes matérias-primas, resíduos vegetais da agroindústria e determinar o desenvolvimento vegetativo, o teor de nitrogênio nos tecidos vegetais e a eficiência da recuperação biológica de nitrogênio, em bioensaio com sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*).

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.4.1 Compostos farelados fermentados com diferentes formulações

A primeira etapa deste capítulo foi desenvolvida nos laboratórios de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia, em Seropédica - RJ, e consistiu na condução de um experimento de incubação para analisar a composição química e as vias fermentativas de compostos orgânicos fermentados elaborados a partir de diferentes matérias-primas vegetais.

O critério para estabelecer a configuração dos tratamentos foi a substituição das matérias-primas farelo de mamona e de trigo, do Composto Fermentado Análogo ao Padrão, por matérias-primas localmente disponíveis e de menor custo de aquisição, o farelo de casca de maracujá e de arroz. Os resultados da análise química das matérias-primas estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Teores de nutrientes das matérias-primas utilizadas nas formulações dos compostos farelados fermentados.

Matéria-prima	Teor de nutrientes nas fontes do composto farelados fermentado				
	N	P	K	Ca	Mg
	g kg <sup>-1</sup>				
Farelo de mamona	98,7	11,08	14,18	5,30	6,78
Farelo de algodão	65,0	12,12	14,16	2,72	5,92
Farelo de trigo	32,5	8,95	10,23	1,95	2,94
Farelo de arroz	14,9	15,78	12,16	0,74	6,27
Farelo de casca de maracujá	14,3	1,67	29,44	3,04	1,73

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições e 16 tratamentos. Os níveis dos tratamentos corresponderam a duas fontes de matéria-prima com baixa relação C/N (farelo de mamona- FM e farelo de algodão- FAI), representando 40% da massa; duas fontes de matéria-prima com alta relação C/N (farelo de trigo- FT e farelo de arroz- FAr), gradativamente substituídas por farelo de casca de maracujá- FMj) (0%; 20%; 40% e 60%). As matérias-primas foram inoculadas com EMbiotic®, contendo *Lactiplantibacillus plantarum* 10<sup>4</sup> UFC/mL e *Saccharomyces cerevisiae* 10<sup>4</sup> UFC/mL (KORIN, 2020). Este produto foi submetido a um processo de ativação dos microrganismos, feito a partir da diluição numa proporção de 80% de água destilada, 10% de açúcar mascavo e 10% do inóculo concentrado, e mantidos em frascos fechados, permitindo a saída dos gases gerados, por sete dias.

Esta solução ativada foi diluída em 5 litros de água e adicionada as misturas dos farelos para se alcançar o 35% de umidade, M/V. Em seguida, as massas úmidas das diferentes formulações foram acondicionadas em recipientes de vidro com capacidade para 650 cm<sup>3</sup>, hermeticamente fechados, e mantidos em sala de incubação com temperatura entre 28 e 29 °C, protegidos da luz, por 21 dias.

Passado o período de incubação dos compostos farelados fermentados tipo “Bokashi”, foram retiradas amostras frescas de 5 g, colocadas em frascos de 100 mL contendo 25 mL de água destilada 1:5, agitadas por 30 minutos em agitador horizontal, em seguida foi realizada a aferição do pH e CE destes compostos. Outras amostras foram retiradas, secas em estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 65 °C, por 72 horas. As amostras foram passadas em moinho tipo Willey com abertura de malha de 20 mesh, e encaminhadas ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, para a análise dos teores de P, K, Ca e Mg, de acordo os métodos analíticos descritos por Nogueira e Souza (2005) e os teores de C e N

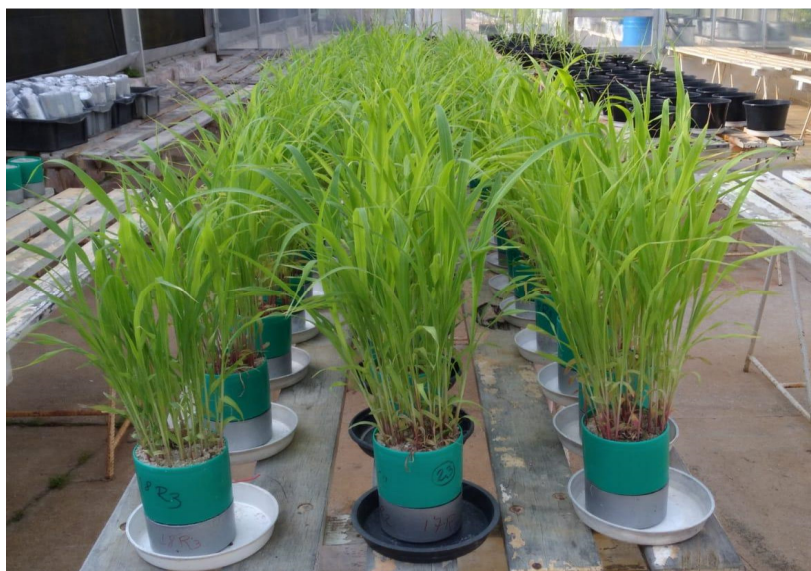
determinados no analisador elementar (CHN), conhecido também como método de Dumas (NELSON; SOMMERS, 2015).

### 3.4.2 Capacidade de disponibilização do nitrogênio pelos compostos orgânicos com diferentes matérias-primas, em bioensaio de sorgo forrageiro

Foi instalado um bioensaio em casa de vegetação, para analisar a capacidade de recuperação biológica do N contido nos compostos orgânicos farelados fermentados, confeccionados na etapa anterior, objetivando-se, em teoria, esgotar os recursos de N biodisponíveis às plantas (LEAL et al., 2010). O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso (DBC), cujos os níveis dos tratamentos corresponderam a duas fontes de matéria-prima com baixa relação C/N (FM e FAI), representando 40% da massa; duas fontes de matéria-prima com alta relação C/N (FT e FAr), gradativamente substituídas por FMj (0%; 20%; 40% e 60%), e incluídos sete controles: sem adição de fontes orgânica e de N sintético; aplicação de N via fonte sintética, a partir da aplicação do nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), FM; FAI; FT; FAr e FMj).

A dose de N aplicada foi equivalente à 150 mg N por vaso, contido na fonte, correspondendo a 250 mg de N  $\text{kg}^{-1}$  de solo. Foi fornecida solução nutritiva líquida, isenta de N junto à água de irrigação. A espécie escolhida como planta indicadora para estimativa dos níveis de recuperação de N foi o sorgo (*Sorgum bicolor*). Uma massa padronizada de 3,0 g de sementes foi semeada por vaso, 5 dias após o plantio foi realizado um desbaste, deixando 40 plantas por vaso, objetivando-se, em teoria, esgotar os recursos de N biodisponíveis às plantas. Cada parcela experimental foi representada por 23 vasos com capacidade de 0,6  $\text{dm}^3$ , contendo areia lavada, sobre recipientes para conter as perdas de nutrientes por lixiviação e armazenar a água da irrigação, feita por capilaridade, a partir do seu preenchimento manual com água (Figura 1).

O teor de N e a relação C:N dos fertilizantes utilizados estão apresentados na Tabela 2.



**Figura 1.** Imagem fotográfica dos vasos de cultivo do bioensaio de sorgo forrageiro com os compostos orgânicos fermentados.



**Tabela 2.** Teor de N e relação C:N dos fertilizantes utilizados no bioensaio de sorgo forrageiro. Seropédica-RJ, 2020.

Tratamento	----- Característica química -----	
	Teor de N (g kg <sup>-1</sup> )	Relação C:N
Nitrato de amônio	330,0	-
100%FM	38,2	11,5
100%FAI	41,3	10,4
100%FT	23,5	17,6
100%FAr	20,2	21,3
100%FMj	14,3	30,3
40%FM + 60%FT + 0%FMj	24,9	16,1
40%FM + 40%FT + 20%FMj	28,2	14,7
40%FM + 20%FT + 40%FMj	27,4	15,0
40%FM + 60%FMj	30,3	14,3
40%FM + 60%FAr + 0%FMj	30,3	13,9
40%FM + 40%FAr + 20%FMj	27,7	16,0
40%FM + 20%FAr + 40%FMj	27,2	16,1
40%FM + 60%FMj	28,5	15,4
40%FAI + 60%FT + 0%FMj	21,6	19,2
40%FAI + 40%FT + 20%FMj	22,2	18,8
40%FAI + 20%FT + 40%FMj	23,4	18,6
40%FAI + 60%FMj	23,6	17,9
40%FAI + 60%FAr + 0%FMj	27,2	16,2
40%FAI + 40%FAr + 20%FMj	25,3	17,6
40%FAI + 20%FAr + 40%FMj	25,4	17,3
40%FAI + 60%FMj	24,4	17,35
Controle	-	-

FM – Farelo de mamona. FAI – Farelo de algodão. FT – Farelo de trigo. FAr – Farelo de arroz FMj – Farelo de casca de maracujá.

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após a semeadura foi adicionado, junto à água de irrigação, a solução nutritiva de Norris, isenta de N, modificada por Guzmán e Döbereiner (1968) contendo os nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal. Foram seguidas a metodologia adaptada para compostos orgânicos por Leal et al. (2010) e testada com compostos orgânicos farelados fermentados por Oliveira et al. (2014a).

A coleta da biomassa de parte aérea e raízes do sorgo foi realizada aos 37 dias após a semeadura. As raízes foram cuidadosamente separadas da areia e lavadas em água corrente, o excesso de umidade foi retirado com auxílio de papel toalha. Em seguida a parte aérea e a raiz foram acondicionados em sacos de papel, encaminhados à estufa de ventilação forçada até alcançar massa constante em temperatura em torno de 65°C. Estes materiais foram passados em moinho tipo Willey e as amostras encaminhadas ao laboratório de química agrícola da Embrapa Agrobiologia para análise do teor de N de acordo com os procedimentos descritos por Nogueira e Souza (2005).

As análises constaram de avaliação da produção de biomassa fresca e seca total (parte aérea e raiz) e dos teores de N total no tecido vegetal e do percentual de recuperação biológica de N.

A caracterização da produção de biomassa total da planta, foi feita após acurada separação do substrato aderido às raízes, via lavagem sobre peneira, em água corrente, retirando-se a umidade superficial por meio de papel toalha. Em seguida as partes aéreas foram seccionadas das raízes, pesadas separadamente, acondicionadas em sacos de papel e levadas à

estufa com ventilação forçada de ar e mantida a 65°C, até atingir massa constante. Após secas, as amostras tiveram suas massas aferidas, trituradas em moinho tipo Willey e encaminhadas ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, para análise do teor de N, de acordo metodologia descrita por Nogueira e Souza (2005).

A proporção de N recuperado pelas plantas de sorgo foi calculada com base na seguinte equação:

$$N \text{ recuperado (\%)} = ((N_{\text{trat}} - N_{\text{controle}}) / N_{\text{ad}}) \times 100 \quad (1)$$

Onde:

$N_{\text{trat}}$  = N total recuperado pelas plantas de sorgo no tratamento;

$N_{\text{contr}}$  = N contido nas plantas de sorgo no controle (sem adubação);

$N_{\text{ad}}$  = Dose de N total aplicada no tratamento ( $\text{mg kg}^{-1}$ ).

### 3.4.3 Análise de dados

No presente estudo a análise de variância foi realizada utilizando o Programa SISVAR (FERREIRA, 2014), quando os dados significativos pelo teste F da análise de variância, empregou-se o teste de médias Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados foram ainda submetidos à estatística descritiva e a similaridade entre os compostos orgânicos farelados fermentados, por meio da análise multivariada, pelos dados quantitativos utilizados para estimar a distância euclidiana, gerando a matriz de dissimilaridade, com a aplicação do método de agrupamento cluster hierárquica do vizinho mais próximo com base na representação de um dendrograma de similaridades (JOHNSON; WICHERN, 2007). Nesta análise foram utilizados os valores dos teores de N, P, K, Ca e Mg, além dos valores de pH e CE, utilizando a função *hcut* do pacote *factoextra* do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2020), e a análise de componentes principais, utilizando a função *PCA* do pacote *MVar.pt* do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2020).

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.5.1 Características químicas dos compostos dos compostos orgânicos formulados a partir de diferentes matérias-primas

Houve diferença entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas (Tabela 3). Para o valor de pH, o tratamento 40% FM + 60% FAr foi superior aos demais (pH 5,3). Os menores valores de pH, com média de 4,66, foram observados nos tratamentos 40%FAI 60%FT 0%FMj, 40%FAI 0%FT 60%FMj, 40%FAI 20%FAr 40%FMj e 40%FAI 0%FAr 60%FMj, possivelmente pela maior produção de ácido láctico, como destacado por Pian (2019). Todas formulações dos compostos apresentaram valores de pH dentro da faixa adequada à fermentação. Analisando diferentes formulações de compostos farelados fermentados, Pian (2019), obteve valores de pH entre 5,21 a 5,74, Oliveira et al. (2014a), encontraram valores de pH entre 4,4 a 5,58. Em silagem, processo análogo ao composto orgânico farelado fermentado, de modo geral, o valor de pH varia entre 3,5 a 5,0 (REIS et al., 2008), valores de pH entre 3,7 a 4,2, indicam silagem bem preservada, evitando a proteólise e a consequente produção de ácido butírico, porém, pH entre 5,0 a 7,0, indica silagens de baixa qualidade (FRANÇA et al., 2011).

Dentre os microrganismos responsáveis pela fermentação estão as leveduras, actinobactérias e bactérias lácticas (BAL's) (TOMICH et al., 2003). As BAL's, são encontradas no leite cru (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2015), ingrediente das caldas orgânicas (SEDIYAMA; SANTOS; LIMA, 2014). A acidificação do meio por BAL's como a *Pediococcus acidilactici* (TRAN et al., 2019) e por *Lactobacillus* sp (YAMADA; XU, 2000), inibe a atividade das bactérias que degradam a matéria orgânica (WANG et al., 2018; TRAN et al., 2019) e a proliferação de bactérias patogênicas, como as do gênero *Clostridium* (LI et al., 2020) e enterobactérias (GHARECHAHÍ et al., 2017). As espécies *Clostridium botulinum* e *C. tetan* produzem neurotoxinas causadoras do botulismo e tétano (THWAITES, 2017), responsáveis pela produção do ácido butírico, tal como relatado por Pian (2019), em compostos contendo casca de café, resíduo de cervejaria e capim elefante.

A condutividade eléctrica- CE está relacionada com a concentração de íons na solução, no presente estudo, observou-se diferença estatística para os valores de CE, sendo menores nos tratamentos (40%FM 0%FT 60%FMj; 40%FAI 0%FT 60%FMj, 40%FM 40%FAr 20%FMj, 40%FM 20%FAr 40%FMj, 40%FM 0%FAr 60%FMj e 40%FAI 0%FAr 60%FMj). Todavia esses valores foram muito baixos, na ordem de milisiemens ( $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$ ), não caracterizando a salinidade dos compostos. Os valores de CE variam muito de acordo com a matéria-prima utilizada e com o tipo de compostagem. Mendonça (2019) avaliando a CE de compostagem aeróbica, relatou valores entre 3 a  $3,5 \text{ mS cm}^{-1}$ . Sharma et al. (1997), notaram valores de CE entre 0,64 e  $6,85 \text{ dS m}^{-1}$  (decisiemens por metro) em compostos orgânicos, e Gomes; Silva; Faquin (1999), destacaram que a alface tolera salinidade de até  $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ . Gao et al. (2010), relataram que o limite máximo da CE de compostos orgânicos é de  $3 \text{ mS cm}^{-1}$ .

Conhecer a CE de fertilizantes orgânicos é de grande importância, visto que são utilizados em grande volume, podendo carrear diversos sais com potencial de contribuir com a salinização do solo (MELO; SILVA; DE OLIVEIRA DIAS, 2008). Doses crescentes de torta de pinhão-mansão provocam a diminuição da produção de alface, devido ao aumento da CE e da acidificação do solo (MANTOVANI; BERNARDES; LANDGRAF, 2016). A salinização da região da rizosfera pode levar à diminuição do potencial osmótico e da condutividade hidráulica do sistema solo-planta, visto que pode levar ao falso diagnóstico de estresse hídrico (MUNNS; TESTER, 2008), afetando os processos fotossintéticos, a transpiração (ESTEVES; SUZUKI, 2008) e o metabolismo das plantas (CONUS et al., 2009). Assim, a aplicação destes fertilizantes no solo requer análise rigorosa quanto às doses (HIGASHIKAWA; SILVA; BETTIOL, 2010).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, os teores de N foram maiores nos tratamentos 40%FM combinados com 60, 40 e 20% de FT, com média de  $54,55 \text{ g kg}^{-1}$ , e menores valores nos tratamentos com 40%FAI combinados com 40 e 60% FAr, com média de  $24,80 \text{ g kg}^{-1}$ . Todavia, esses teores de N total comumente encontrados em esterco animal e “camas” de aviário, com valores médios de  $17,0$  a  $28,0 \text{ g kg}^{-1}$  de N, respectivamente (KIEHL, 1985), a maioria das fontes orgânicas descritas por Trani et al. (2013). Em estudos com compostos farelados fermentados, Quiroz et al. (2019) relataram teores médios de N entre  $10,9$  a  $35,0 \text{ g kg}^{-1}$ , Pian (2019) relatou teores de N entre  $27,7$  e  $34,2 \text{ g kg}^{-1}$ . Souza Júnior (2020), em compostos formulados a partir de resíduo de cervejaria, FT e FM, encontrou valores de N bem superiores, variando entre  $55,8$  a  $69,8 \text{ g kg}^{-1}$  de N.

A substituição do FM por FAI, diminui os teores de N, Ca e aumenta a C:N. A substituição do FT e do FAr por FMj diminuiu os teores de P e Mg, porém proporcionou um aumento nos teores de Ca e do K, o que é particularmente interessante, visto que para a fertilização potássica em sistemas orgânicos de produção não é permitida a aplicação de fertilizantes de alta solubilidade, limitando a permissão ao sulfato de potássio e sulfato duplo de potássio e magnésio, obtidos a partir de processos físicos, e que não passam por processos químicos para o aumento da solubilidade (MAPA, 2008b).

A Instrução Normativa n.º 61, de 8 de junho de 2020 (BRASIL, 2020), estabelece que teores mínimos de N, P, K, Ca e Mg dos fertilizantes orgânicos sólidos, devem ser de 1%, sendo assim, todos os compostos orgânicos atendem esse parâmetro.

Pian (2019) observou valores de P entre  $3,7$  e  $8,7 \text{ g kg}^{-1}$ , de K entre  $9,31$  a  $15,47 \text{ g kg}^{-1}$ , de Ca entre  $4,36$  a  $7,86 \text{ g kg}^{-1}$ , de Mg entre  $4,18$  a  $5,77 \text{ g kg}^{-1}$ , e valor pH entre  $5,21$  a  $5,74$ . Xavier et al. (2019) avaliando o composto farelado fermentado com 40% de FM e 60% de FT, obtiveram valores de  $42,0$ ;  $8,7$ ;  $11,9$ ;  $9,7$  e  $6,7$  em  $\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente, para os teores de N, P, K, Ca e Mg, e valor de pH  $4,4$ . Oliveira et al. (2014b) ao estudarem compostos farelados fermentados elaborados a partir de FM, bagaço de cana de açúcar, capim elefante e farelo de gliricídia, obtiveram teores de N entre  $18,9$  e  $42,2 \text{ g kg}^{-1}$ , P entre  $1,3$  e  $8,73 \text{ g kg}^{-1}$ , K entre  $9,37$  e  $17,43 \text{ g kg}^{-1}$ , Ca entre  $5,69$  e  $9,85 \text{ g kg}^{-1}$  e Mg entre  $2,52$  e  $6,65 \text{ g kg}^{-1}$ .

As inúmeras possibilidades de receitas de compostos farelados fermentados, pelas variações de matérias-primas e tempo de preparo (QUIROZ; CÉSPEDES, 2019), resultando em produtos com diferentes eficiências agrônomicas de fertilização e da capacidade de fornecimento de nutrientes. No cultivo de tomate, Lima et al. (2015), observaram em três formulações distintas de composto farelado fermentado, que os efeitos foram diferentes em duas classes de solo, após dois ciclos de cultivo. Viana, Borda e Palaretti (2020) relataram o poder deste fertilizante promover melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo.

De maneira geral, os teores de nutrientes encontrados neste trabalho de tese estão próximos aos comumente encontrados em fertilizantes orgânicos, conforme relatado por Trani et al. (2013). Isso vem ao encontro da demanda de agricultores, que encontram dificuldades em se apropriar do uso de compostos farelados fermentados, devido aos custos quando depende exclusivamente da aquisição no mercado e em diversas situações da dificuldade de obter matérias-primas local ou regional. Por isso a importância de se pesquisar novas matérias-primas, o potencial de mineralização de N e o N disponível para as culturas.

A relação C:N dos compostos variou entre  $7,49$  no composto 40%FM 40%FT 20%FMj à  $18,01$ , no composto 40%FAI 60%FAr 0%FMj. Todos os valores foram inferiores aos preconizados como ideais para a relação C:N de compostos orgânicos, que deve ser menor que  $25-30$ , visto que quando a disponibilização de N é maior do que as necessidades de crescimento dos microrganismos, ocorre a mineralização com liberação de N suficiente para suprir o desenvolvimento microbiano e vegetal (ROBERTSON; GROFFMAN, 2015; QUIROZ; CÉSPEDES, 2019). Por outro lado, quando, a relação C:N é superior a  $25-30$ , ocorre a

imobilização de N (CHEN et al., 2014), quando há transformação do N inorgânico ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) em N orgânico (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Em um Neossolo Flúvico, a adição de composto orgânico com baixa C:N, apresentou meia vida para o C, de 45,8 dias e para o N, de 44,1 dias (ARAÚJO et al., 2020).

A compostagem de resíduos sólidos para uso agrícola tem atraído uma atenção relevante (BALDI et al., 2018; CHEN et al., 2019). Estes processos compreendem em um complexo processo de biodegradação promovido por uma grande diversidade de microrganismos que coexistem e interagem (SONG et al., 2018), daí a necessidade de investigar diferentes formulações de compostos orgânicos, em especial, os compostos farelados fermentados. De acordo com a FAO (2017), a produção mundial de resíduos agroindustriais é estimada em 1,3 bilhão de toneladas por ano. Parte considerável destes resíduos vêm da agroindústria vegetal, necessitando-se investigar formas racionais de destinar estes materiais, que têm grande potencial poluente, mas que podem apresentar relevantes teores nutricionais, podendo ser reciclados, cumprindo ainda a meta 12 da ODS (ONU, 2015) e a legislação brasileira (BRASIL, 2011).

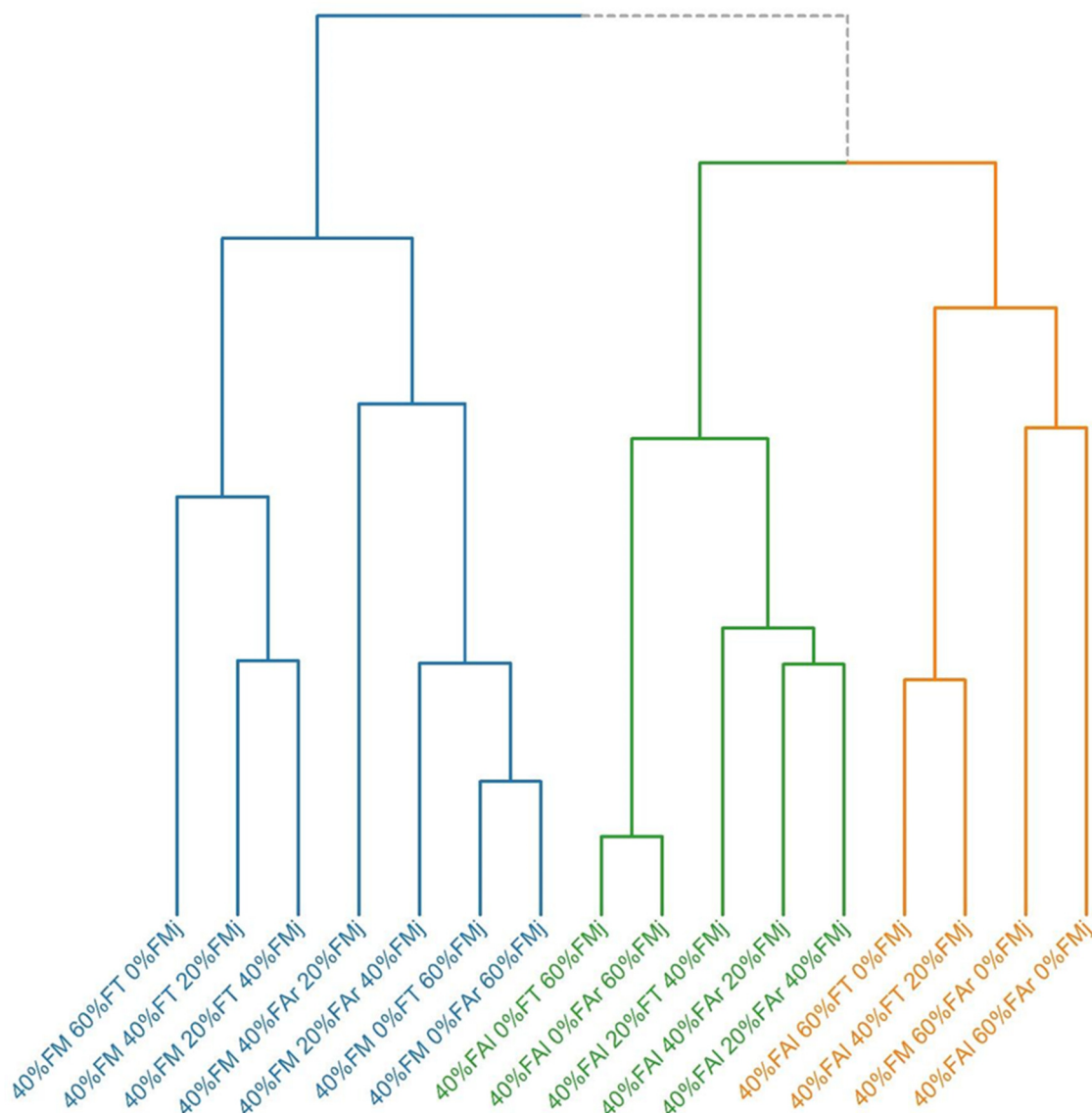
**Tabela 3.** Valor pH, condutividade elétrica e teores de macronutrientes dos compostos farelados fermentados formulados com matérias-primas agroindustriais com diferentes proporções.

Proporções matérias-primas* (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	CE (mS m <sup>-1</sup> )	N	P	K	Ca	Mg	C:N
			-----g kg <sup>-1</sup> -----					
40FM*:60FT:0FMj	4,75 e	3,59 a	53,95 a	12,33 a	15,10 d	5,80 a	6,38 a	7,78 g
40FM:40FT:20FMj	4,77 e	4,08 a	56,88 a	10,15 b	20,58 b	6,44 a	5,54 b	7,49 g
40FM:20FT:40FMj	4,80 d	3,77 a	52,83 a	7,02 d	22,44 b	5,97 a	4,42 c	7,90 g
40FM:0FT:60FMj	4,81 d	3,46 b	46,83 b	4,91 e	27,40 a	6,17 a	3,95 c	8,60 f
40FAI:60FT:0FMj	4,70 f	3,95 a	33,20 e	12,05 a	13,15 e	1,44 c	6,91 a	12,56 d
40FAI:40FT:20FMj	4,75 e	4,23 a	32,78 e	8,70 c	16,43 d	2,05 c	6,27 a	12,42 d
40FAI:20FT:40FMj	4,79 e	4,00 a	30,05 f	6,38 d	21,15 b	2,45 c	5,03 b	12,86 d
40FAI:0FT:60FMj	4,66 f	3,50 b	29,35 f	4,24 e	28,42 a	3,28 b	3,82 c	14,11 c
40FM:60FAr:0FMj	5,30 a	3,84 a	37,90 d	10,70 b	13,72 e	3,60 b	4,36 c	10,74 e
40FM:40FAr:20FMj	5,11 b	2,63 b	40,78 c	9,14 c	17,50 c	5,52 a	4,13 c	10,18 e
40FM:20FAr:40FMj	4,97 c	3,07 b	43,80 b	6,66 d	22,34 b	5,79 a	3,53 c	9,22 f
40FM:0FAr:60FMj	4,86 d	3,20 b	45,05 b	4,45 e	27,61 a	6,39 a	3,30 c	8,87 f
40FAI:60FAr:0FMj	5,06 b	3,53 b	23,58 g	12,09 a	11,32 f	1,36 c	5,23 b	18,01 a
40FAI:40FAr:20FMj	4,79 e	3,75 a	26,03 g	9,59 c	15,84 d	1,81 c	4,52 c	16,07 b
40FAI:20FAr:40FMj	4,66 f	3,71 a	28,00 f	6,39 d	18,56 c	2,32 c	3,48 c	15,06 b
40FAI:0FAr:60FMj	4,62 f	3,36 b	30,43 f	4,48 e	27,19 a	3,18 b	3,58 c	13,65 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \*FM – Farelo de mamona. FAI – Farelo de algodão. FAr – Farelo de arroz. FT – Farelo de trigo. FMj – Farelo de casca de maracujá.

### 3.5.2 Análise de cluster hierárquica dos diferentes tratamentos

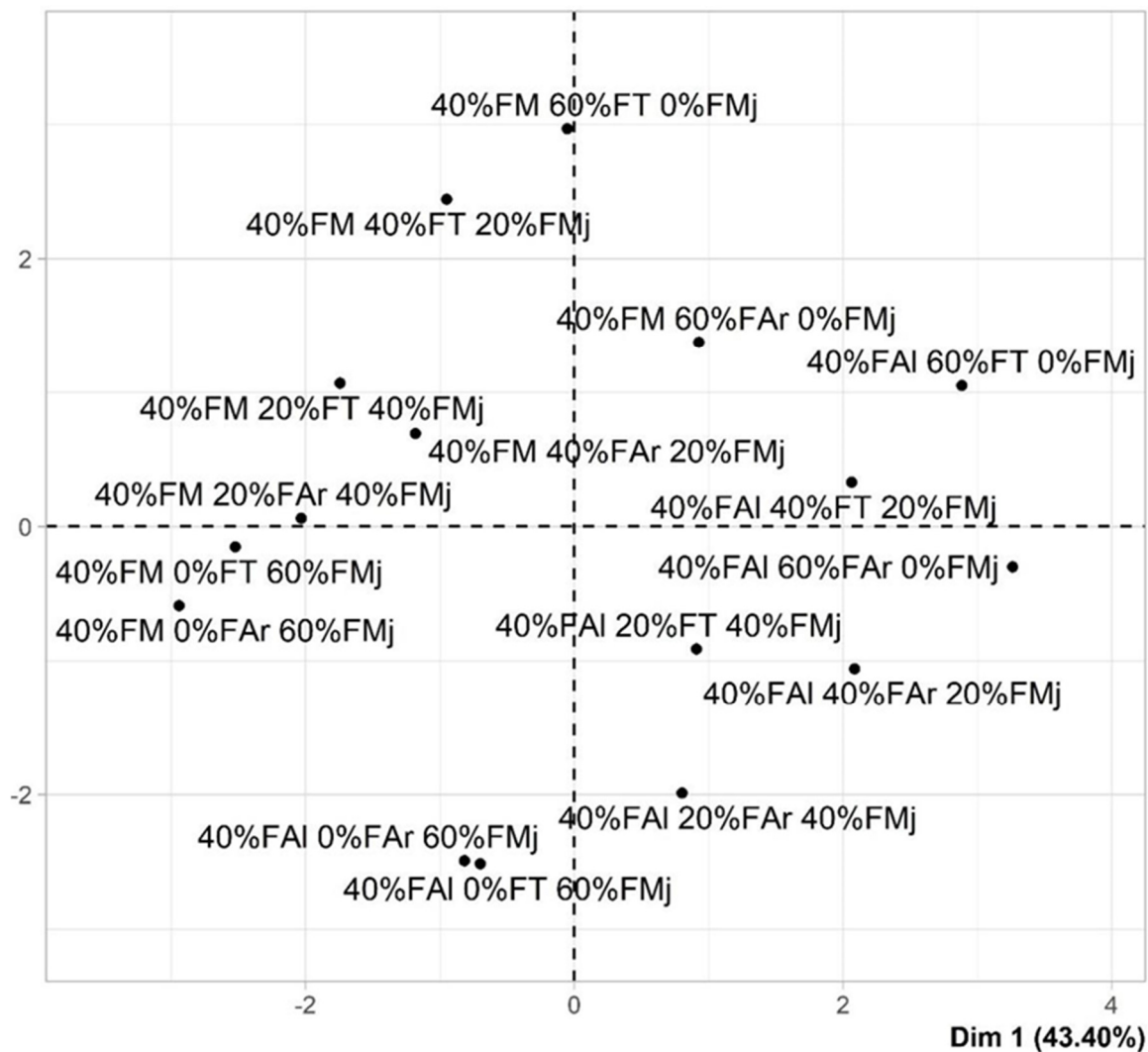
Diante da possibilidade de utilização das variáveis selecionadas para as diferentes formulações dos compostos farelados fermentados, fez-se uso da análise de cluster, uma técnica estatística usada para classificar elementos em grupos, de forma que elementos dentro de um mesmo cluster sejam muito parecidos, e os elementos em diferentes clusters sejam distintos entre si (OMRANI; SHAFAT; EMROUZNEJAD, 2018). A análise dos diferentes tratamentos está agrupada na Figura 2.



**Figura 2.** Análise de cluster hierárquica dos diferentes tratamentos (compostos farelados fermentados). Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

De acordo com os grupos criados na análise de cluster (Figura 2) e análise dos componentes principais (Figura 3), o grupo de tratamentos (40%FM 60%FT 0%FMj, 40%FM 40%FT 20%FMj, 40%FM 20%FT 40%FMj, 40%FM 40%FAr 20%FMj, 40%FM 20%FAr 40%FMj, 40%FM 0%FT 60%FMj e 40%FM 0%FAr 60%FMj) foram semelhantes nas variáveis analisadas (CE, pH, N, P, K, Ca, Mg e Relação CN). O segundo grupo são dos

tratamentos (40%FAI 0%FT 60%FMj, 40%FAI 0%FAr 60%FMj, 40%FAI 20%FT 40%FMj, 40%FAI 40%FAr 20%FMj e 40%FAI 20%FAr 40%FMj) foram semelhantes nas variáveis citadas acima. O terceiro grupo de tratamentos (40%FAI 60%FT 0%FMj, 40%FAI 40%FT 20%FMj, 40%FM 60%FAr 0%FMj e 40%FAI 60%FAr 0%FMj) são outro grupo criado das variáveis analisadas. E que os resultados das Figuras 2 e 3, indicam que os grupos de tratamentos agrupados no cluster e nos dois componentes principais mostram o mesmo resultado.



**Figura 3.** Análise de componentes principais dos diferentes tratamentos (Bokashi). Fonte: Autora (2021).

A técnica de Componentes Principais resgata informações de uma base de dados multivariada, convertendo estes dados em variáveis de número igual ou inferior à amostra inicial e nomeado “componentes principais”. Estes por sua vez, equivalem à combinação dos dados originais, sendo que apresentam uma redução de dimensionalidade dos dados originais em dois ou três componentes, distinguindo as direções pelas quais a variação dos dados é máxima, apresentando graficamente os resultados. São propósitos resumidos da análise de componentes principais:

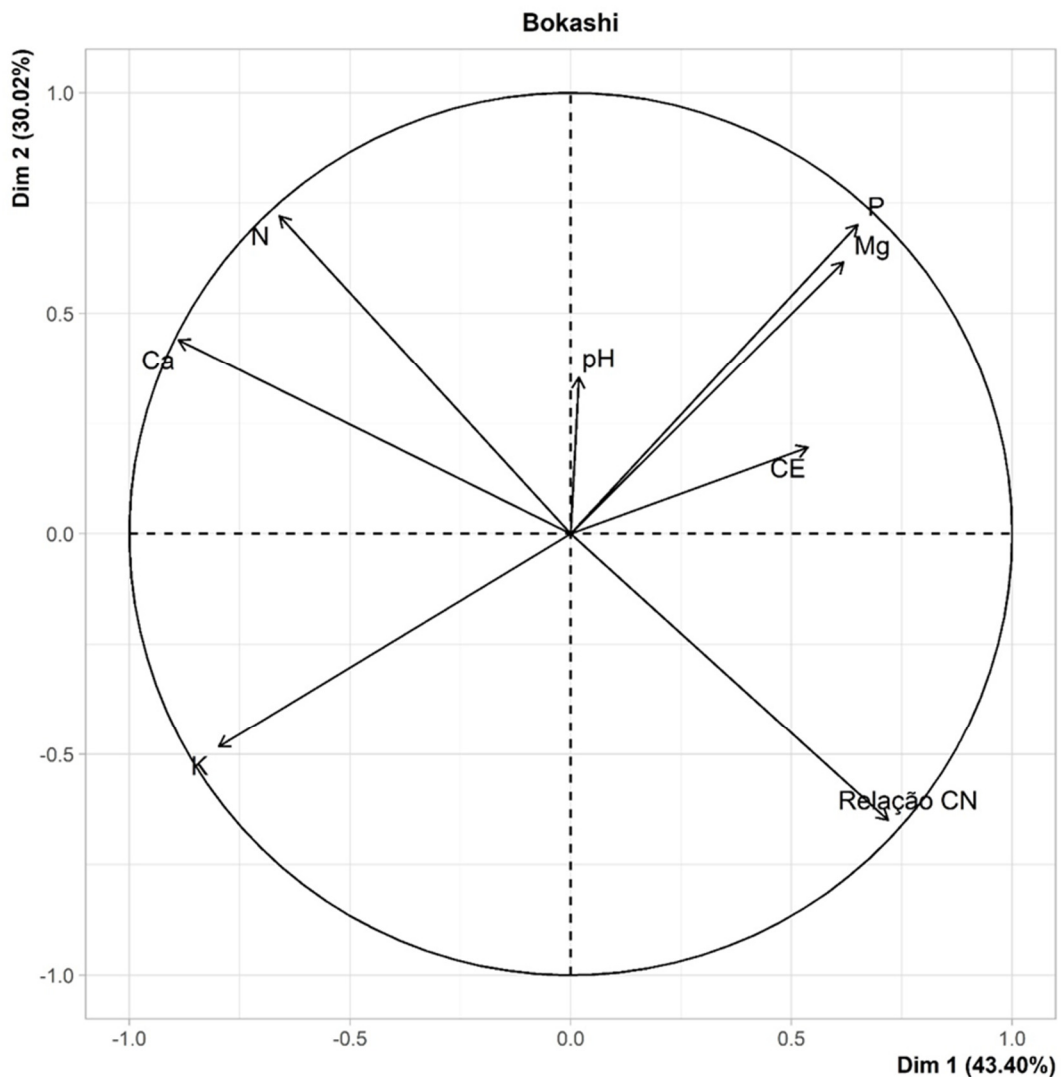
- Identificação de padrões ocultos dos dados;



- Redução de dimensionalidade, pela diminuição da redundância nos dados;
- Identificar variáveis correlacionadas.

Observa-se na Figura 3, a proporção acumulada de autovalores da matriz de correlações dos componentes principais 1 e 2 foi de 73,42%. De acordo com Rencher e Christensen (2012), pelo menos 70% da variância total devem ser explicadas pelos primeiros e o segundo componentes principais.

A análise dos componentes principais para as variáveis CE, pH, Ca, Mg, N, P, K e relação CN está apresentada na Figura 4. As variáveis Relação CN, P e Mg apresentaram contribuições similares para o CP1, isto foi verificado pelas variáveis que têm vetor de maior comprimento e que foram mais próximas ao eixo CP1, mostrado na Figura 4. Existem correlações altas entre as variáveis P e Mg, pois formaram ângulos agudos entre as variáveis. Não existe correlação entre as variáveis Relação CN, P e Mg, pois forma um ângulo próximo de 90 graus, como mostrado na Figura 4. Existem correlações médias entre as variáveis P, Mg e CE. Houve correlação negativa entre as variáveis Ca e N. Não existe correlação entre as variáveis Ca, N e K, pois forma um ângulo próximo de 90 graus, como mostrado na Figura 4.



**Figura 4.** Análise de componentes principais dos diferentes tratamentos (Bokashi). Fonte: Autora (2022).

As variáveis Relação N, P e Mg apresentaram contribuições similares para o CP2, isto foi verificado pelas variáveis que têm vetor de maior comprimento e que foram mais próximas ao eixo CP2, mostrado na Figura 4. Existem correlações altas entre as variáveis P e Mg, pois formaram ângulos agudos entre as variáveis. Não existe correlação entre as variáveis P, Mg e N e das variáveis Relação CN e K, pois forma um ângulo próximo de 90 graus, como mostrado na Figura 4.

No geral têm-se que P, Mg são correlacionados positivamente, o K é correlacionado negativamente com o P e Mg. Ca e N são correlacionados negativamente e Relação CN é correlacionado negativamente com Ca e N.

### 3.5.3 Disponibilidade de N, pelo composto orgânico farelado fermentado

Os resultados da produção de massa seca e da recuperação biológica de N calculado a partir da biomassa e do teor de N da biomassa, foram influenciados pelas diferentes formulações utilizadas. A produção de massa seca foi superior nos tratamentos com compostos farelados fermentados formados por FM, nos tratamentos constituídos por FAI combinado com FT, e o tratamento 40% FAI 0% FAr 60% FMj, com média de 15,01 g planta<sup>-1</sup>, um incremento médio 153% superior em relação ao controle, sem a fertilização com fontes de N, e 62,8% superior à fertilização com NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (Tabela 4). Este resultado vai de encontro ao relatado por Souza Júnior (2020) e Goulart (2020). Nikitim et al. (2018b), obtiveram aumento da biomassa de cevada fertilizada com composto farelados fermentado, em 342% em relação ao controle.

Destaca-se que os valores da massa seca foram superiores aos relatados por Leal et al., Pian e Goulart (2010; 2019; 2020), assim como Souza Júnior (2020), que analisaram a biomassa seca de milheto (*Pennisetum glaucum*) em bioensaio. Os menores valores de biomassa seca foram produzidos nos tratamentos fertilizados com farelos não compostados, pode ser explicado pela ausência da inoculação de microrganismos ditos benéficos, como dos produtos transformados relatados por Higa e Parr (1994), como os compostos bioativos vitaminas, hormônios e enzimas que estimulam o crescimento vegetal.

O valor da recuperação biológica de N, obtido a partir da biomassa seca e do teor de N contido nos tecidos vegetais, foi superior no tratamento com NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, alcançando 92,6% (Tabela 4). Em pesquisas de recuperação biológica de N com ureia, por Leal et al., Pian e Goulart (2010; 2019; 2020) obtiveram recuperação de 35,9; 71,8 e 87%, respectivamente. Na fertilização orgânica, esta taxa foi superior nos tratamentos fertilizados com FM, FAI e FT, com média de 41,8%, o que corresponde, em média, à 45,17% do valor recuperado pelo tratamento controle, fertilizado com NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

Quanto aos compostos farelados fermentados, as maiores taxas de recuperação biológica foram nos tratamentos 40%FAI 40%FAr 20%FMj e 40%FAI 40%FAr 20%FMj, que não diferiram entre si, com média de 35,75%, o que corresponde à 38,61% do N recuperado pelo tratamento com NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. Os tratamentos à base de FM e de FAI combinados com FT ou FMj, e de FAI combinado com 60% FAr 0% FMj, com valores variando entre 28,76 a 33,78%, não diferiram entre si, o que corresponde, em média, à 34,28% do valor recuperado pelo tratamento com NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. As menores taxas de recuperação biológica de N foram nos tratamentos 100% FAr e 100% FMj, com média de 21,25%, que corresponde à 22,95% do N recuperado no tratamento NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

**Tabela 4.** Biomassa seca total e % de N recuperado por plantas de sorgo forrageiro fertilizadas com compostos orgânicos farelados fermentados tipo “bokashi”, preparados a partir de resíduos vegetais da agroindústria.

Tratamentos*	Massa seca (g planta <sup>-1</sup> )	Recuperação N (%)
40% FM 60% FT 0% FMj	16,04 a	31,18 d
40% FM 40% FT 20% FMj	15,37 a	32,90 d
40% FM 20% FT 40% FMj	15,27 a	30,12 d
40% FM 0% FT 60% FMj	14,82 a	29,50 d
40% FAI 60% FT 0% FMj	15,62 a	33,00 d
40% FAI 40% FT 20% FMj	15,50 a	33,60 d
40% FAI 20% FT 40% FMj	15,03 a	32,05 d
40% FAI 0% FT 60% FMj	14,31 a	32,63 d
40% FM 60% FAr 0% FMj	14,81 a	32,53 d
40% FM 40% FAr 20% FMj	14,80 a	31,34 d
40% FM 20% FAr 40% FMj	14,59 a	29,59 d
40% FM 0% FAr 60% FMj	14,50 a	28,76 d
40% FAI 60% FAr 0% FMj	13,60 b	33,00 d
40% FAI 40% FAr 20% FMj	13,30 b	35,25 c
40% FAI 20% FAr 40% FMj	13,78 b	36,26 c
40% FAI 0% FAr 60% FMj	14,48 a	33,78 d
100% FM	13,87 b	43,10 b
100% FAI	12,57 b	42,40 b
100% FT	12,82 b	40,00 b
100% FAr	8,40 d	18,95 e
100% FMj	10,60 c	23,56 e
Nitrato amônio	9,22 d	92,60 a
Controle	5,96 e	-

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \*\* FM – Farelo de mamona. FAI – Farelo de algodão. FT – Farelo de trigo. FAr – Farelo de arroz FMj – Farelo de casca de maracujá.

As altas taxas de recuperação de N pelas plantas indicam que os fertilizantes orgânicos possuem elevada taxa de decomposição, provendo maior liberação líquida de N (LEAL *et al.*, 2010). O processo de imobilização e mineralização de N depende da relação CN da matéria orgânica (KIEHL, 1985). A mineralização é favorecida nos resíduos orgânicos com relação CN menor que 20; quando maior que 30, a demanda pelos microrganismos do solo, é superior à disponibilização pelos processos de decomposição da matéria orgânica, resultando na imobilização do N (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; VIEIRA, 2017).

De modo geral estes valores foram bastante satisfatórios. Em estudos semelhantes, utilizando o milheto como planta indicadora fertilizada com diferentes compostos farelados fermentados, esta taxa foi entre 17,24 a 40,13% (PIAN, 2019), entre 12,2 a 41,3% (GOULART, 2020), entre 13,8 a 22,9% (SOUZA JÚNIOR, 2020) e entre 4,8 a 21,7% (OLIVEIRA *et al.*, 2014a).

Ainda hoje são escassos os estudos que avaliam as relações entre a disponibilidade de N, nos compostos farelados fermentados e o desenvolvimento vegetal (QUIROZ; CÉSPEDES, 2019). Os resultados obtidos no presente trabalho são bastante promissores, visto a ausência de diferenças estatísticas entre os tratamentos formados à partir da compostagem anaeróbica da misturas de FT e FAr, gradualmente substituídas por FMj, combinadas com a mistura de FM,

substituída por FAI, quanto à recuperação biológica de N, que nos permite inferir que a adoção destes resíduos vegetais da agroindústria não exercem influências negativas sobre a disponibilidade de N nos tecidos vegetais do sorgo forrageiro - e, conseqüentemente, é capaz de disponibilizar quantidades satisfatórias de N para o desenvolvimento vegetal.

Ressalta-se, ainda, que o FM é um produto de alto custo de aquisição, de difícil acesso no interior do país, somado ao fato de seu elevado potencial alérgico, pela presença da ricina, e o FT, que constitui matéria-prima utilizada na alimentação animal, é uma *commodity* com cotação em dólar, com custo fortemente influenciado pelas alterações do mercado. Por outro lado, a casca de maracujá (FMj), é um subproduto da agroindústria, não tem um destino comercial em larga escala, fazendo com que se caracterize em um possível poluente ambiental, sendo necessário investigar soluções sustentáveis para a sua utilização, conforme legislação federal vigente.

### 3.6 CONCLUSÕES

Houve diferenças significativas entre os compostos farelados fermentados quanto aos valores de pH, porém dentro da faixa definida como desejável para estes compostos. A CE dos compostos farelados fermentados obtidas encontram-se em níveis baixos, independentemente da fonte de matéria-prima utilizada na formulação.

A substituição do FM por FAl, acarreta redução nos teores totais de N, P, K, Ca e Mg dos compostos orgânicos farelados fermentados. A substituição dos FT e FAr por FMj proporciona aumentos nos teores totais de Ca e K dos compostos e diminui os teores de N, P e Mg. Em adendo, a substituição do FT pelo FAr, acarreta diminuição nos teores totais de N, K, Ca. A substituição do FM por FAl, e do FT por FAr, aumentou a relação CN dos compostos.

O FAl é um substituinte de qualidade ao FM, o FAr e FMj são substituintes de qualidade ao FT.

A recuperação biológica de N em plantas de sorgo fertilizadas com compostos farelados fermentados é satisfatória, indicando a disponibilização deste nutriente pelos compostos.

## **4. CAPÍTULO II**

**DESEMPENHO FITOTÉCNICO DE HORTALIÇAS FOLHOSAS  
SUBMETIDAS AO MANEJO ORGÂNICO, CULTIVADAS EM  
SUCESSÃO E FERTILIZADAS COM COMPOSTOS FERMENTADOS  
FORMULADOS COM FARELOS VEGETAIS DE ORIGEM  
AGROINDUSTRIAL NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA BAIXADA  
FLUMINENSE**

#### 4.1 RESUMO

O experimento foi conduzido na Fazendinha Agroecológica, Km 47, Seropédica-RJ, objetivando-se avaliar o efeito da fertilização com compostos fermentados, na presença e ausência da aplicação de *Trichoderma asperellum*, na atividade enzimática do solo e nas características fitotécnicas do cultivo orgânico em sucessão de alface americana e beralha. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), sendo os tratamentos distribuídos em arranjos em parcelas subdivididas. Os tratamentos que formaram as subparcelas que foram constituídos de seis formulações de compostos fermentados contendo misturas de matérias-primas de alta relação C/N (farelo de trigo- FT, de arroz- FAr e de casca de maracujá- FMj), combinadas com matérias-primas de baixa relação C/N (farelo de mamona- FM e de algodão- FAI), acrescido de um controle sem fertilização. Desta forma, os tratamentos corresponderam às proporções das seguintes misturas: 40%FM + 60%FT; 40%FM + 60%FAr; 40%FM + 60%FMj; 40%FAI + 60%FT; 40%FAI + 60%FAr; 40%FAI + 60%FMj. As parcelas foram formadas por dois níveis de aplicação de *T. asperellum* (ausência e presença). Os compostos foram aplicados antecedendo ao transplantio da alface americana (cv. Angelina), na dose equivalente a 240 kg N ha<sup>-1</sup>, e o efeito residual da fertilização foi verificado por ocasião da colheita da beralha (variedade local), cultivada em sucessão. No solo, estimou-se a atividade microbiana, por meio da determinação da Hidrólise do Diacetato de Fluoresceína (FDA). Nas plantas das duas hortaliças, foram determinadas as variáveis fitotécnicas relacionadas ao desempenho produtivo. A atividade microbiana não foi influenciada pela aplicação do *T. asperellum* no solo. Em contrapartida, a aplicação dos compostos promoveu a alteração da FDA, sendo o menor valor quantificado na ausência de fertilização. No que se refere ao desempenho da alface americana, a aplicação dos compostos resultou um aumento na produção, na produtividade de até 83%. Por outro lado, considerando que os compostos apresentavam distintos teores de N e as quantidades aplicadas foram equivalentes, deve-se reportar que as quantidades aplicadas dos compostos foram diferentes. No que se refere ao efeito residual da aplicação dos diferentes compostos, aferido a partir do desempenho da beralha, notou-se que as formulações com 40%FAI + 60%FAr e 40%FAI + 60%FMj, resultaram em ganhos de produtividade de, respectivamente, 55,6 e 67,4% maiores do que o controle, ao passo que a formulação FM + FT, não diferiu do controle. O aproveitamento de resíduos agroindustriais regionalmente disponíveis, como a casca de maracujá e o farelo de arroz, constitui estratégia agronomicamente eficiente de substituição de matérias-primas tradicionalmente utilizadas na formulação de compostos fermentados utilizados para a fertilização de hortaliças folhosas, contribuindo para ampliação da sustentabilidade e redução de custos monetários de unidades agrícolas orgânicas.

**Palavras-chave:** Agroecologia. “Bokashi”. Fertilização Orgânica. *Trichoderma asperellum*.

## 4.2 ABSTRACT

The experiment was conducted at Fazendinha Agroecológica, Km 47, Seropédica-RJ, aiming to evaluate the effect of fertilization with fermented composts, in the presence and absence of the application of *Trichoderma asperellum*, on the enzymatic activity of the soil and on the phytotechnical characteristics of organic cultivation in succession of iceberg lettuce and bortalha. The experimental design adopted was randomized blocks, with treatments distributed in split-plot arrangements. The treatments that formed the subplots were made up of six formulations of fermented composts containing mixtures of raw materials with a high C/N ratio (wheat bran- WHB, rice bran- RIB and passion fruit peel- PFPB), combined with -raw materials with a low C/N ratio (castor bran- CAB and cottonseed bran- COB), plus a control without fertilization. In this way, the treatments corresponded to the proportions of the following mixtures: 40% CAB + 60% WHB; 40% CAB + 60% RIB; 40% CAB + 60% PFPB; 40% COB + 60% WHB; 40% COB + 60% RIB; 40% COB + 60% PFPB. The plots were formed by two levels of *T. asperellum* application (absence and presence). The composts were applied prior to transplanting iceberg lettuce (cv. Angelina), at a dose equivalent to 240 kg N ha<sup>-1</sup>, and the residual effect of fertilization was verified at the time of harvesting bortalha (local variety), cultivated in succession. In the soil, microbial activity was estimated by determining Fluorescein Diacetate Hydrolysis. In the plants of the two vegetables, the phytotechnical variables related to productive performance were determined. Microbial activity was not influenced by the application of *T. asperellum* to the soil. On the other hand, the application of the composts promoted a change in the FDA, with the lowest value being quantified in the absence of fertilization. Regarding the performance of iceberg lettuce, the application of the composts resulted in an increase in production, productivity of up to 83%. On the other hand, considering that the composts had different N contents and the amounts applied were equivalent, it must be reported that the applied amounts of the composts were different. With regard to the residual effect of the application of the different composts, measured based on the performance of the bortalha, it was noted that the formulations with 40% COB + 60% RIB and 40% COB + 60% PFPB, resulted in productivity gains of, respectively, 55.6 and 67.4% higher than the control, while the CAB + WHB formulation did not differ from the control. The use of regionally available agro-industrial residues, such as passion fruit peel and rice bran, constitutes an agronomically efficient strategy for replacing raw materials traditionally used in the formulation of fermented composts used for fertilizing leafy vegetables, contributing to increased sustainability and reduction of monetary costs of organic agricultural units.

**Keywords:** Agroecology. “Bokashi”. Organic Fertilization. *Trichoderma asperellum*.



### 4.3 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa*) é a hortaliça folhosa mais popular no Brasil (FILGUEIRA, 2012). Nos últimos anos houve um aumento expressivo do consumo da alface americana, tanto no consumo *in natura*, quanto minimamente processado pela agroindústria, e devido a sua crocância, tornou-se a preferida das redes de “fast food” (EMBRAPA, 2019). Apresenta grande capacidade de extração de nutrientes do solo e de produção por área (YURI; RESENDE; SOUZA, 2016). Seu cultivo gera em média, cinco empregos por hectare (SALA; COSTA, 2012), no ano de 2018, ocupou uma área de 15.136 hectares (HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

A bertalha (*Basella* sp), é uma hortaliça com caule herbáceo e de folhas espessas, originária da Índia e o sudeste da Ásia (KINUPP; LORENZI, 2014), considerada por alguns autores como uma planta alimentícia não convencionais (PANC) (BRASIL, 2011; MADEIRA et al., 2013), são ricas em vitaminas e minerais (BRASIL, 2002; BARROS et al., 2013). Desenvolve-se muito bem em regiões de clima quente, com temperaturas ótimas entre 26 °C e 28 °C (BRASIL, 2011). O solo deve ser fértil, úmido e rico em matéria orgânica (LOPES et al., 2005). Os ramos são coletados ao atingirem entre 30 a 40 cm de comprimento, em seguida organizados em maços com média de 300 gramas (MADEIRA et al., 2013).

Tanto a alface, quanto a bertalha respondem bem à adubação orgânica (SANTI et al., 2013; GOULART et al., 2018; KHAN; DEY; BILLAH, 2018; ADEREMI et al., 2019; SOUZA JÚNIOR, 2020; THANH et al., 2023), o que vai ao encontro à demanda por produtos da agricultura orgânica, a qual deve reduzir todas as formas de contaminações resultante das práticas agrícolas, mantendo ou incrementando a fertilidade do solo a longo prazo, ciclando os nutrientes, diminuindo a utilização de recursos não renováveis (BRASIL, 2021).

Já a agricultura convencional, mesmo com a elevada demanda por fertilizantes, na última década sofreu com redução da produção interna e aumento das importações (OLIVEIRA; MALAGOLLI; CELLA, 2019). Em 2020, o Brasil consumiu cerca de 40,5 milhões de toneladas de fertilizantes, destes, cerca de 84% foram importados (ANDA, 2020), sendo o quarto país consumidor, atrás apenas de China, Índia e Estados Unidos (BRASIL, 2020). Cerca de 70% do nitrogênio, 50% do fósforo e 90% do potássio consumido são importados, fazendo com que nossa agricultura seja extremamente sensível às variações de preço (OGINO et al., 2021). Não obstante, em 2021 a Rússia e a China, principais exportadores para o Brasil, anunciaram que iriam limitar a exportação de fertilizantes, visando controlar os preços internos e proteger seus produtores agrícolas (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2021).

Nestes cenários, a reciclagem de resíduos orgânicos agroindustriais, para fins da fertilização do solo, apresenta-se como uma alternativa com potencial para promover a sustentabilidade econômica, social e ambiental da agricultura. Dentre as possibilidades da utilização dos resíduos orgânicos e da fertilização no sistema de produção orgânico, têm-se o composto orgânico fermentado tipo “bokashi” (HOMMA, 2005), obtidos a partir da fermentação da mistura de farelos e inoculados com microrganismos (MATA et al., 2016), responsáveis por acelerar o processo de fermentação (SINGH; NAIN, 2014).

No âmbito da Baixada Fluminense, uma formulação contendo 40% de farelo de mamona (FM) e 60% de farelo de trigo (FT), na proporção de 60:40, é considerado o Composto Fermentado Análogo ao Padrão (CFAP) (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013; OLIVEIRA, 2015b; PIAN et al., 2023), preparado em condições anaeróbicas, inoculado com o acelerador de compostagem Embiotic®, contendo *Lactiplantibacillus plantarum*, uma bactéria do ácido lático (BAL) utilizado como inoculante de silagem (GOULART, 2020) e a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada na fermentação de alimentos e bebidas (PARAPOULI et al., 2020).

A qualidade final destes compostos depende das características das matérias-primas, que podem passar por diversas formas de fermentação (SCOTTON et al., 2017; SHIN et al.,

2017), mas deve ser predominantemente lática (PIAN et al., 2023), contribuindo para redução do Ph (MOISIO; HEIKONEN, 1994; HIDALGO; CORONA; MARTÍN-MARROQUÍN, 2022), inibindo o desenvolvimento de enterobactérias e bactérias produtoras de ácido butírico (LIU et al., 2016; SOUZA et al., 2018).

Estes compostos podem promover melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (POHAN et al., 2018; SANTOS, 2020; ABO-SIDO et al., 2021; PIAN et al., 2023; MURILLO-AMADOR et al., 2015; LIMA, 2018; VIANA; BORDA; PALARETTI, 2020; PIAN et al., 2023), fornecer nutrientes com concentrações similares aos adubos orgânicos tradicionalmente utilizados na agricultura (OLIVEIRA, 2015b), incrementando a produtividade de diversas espécies de hortaliças (OLIVEIRA, 2015b; SAITER et al., 2016; CORDEIRO et al., 2018; GOULART, 2020). Todavia, trata-se de um fertilizante caro, confeccionados a partir de matérias-primas nobres (KHATOUNIAN, 2001). A substituição das matérias primas utilizadas no CFAP, por matérias-primas resíduos da agroindústria, ou produzidos localmente para este fim, podem produzir compostos fermentados de alta qualidade (GOULART, 2020; OLIVEIRA et al., 2014a).

O Brasil é quarto maior produtor mundial da mamona (FAOSTAT, 2017), cujo subproduto é bastante valorizado na agricultura orgânica (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2009), e de algodão (ALCANTARA; VEDANA; VIEIRA FILHO, 2021) utilizados na alimentação animal (WESENDONCK et al., 2013; SILVA et al., 2020), o décimo primeiro produtor de arroz (USDA, 2021), o décimo sexto produtor de trigo, todavia, importa a maior parte do trigo que consome (COELHO, 2021b) e o maior produtor de maracujá azedo (BORGES FILHO; MACHADO, 2013), com produção de cerca de 683.993 de Mg ano<sup>-1</sup> (IBGE, 2020). Cerca de 70% do peso do fruto do maracujá é composto por casca e sementes (ANDRADE NETO et al., 2010), subprodutos aptos à diversas aplicações de interesse econômico e biotecnológico (SANTOS, 2020).

De acordo com a Lei n.º 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), um dos seus principais objetivos é o gerenciamento dos resíduos sólidos, baseados na: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada. A gestão integrada de resíduos sólidos é composta por um conjunto de ações focadas para a procura de soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob o princípio do desenvolvimento sustentável.

Outra prática muito valorizada na agricultura orgânica é utilização de microrganismos benéficos. Dentre os bioagentes de interesse agrônômico mais estudados, destacam-se os fungos do gênero *Trichoderma*, pertencente ao filo Ascomycota (BONONI et al., 2020), que pode estar relacionado à decomposição da matéria orgânica (DRUZHININA et al., 2018), a solubilização de nutrientes inorgânicos (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019), a promoção do crescimento vegetal (LEE et al., 2016), a produtividade agrícola (CHAGAS et al., 2021; VIERA et al., 2019a), ao antagonismo a fitopatógenos (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019), colonizando raízes e solos (LUCON; CHAVES; BACILIERI, 2014).

A atividade biológica do solo integra as reações metabólicas celulares e sua influência nos variados processos bioquímicos relacionados aos microrganismos, podendo ser avaliada por diferentes parâmetros (SIQUEIRA et al., 1994), possibilitando a indicação de problemas ou melhorias na qualidade do solo, em razão do manejo. Dentre os indicadores microbiológicos do solo, está a quantificação da atividade enzimática pela técnica da hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) (CHERUBIN et al., 2015; SILVA et al., 2015a), uma técnica sensível (KASCHUK; ALBERTON; HUNGRIA, 2011), que expressa a atividade global enzimática do solo (ARAGÃO, 2018). As enzimas são responsáveis pela maioria dos processos metabólicos celulares, no solo, elas são majoritariamente produzidas por microrganismos.

Perante a necessidade de se conhecer os efeitos da fertilização orgânica a partir da adição do composto fermentado ao solo, sobre a atividade enzimática, e o seu efeito sobre o desempenho agronômico de hortaliças folhosas, este trabalho tem como objetivo analisar o efeito da aplicação destes compostos, obtidos a partir da fermentação de farelos vegetais, subprodutos da agroindústria, com e sem a aplicação de *T. asperellum*, na atividade enzimática do solo e no desempenho agronômico da alface americana e da bertalha cultivada em sucessão, submetido ao manejo orgânico na região da Baixada Fluminense.

## 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.4.1 Caracterização e preparo da área experimental

O trabalho foi conduzido no Sistema Integrado de Produção Agroecológica - SIPA (Fazendinha Agroecológica Km 47), localizado na latitude 22° 45' S, longitude 43° 41' W Grw e altitude de 33 m, sendo o clima incluído na classificação de Köppen como do tipo Aw (NEVES et al., 2005), Seropédica-RJ. A Fazendinha é fruto de uma parceria entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), o Colégio Técnico da UFRRJ (CTUR-UFRRJ) e a Embrapa agrobiologia e Pesagro-Rio, e, desse modo, constitui num espaço físico dedicado à pesquisa, ensino, extensão e de práticas voltadas à agroecologia e à produção orgânica de alimentos, criada em 1993 (ALMEIDA; RIBEIRO; GUERRA, 2003).

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (SANTOS et al., 2013). O resultado da análise química da amostra de terra retiradas na profundidade de 0 – 20 cm, foram analisadas de acordo com a metodologia descrita por Nogueira; Souza (2005). Os resultados não revelaram necessidade de correção da acidez ou a recomendação da adubação fosfática e potássica. Os resultados desta análise, revelaram os seguintes valores: pH em água: 6,3;  $\text{Al}^{+++}$ : 0,0  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{++}$ : 2,9  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{++}$ : 0,9  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+$ : 180  $\text{mg dm}^{-3}$ ; P disponível: 187  $\text{mg dm}^{-3}$ . O preparo do solo da área foi realizado a partir de aração e gradagem, e os canteiros foram suspensos com o auxílio de um motoencanteirador com as dimensões de 1 m de largura e 0,2 m de altura, espaçados 0,5 m.

### 4.4.2 Aplicação dos compostos farelados fermentados nas condições da baixada fluminense

Foram preparadas seis formulações contendo farelo de mamona e de algodão (baixa relação C:N); e farelo de trigo, de arroz e de casca de maracujá (alta relação C:N), nas proporções de 40% e de 60%. A caracterização química dos compostos orgânicos fermentados está apresentada na Tabela 5.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados (DBC), sendo os tratamentos distribuídos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos, totalizando 14, constaram da inoculação *T. asperellum* (ausência e presença), localizada na parcela. O produto utilizado foi o produto comercial Agribio®. As subparcelas foram formadas pela aplicação dos compostos farelados fermentados (FMFT, FMFAr, FMFMj, FAIFT, FAIFAr, TAlFMj) e de um tratamento controle (sem aplicação de compostos). A dose aplicada do inoculante foi de 1,0 l m<sup>2</sup> (1% de solução com 10<sup>8</sup> conídios por mL).

**Tabela 5.** Teores de macronutrientes e pH dos compostos farelados fermentados tipo “bokashi”, oriundos a partir de diferentes formulações.

Tratamento	pH (H <sub>2</sub> O) 5:25	----- Característica química -----					
		CE	N	P	K	Ca	Mg
		(mS m <sup>-1</sup> )	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
40%FM 60%FT	4,75	3,59	53,95	12,33	15,10	5,80	6,38
40%FM 60%FAr	5,30	3,84	37,90	10,70	13,72	3,60	4,36
40%FM 60%FMj	4,81	3,46	46,83	4,91	27,40	6,17	3,95
40%FAI 60%FT	4,70	3,95	33,20	12,05	13,15	1,44	6,91
40%FAI 60%FAr	5,06	3,53	23,58	12,09	11,32	1,36	5,23
40%FAI 60%FMj	4,62	3,36	30,43	4,48	27,19	3,18	3,58

\*Composto fermentado análogo ao padrão. <sup>1</sup> Proporção padronizada com base em massa seca. FM (farelo de mamona); FAI (farelo de algodão); FT (farelo de trigo); FAr (farelo de arroz); FMj (farelo de casca de maracujá).

Os compostos foram incorporados manualmente nos canteiros, com auxílio de enxada, na camada de 0 - 5 cm de profundidade. As quantidades aplicadas foram variáveis, de forma a possibilitar o ingresso de 240 kg N total ha<sup>-1</sup> contido na fonte, a massa dos compostos e as quantidades aplicadas de N, P, K, Ca e Mg estão apresentadas na Tabela 6.

**Tabela 6.** Massa de composto e quantidade aplicada de N, P, K, Ca e Mg contida nos compostos orgânicos fermentados incorporados ao solo para avaliação da eficiência agrônômica no cultivo de hortaliças folhosas em sucessão.

Composto fermentado	Massa composto		Quantidade incorporada (kg ha <sup>-1</sup> )				
	kg m <sup>-2</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	N	P	K	Ca	Mg
FMFT*	0,6	6,0	240	53,1	65,03	24,93	27,47
FMFAr	0,75	7,5	240	67,36	73,51	20,07	38,13
FMFMj	0,77	7,7	240	24,28	162,73	36,53	19,41
FAIFT	0,94	9,4	240	77,30	99,21	10,34	31,53
FAIFAr	1,33	13,3	240	123,21	115,26	13,76	53,30
FAIFMj	0,96	9,6	240	34,80	186,10	24,62	29,98

\*Composto fermentado análogo ao padrão. <sup>1</sup> Proporção padronizada com base em massa seca. FM (farelo de mamona); FAI (farelo de algodão); FT (farelo de trigo); FAr (farelo de arroz); FMj (farelo de casca de maracujá).

#### 4.4.3 Cultivo de hortaliças folhosas nas condições da baixada fluminense

Foram transplantadas mudas de alface americana, cv Angelina e na sucessão foram semeadas sementes de bertalha (variedade local). As mudas de alface foram produzidas em bandejas de polietileno expandido, em estufa localizada na Fazendinha Agroecológica Km 47, com substrato produzido na própria unidade, de acordo com o procedimento descrito por Oliveira et al. (2010), permanecendo por um período de 28 dias até o transplantio.

O transplantio das mudas para o campo foi realizado no dia 06/08/2019, obedecendo ao espaçamento de 0,2 x 0,25 m. Os tratos culturais constaram de capina manual e irrigação por gotejamento (Figura 5). A colheita foi realizada no dia 18/09/2019, 44 dias após o transplantio. O transplantio da bertalha (*Basella alba*), foi realizada no dia 24/09/2019, obedecendo ao mesmo delineamento experimental descrito para a alface. A colheita iniciou-se aos 34 dias após o transplantio.



**Figura 5.** Vista geral do experimento para avaliação da eficiência agrônômica de diferentes formulações de compostos orgânicos fermentados no cultivo orgânico de alface americana. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47.

#### **4.4.4 Hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA)**

Passados 6 dias da aplicação dos compostos farelados fermentados nos canteiros, foram coletadas três amostras de solo em cada parcela, retiradas à uma profundidade de 5, 10 e 20 cm; com o auxílio de um trado, estas foram homogeneizadas e formaram uma amostra composta. A atividade microbiológica foi estimada imediatamente após a coleta, pela técnica da hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) descrita por Dick, Breakwell e Turco (1996). Utilizou-se 1 g de solo de cada tratamento acondicionando-se em três erlenmeyers com capacidade para 250 cm<sup>3</sup>, nos quais foram adicionados 20 mL de solução tampão fosfato de sódio (SPB), pH 7,6, e, em seguida, os frascos foram agitados por 15 minutos. Na sequência foi adicionada uma alíquota de 100 microlitros de solução estoque de diacetato de fluoresceína em dois erlenmeyers rotulados como A, B e nas três provas em branco.

Os erlenmeyers foram agitados durante 120 minutos a 125 rpm, após a agitação foram adicionados mais 100 microlitros da solução estoque de diacetato de fluoresceína; os tubos foram agitados levemente por 5 minutos. Em seguida, coletou-se 1 mL da suspensão sobrenadante, o qual foi colocado nos tubos de ensaio e, depois disso, adicionado 1 mL de acetona para paralisar a reação de hidrólise. A suspensão foi centrifugada por 10 minutos e, na sequência, foi realizada a leitura da densidade ótica em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 490 nm, para a determinação da quantidade de fluoresceína hidrolisada. A partir dos valores observados, foi construída uma curva padrão e calculada a quantidade de fluoresceína hidrolisada em cada grama de solo no tempo de 60 minutos.

#### **4.4.5 Variáveis fitotécnicas**

No momento da colheita da alface americana, retiraram-se e as folhas basais, em seguida foram quantificados a massa fresca comercial (MFC) e a massa fresca da “cabeça” da alface (MFCab), utilizando-se uma balança de precisão (Modelo - Milesimal Bel Engineering) e aferido o diâmetro da “cabeça”, utilizando-se um paquímetro analógico. A quantificação da área foliar (AF) foi feita com o auxílio do medidor de área foliar Li-Cor Equipamentos, modelo

LI-3100. Após mensurar a MFC e MFCab, as subamostras foram encaminhadas para estufa com temperatura de 65 °C e circulação forçada de ar, por 72 horas. Em seguida, verificou-se a massa seca, moeu-se as amostras em moinho tipo Willey com abertura de malha de 20 mesh, que posteriormente foram encaminhadas ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia para a determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e posterior quantificação da quantidade acumulada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). As técnicas empregadas para estas análises foram realizadas como preconizado por Nogueira & Souza (2005). As leituras de Ca e Mg foram feitas em aparelho de absorção atômica, o P colorimetricamente, o K por fotometria de chama e o N por N-Kjeldahl.

A colheita da bortalha foi feita quando as plantas alcançavam o ponto de corte, quando os ramos atingirem aproximadamente 30-40 cm comprimento, em um total de cinco colheitas. Seguindo as mesmas metodologias e análises descrita acima, para a alface americana, avaliou-se a produção de massa fresca aérea (PMFA), produção de massa seca aérea (PMSA), produtividade massa fresca aérea (PdMFA), área foliar (AF), os teores em ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e quantidades acumuladas em ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de N, P, K, Ca e Mg.

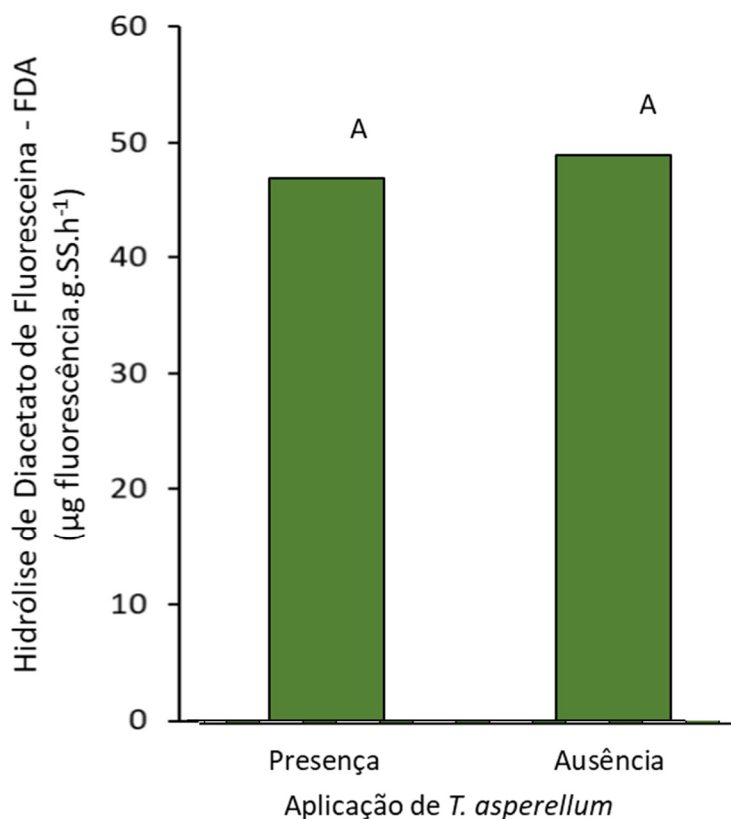
#### **4.4.6 Análises estatísticas dos dados**

No presente estudo a análise de variância foi realizada utilizando Programa SISVAR (FERREIRA, 2014). Quando os tipos de composto orgânico foram significativos pelo teste F da análise de variância, empregou-se o teste de médias Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.5.1 Hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA)

Não houve efeito significativo para a aplicação de *T. asperellum*, nem a interação dos tipos de composto farelado fermentado *versus* aplicação de *T. asperellum* sobre a atividade microbiana mensurada pela FDA (Figura 6).



**Figura 6.** Atividade da Hidrólise do Diacetato de Fluoresceína - FDA, em função da aplicação de *T. asperellum*. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47. \*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Ao comparar os tipos de compostos, observou-se que o índice de FDA foi inferior no tratamento com ausência de fertilização com composto farelado fermentado (Figura 7). Isto vai ao encontro do difundido pela Fundação Mokiti Okada (HOMMA, 2003), que considera esse adubo como um condicionador do solo, em grande parte devido à inoculação de microrganismos eficientes (EM). Estes microrganismos incluem bactérias do ácido láctico, bactérias fotossintéticas, leveduras, actinobactérias, fixadores de N e fungos (HOMMA, 2003; HU; QI, 2013), criando condições favoráveis à multiplicação e atividade dos microrganismos ao solo. Esses organismos integram o processo da nutrição vegetal equilibrada (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013), na caracterização da microbiota fúngica (MAGRINI et al., 2011), na aceleração do processo de compostagem (SHARMA et al., 2014).

Os decompositores primários realizam a FDA, por meio da liberação de lipases, proteases e esterases (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), por este motivo tem sido empregada para quantificar a atividade biológica global do solo (LEITE et al., 2010) como bioindicador de solos



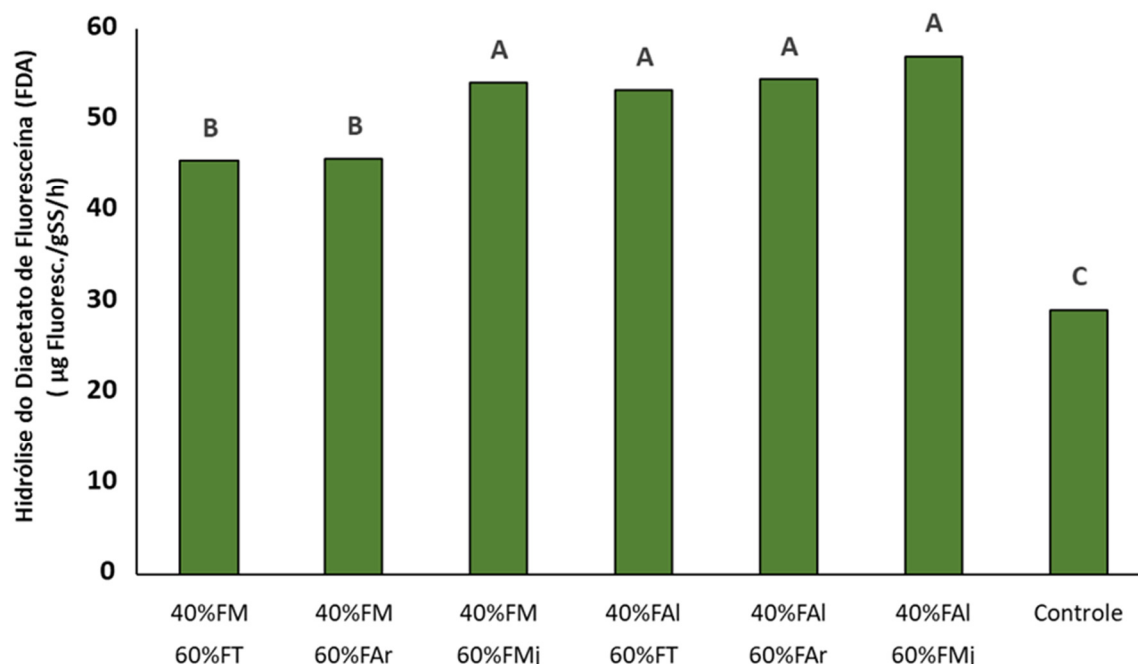
(SILVA; SIQUEIRA; COSTA, 2004; KASCHUK; ALBERTON; HUNGRIA, 2011) e para a caracterização microbiológica de solos (CHAER et al., 2014).

Analisando as diferentes formulações do composto, observa-se que, na presença de FM com FAr ou FT, os valores da FDA foram inferiores, diferindo estatisticamente das demais formulações (Figura 7). Lima (2018), identificou menor atividade biológica em solo que recebeu doses de fertilização com compostos farelados fermentados contendo farelo de mamona, e atribuiu essa diferença à uma possível ação tóxica às comunidades microbianas, possivelmente causada pela ricina e ricinina presente no farelo de mamona. A ricinina é uma glicoproteína de elevada toxidez, encontrada na semente da mamoneira, apresenta fórmula molecular  $C_8H_8N_2O_2$ , e seu nome químico é 3-ciano-4-metoxi-N-metil-2-piridona (LEITE et al., 2005).

A ricina é considerada uma lectina que pertence à família das lectinas A-B, compostas por duas subunidades, uma com atividade enzimática e a outra com um sítio de ligação específica ao açúcar galactose, possuindo o mecanismo de toxidez por meio da inativação dos ribossomos (OLSNES; KOZLOV, 2001; BELTRÃO, 2002). Em geral, as proteínas pertencentes à família A-B não apresentam toxidez, uma vez que não conseguem penetrar na célula, porém, a ricina, da subunidade A, consegue penetrar a célula por endocitose, e ao chegar no citosol, ela inativa específica e irreversivelmente os ribossomos eucarióticos, causando morte das células por inibição da síntese de proteína (LORD; ROBERTS; ROBERTUS, 1994).

A toxicidade de ricina varia de acordo a dose administrada e da via de exposição (AUDI et al., 2005) que pode ser: oral (enteral), respiratória (inalação) ou parenteral (injetável), causando trombocitopenia, coagulopatia, hemorragias em múltiplos órgãos, irritação nos olhos, nariz e garganta, insuficiência hepática e renal, causa danos ao coração, ao pulmão, à medula óssea, às células nervosas e ao baço (COLASSO, 2012; HODGES et al., 2019; SAPOZNIKOV et al., 2019). A dose letal ( $LD_{50}$ ) estimada para humanos está na faixa de  $5-10 \mu g \text{ kg}^{-1}$  por inalação e  $1-20 \text{ mg kg}^{-1}$  por ingestão oral (AUDI et al., 2005), fazendo com que esta substância seja considerada uma potente arma química (CIESLAK et al., 2018; CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. EMERGENCY PREPAREDNESS AND RESPONSE, 2019).

Para cada tonelada processada de semente de mamona, produz entre 46 a 55% de óleo (OGUNNIYI, 2006), o subproduto gerado é a torta de mamona, que detém cerca de 1,49% de ricina (SOUSA, 2013). Estudo com 20 diferentes variedades de mamona, observaram que a variação na concentração de ricina na semente varia entre  $3,53$  a  $32,18 \text{ ng } \mu g^{-1}$  (BALDONI et al., 2011). Na dose de  $240,0 \text{ kg N total ha}^{-1}$  via composto farelado fermentado utilizado, incorpora-se ao solo  $2.479 \text{ kg ha}^{-1}$  de torta de mamona, carreando cerca de  $24 \text{ kg de ricina ha}^{-1}$  o que equivale a  $2,4 \text{ gramas de ricina m}^{-2}$ . Em termos de comparação, estima-se que a dose letal ( $LD_{50}$ ) de ricina injetada para camundongos seja cerca de  $30 \text{ mg kg}^{-1}$  (AUDI et al., 2005).



**Figura 7.** Atividade da Hidrólise do Diacetato de Fluoresceína - FDA, em função de tipo de composto orgânico farelado fermentado e da inoculação com *T. asperellum*. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47. \*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \*\*FM – Farelo de mamona. FAI – Farelo de algodão. FAr – Farelo de arroz. FT – Farelo de trigo. FMj – Farelo de casca de maracujá. Ausência fertilização – ausência de fertilização orgânica.

O composto farelado fermentado formado a partir de FM e FMj apresentou valor de FDA superior aos demais compostos contendo FM. Este efeito pode ter sido devido as características químicas do FMj, rico em pectina, que possivelmente complexou as moléculas de ricina. O rendimento de pectina extraídos da casca de maracujá amarelo varia de 14,60 a 18,2% (LIEW; CHIN; YUSOF, 2014). Resíduos vegetais ricos em pectina mostraram ter grande afinidade por íons metálicos, e são apontados como promissores bioabsorventes (SCHIEWER; PATIL, 2008; FENG et al., 2011).

O FMj apresenta potencial como bioabsorvente devido a presença de grupos de ácidos carboxílicos que atuam como cátions trocáveis e sítios de complexação para remoção de metais pesados (CHAO; CHANG; NIEVA, 2014), e na adsorção de Pb(II), Cd(II) e Cr(VI) (SANTOS, 2020). Um hidrogel à base de pectina foi testado com êxito como transportador para a liberação de ureia, fosfato e potássio, remoção dos metais pesados Pb<sup>+2</sup> e Cu<sup>+2</sup> em águas residuárias, além de conservar a água do solo em uma faixa de pressão na qual várias espécies hortícolas conseguem absorvê-la (GUILHERME et al., 2010).

As formulações do composto farelado fermentado a partir de FT com FMj e FAI com FT, FAr e FMj, resultaram nos maiores valores de FDA, entre 53,45 a 58,02 μg fluorescência.g.SS.h<sup>-1</sup>. Oliveira e Ferreira (2014); Lima (2018b), relataram que os valores da FDA elevam com o aumento da dose da matéria orgânica adicionada ao solo. Giacomolli (2015) observou que em solos contaminados por petróleo não recebeu composto farelado fermentado, houve redução na atividade enzimática, ao passo que quando composto foi incorporado, houve aumento da FDA, devido a diversidade de microrganismos.

Os maiores índices da FDA observados na presença da fertilização com os compostos orgânicos estão relacionados à alta atividade microbiológica do solo, indicando a rápida decomposição e mineralização da matéria orgânica e, consequentemente, rápida disponibilização dos nutrientes para as plantas, sendo uma característica desejada para o adubo orgânico. Gómez-Velasco et al. (2014) relataram que a aplicação de composto farelado fermentado inoculado com levedura resultou na maior atividade da fosfatase ácida, alcalina e da urease em relação ao vermicomposto. Para Higa e Parr (1994) estes compostos orgânicos carregam populações externas de microrganismos com uma ampla variabilidade fisiológica, com potencial para controlar os fitopatógenos e melhorar a qualidade do solo.

Não houve diferença estatística para a aplicação de *T. asperellum*, para a interação aplicação de *T. asperellum* versus tipos de compostos fermentados e nem para os tipos de compostos fermentados para as variáveis diâmetro da parte aérea, área foliar, produção de massa fresca da parte aérea e da “cabeça”, produtividade de massa fresca e seca da parte aérea, e teores e quantidade acumulada de N, P, K, Ca e Mg na alface (Tabela A1, ANEXOS).

Contrariamente, diversos estudos relatam os benefícios deste fungo na promoção do aumento do número de folhas, da massa fresca e da clorofila total em alface (RUANGWONG et al., 2021), e de *Arabidopsis thaliana* (LEE et al., 2016), no crescimento de pepineiro (SILVA et al., 2011) e no aumento na absorção de P, K, Ca e Mg em plantas de tomate pré-inoculadas com a cepa *T. asperellum* CHF 78 (LI et al., 2020). Silva et al. (2015a), relataram que o *Trichoderma* spp proporcionou aumento no tamanho das plântulas de alface em até 34% em relação ao controle. O efeito positivo deste fungo como promotor de crescimento já foi relatado por outros autores (GONZÁLEZ F.; FUENTES M., 2017; NIETO-JACOBO et al., 2017).

Ao avaliar o efeito da fertilização com os compostos farelados fermentados, para a variável diâmetro da parte aérea alface, houve diferença significativo (Tabela 7), com superioridade nos tratamentos fertilizados com os compostos FMFT, FMFAr, FMFMj, FAIFT e FAIFA, com média de 24,45 cm planta<sup>-1</sup>. Na ausência da fertilização, esse valor foi de 17,7 cm planta<sup>-1</sup>. Investigando este mesmo tipo de alface, e (SANTI et al., 2013) obtiveram diâmetro da parte aérea de 29,5 a 31,9 cm planta<sup>-1</sup>.

A produção de massa fresca comercial-MFC da alface americana foi superior na presença da fertilização orgânica, com média de 345,0 g planta<sup>-1</sup>, diferindo do controle, sem fertilização, com 200,00 g planta<sup>-1</sup>, um aumento de 61,00 a 83,20% (Tabela 7) (Figura 8).



**Figura 8.** Alface americana cultivada na presença e ausência de adubação com compostos orgânicos fermentados. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47.

Estes valores estão próximos aos descritos por Sedyama et al. (2009) com valores de 241,7 a 388,3 g planta<sup>-1</sup>, no cultivo hidropônico. Em plantio sobre palhada de leguminosas, Fontanetti et al. (2006), obtiveram de 236,0 a 356,0 g planta<sup>-1</sup>. Todavia, estes valores foram inferiores ao alcançado no sistema convencional por Resende et al. (2005), com 450,1 g planta<sup>-1</sup>, e Yuri et al. (2004), em cultivo desta alface, no outono e inverno, em Santana da Virgem – MG, observaram massa fresca comercial de 530, a 667,0 g planta<sup>-1</sup> e de 378,00 a 729,00 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

A fertilização com os compostos farelados fermentados resultou em uma produção de massa fresca da “cabeça” americana- MFCAb média de 247,1 g planta<sup>-1</sup>, ao passo que no controle, esse valor foi de 140,6 g planta<sup>-1</sup>, um incremento entre 68,10 a 88,30% (Tabela 7). Hotta (2008), alcançou produção de massa fresca da “cabeça” de 601,1 a 845,7 g planta<sup>-1</sup>. Estes valores estão próximos aos relatados por Goulart et al. (2018), que encontraram valores médios de 250,00 g planta<sup>-1</sup>. A agroindústria tem preferência por plantas de “cabeça” compacta e com maior massa fresca, por facilitar o corte durante seu processamento (YURI et al., 2004).

A produtividade média de massa fresca comercial, na presença dos compostos farelados fermentados, foi de 69,0 Mg ha<sup>-1</sup>, no controle, esse valor foi de apenas 40,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Este valor é superior à produtividade média nacional de alface, que segundo Camargo Filho e Oliveira (2011), é de apenas 16 Mg ha<sup>-1</sup>. Em estudo com diferentes formulações de compostos orgânicos no cultivo da alface americana, Sedyama et al. (2016) registraram produtividade entre 43,1 a 64,7 Mg ha<sup>-1</sup>. Lima Junior et al. (2012), em estudo com diferentes lâminas de água, para esta alface no sistema convencional, relataram produtividade comercial de 36,5 Mg ha<sup>-1</sup>. Em estudo investigando o desempenho da alface americana submetida à adubação com diferentes compostos orgânicos, Sedyama et al. (2016), alcançaram produtividade máxima estimada de 70 Mg ha<sup>-1</sup>. Brzezinski et al. (2017), avaliando dois sistemas de cultivos, sob dose de 80 kg N ha<sup>-1</sup> na forma de ureia, alcançaram produtividade para a cultivar Angelina de 35 Mg ha<sup>-1</sup>. O maior desenvolvimento de plantas fertilizadas com compostos farelados fermentados foi observado por diversos autores (POHAN et al., 2018; SANTOS, 2020; ABO-SIDO et al., 2021; PIAN et al., 2023).

Na presença dos fertilizantes orgânicos, os valores médios de teores de N, K, Ca e Mg na parte aérea da alface americana foram semelhantes entre si, e maiores quando comparados ao controle (Tabela 8). Christel (2017) ao comparar os teores de N e K na parte aérea de espinafre em segundo corte, observou que esses valores eram superiores nos tratamentos fertilizados com compostos farelados fermentados, em relação ao composto orgânico e ao vermicomposto. O teor médio de N foi 31,70 g kg<sup>-1</sup>, este teor está dentro da faixa adequada, que, segundo Trani; Passos; Azevedo-Filho (2014), está entre 30 a 50 g kg planta<sup>-1</sup> de N, e difere estatisticamente do controle, com ausência da fertilização, com 23,80 g kg<sup>-1</sup>. Para se obter alta produtividade de alface americana, os teores de N foliar devem estar acima de 30 g kg<sup>-1</sup>, visto que, em hortaliças folhosas, o desenvolvimento vegetativo é altamente dependente do N (SOUNDY; CANTIFLE, 2001).

Os compostos FMFAr, TMFMj, FAIFT, FAIFAr e TAIFMj resultaram em valores médios de teor de P semelhantes entre si, com média de 6,50 g kg<sup>-1</sup>, esses valores são maiores quando comparados ao composto orgânico FMFT e ao controle, que tiveram valores de 6,11 e 5,51 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. O teor médio do K foi 59,19 g kg<sup>-1</sup> e do Ca foi 11,05 g kg<sup>-1</sup>. Os compostos FMFT, FMFAr, TMFMj e FAIFT, apresentam valores médios de Mg semelhantes entre si, com 3,14 g kg<sup>-1</sup>, superior aos tratamentos com FAIFAr, TAIFMj e o controle, com valores médios de 2,79 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 8). De acordo Trani; Passos; Azevedo-Filho (2014), a faixa ideal dos teores P, K, Ca e Mg para a cultura da alface está entre 3 a 7 g kg<sup>-1</sup>, de 50 a 80 g kg<sup>-1</sup>, de 15 a 25 g kg<sup>-1</sup> e de 4 a 6 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Observa-se que o teor de Ca no tecido vegetal da alface encontra-se aquém da faixa tida como ideal.

**Tabela 7.** Produção e produtividade de massa fresca e seca comercial e da “cabeça” da alface americana, e produção e produtividade de massa fresca e seca comercial de beralha, em função do tipo de composto orgânico farelado fermentado. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47.

Tratamento	-----Alface americana-----						-----Bertalha-----			
	DPA (cm pl <sup>-1</sup> )	Área foliar (cm <sup>2</sup> pl <sup>-1</sup> )	PMFPA (g pl <sup>-1</sup> )	PMFCab (g pl <sup>-1</sup> )	PdMFPA (Mg ha <sup>-1</sup> )	PdMSPA (Mg ha <sup>-1</sup> )	PMFPA (g pl <sup>-1</sup> )	Área foliar (cm <sup>2</sup> pl <sup>-1</sup> )	PdMFPA (Mg ha <sup>-1</sup> )	PdMSPA (Mg ha <sup>-1</sup> )
FMFT	24,5 a	2.696,0 a	334,7 a	244,3 a	66,9 a	3,5 a	87,5 d	693,1 b	17,5 d	1,5 c
FMFAr	25,4 a	2.978,5 a	366,3 a	245,5 a	73,2 a	3,6 a	100,0 c	682,2 b	20,0 c	1,7 c
FMFMj	24,8 a	2.840,0 a	356,6 a	253,5 a	71,3 a	3,9 a	115,9 b	890,3 a	23,2 b	1,9 b
FAIFT	25,0 a	2.823,0 a	335,5 a	237,7 a	67,1 a	3,7 a	109,5 b	860,7 a	21,9 b	1,7 c
FAIFAr	24,9 a	2.952,7 a	354,8 a	264,7 a	70,9 a	3,8 a	127,5 a	931,9 a	25,5 a	2,0 b
FAIFMj	22,0 b	2.580,0 a	322,0 a	245,1 a	64,4 a	3,4 a	137,1 a	901,8 a	27,4 a	2,3 a
Controle	17,7 c	2.282,0 a	200,0 b	140,6 b	40,0 b	2,1 b	81,9 d	607,0 b	16,4 d	1,2 d

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*DPA – Diâmetro da parte aérea. pl – planta. PMFPA – produção massa fresca da parte aérea. PMFCab – produção massa fresca da “cabeça”. PdMFPA – produtividade massa fresca parte aérea. PdMSPA – produtividade massa seca parte aérea.

**Tabela 8.** Teor e quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de alface americana, em função da aplicação de composto farelado fermentado. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	..... Teor (g kg <sup>-1</sup> ) .....				
40%FM60%FT	32,46 a	6,11 b	53,10 a	10,26 a	3,06 a
40%FM60%Far	33,23 a	6,59 a	58,37 a	12,05 a	3,32 a
40%FM60%FMj	31,02 a	6,31 a	68,23 a	12,28 a	3,18 a
40%FAI60%FT	30,18 a	6,91 a	59,51 a	10,95 a	3,02 a
40%FAI60%Far	31,28 a	6,42 a	57,96 a	9,73 a	2,87 a
40%FAI60%FMj	31,85 a	6,91 a	59,47 a	11,23 a	2,93 a
Controle	23,80 b	5,51 b	57,64 a	10,91 a	2,59 a
Tratamentos	..... Quantidade acumulada (kg ha <sup>-1</sup> ) .....				
40%FM60%FT	124,94 a	23,51 a	200,64 a	39,33 a	11,86 a
40%FM60%Far	133,36 a	26,47 a	231,80 a	48,56 a	13,30 a
40%FM60%FMj	134,40 a	27,50 a	295,27 a	53,58 a	13,87 a
40%FAI60%FT	121,86 a	27,94 a	237,60 a	44,24 a	11,97 a
40%FAI60%Far	135,97 a	28,30 a	249,52 a	42,85 a	12,65 a
40%FAI60%FMj	127,70 a	27,72 a	238,64 a	45,57 a	11,90 a
Controle	55,94 b	12,71 b	133,60 b	25,60 b	6,04 b

\* Média seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade; \*\* FM – Farelo de mamona. FAI – Farelo de algodão. FAr – Farelo de arroz. FT – Farelo de trigo. FMj – Farelo de casca de maracujá. Testemunha – ausência de adubação orgânica.

Na presença dos compostos farelados fermentados, os valores médios da quantidade acumulada de N, P, K, Ca e Mg foram semelhantes entre si, com média de 129,70, 26,90, 251,68, 47,02, 12,60 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Esses valores são maiores quando comparado ao controle, com ausência da fertilização com os compostos farelados fermentados, com valores de 55,93, 12,71, 133,60, 25,50 e 6,04 kg ha<sup>-1</sup>, para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente (Tabela 8).

Na presença da fertilização orgânica, os valores da quantidade média acumulada de nutrientes foram superiores ao observado por Santos et al. (2013); Sediya; Santos; Lima (2014); Lima et al. (2015), na alface americana cv Kaiser, com 108,9, 23,6, 104,9, 27,5 e 10,8 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Lopes et al. (2003), investigando cultivares de alface americana, concluiu que a cv Lorca, que resultou em maior produção de massa fresca, teve maior quantidade acumulada, com 114,6, 5,4, 204,6, 53,3 e 10,3 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Semelhantemente ao observado por Grangeiro et al. (2006), o K é nutriente acumulado em maior quantidade pela alface americana, seguido pelo N.

A quantidade acumulada de nutrientes está relacionada aos teores destes nutrientes no fertilizante e a produtividade da cultura, que pode ser influenciada pela aplicação de compostos farelados fermentados (OLIVEIRA, 2015b; HOSHINO et al., 2016; CONDÉ; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017; CORDEIRO et al., 2018). Estes compostos podem ser boas alternativas de fertilização, todavia é importante destacar que sua qualidade varia de acordo com o teor de umidade e de nutrientes na matéria-prima (PIAN et al., 2023), podendo proporcionar alterações nas características do solo, estimulando melhorias na sua qualidade, como o incremento da biodiversidade de microrganismos promotores de crescimento (HIGA; PARR, 1994).

Não foram observadas diferenças em decorrência da aplicação de *T. asperellum*, nem a interação dos tipos de composto farelado fermentado *versus* aplicação de *T. asperellum* para nenhuma das variáveis fitotécnicas da bertalha cultivada em sucessão à alface americana (Tabela A2, ANEXOS). Ao analisar o efeito residual dos compostos orgânicos farelados

fermentados no desempenho da bortalha cultivada em sucessão à alface americana, observou-se que nos tratamentos FMFMj, FAIFT, FAIFAr e FAIFMj, a área foliar da bortalha foi superior, com média de 896,17 cm<sup>2</sup> planta, ao passo que os tratamentos FMFT e FMFAr não diferiram do tratamento controle, com média de 660,8 cm<sup>2</sup> planta (Tabela 7).

Observa-se que todos os compostos farelados fermentados, exceto o FMFT, apresentaram efeito residual aferido a partir do desempenho da bortalha, sendo que as formulações FAIFAr e FAIFMj proporcionaram maior produção e produtividade de massa fresca de 132,3 g planta<sup>-1</sup> e 26,45 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, resultando em incrementos médios de 61,3%, ao passo que a formulação FMFT, não diferiu do controle (Tabela 7). Oliveira (2015b), relatou que incorporação ao solo de compostos farelados fermentados no pré-cultivo da cultura da alface não proporcionou efeitos residuais significativos no desempenho agrônomo da rúcula cultivada em sucessão.

Em estudos com bortalha, Campos et al. (2012), obtiveram produção de 68,07 g planta<sup>-1</sup>, Paiva; Menezes (1989), obtiveram produção de 167,2 a 319,5 g planta<sup>-1</sup>, e Mondal et al. (2011), obtiveram produção de 750,9 g planta<sup>-1</sup>. Lima (2018b), avaliando o efeito residual da fertilização com compostos farelados fermentados em bortalha, cultivado em sucessão à cenoura, na dose equivalente à 400,0 kg N ha<sup>-1</sup>, em dois anos agrícolas, obteve produção de 240,0 e de 80,0 g planta<sup>-1</sup>. Natesh (2019) relatou maior produtividade de bortalha, de 178,2 g planta<sup>-1</sup>, quando fertilizada na dose equivalente à 80,0 kg de N ha<sup>-1</sup>, um aumento de 221% em relação ao controle, sem a fertilização nitrogenada, e 177,40 g planta<sup>-1</sup>, quando fertilizada com dose de 3,0 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco de aves (SALAMI; BABAJIDE, 2017).

Segundo Paiva e Menezes (1989), Brasil (2011), Madeira et al. (2013), Lima (2018b) a produtividade média varia entre 15 a 50,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Para Hossain et al. (2014), a cultura de bortalha responde bem à adubação orgânica, resíduos de usina de biogás, contendo 0,28% de N total, quando aplicado na dose superior a 30,0 Mg ha<sup>-1</sup>, resultou em aumento significativo no crescimento desta planta, superando a fertilização com NPK.

O efeito residual da fertilização da alface americana foi observado na produtividade de massa seca de bortalha, com maiores valores os tratamentos FAIFMj, com 2,3 Mg ha<sup>-1</sup>, seguido pelos tratamentos FMFMj e FAIFAr, com média de 2,0 Mg ha<sup>-1</sup>, nos tratamentos FMFT, FMFAr e FAIFT, a média foi 1,63 Mg ha<sup>-1</sup> e na ausência da fertilização orgânica, este valor foi de 1,2 Mg ha<sup>-1</sup>. A massa seca variou entre 7,3 a 8,5%, Perdomo et al. (2018) obtiveram teor de MS de bortalha em torno de 7,5%.

A área foliar da bortalha foi influenciada pelos compostos, sendo maior nos tratamentos FMFMj, FAIFT, FAIFAr e FAIFMj, com média de 896,2 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>, evidenciando o efeito residual da fertilização na atividade fotossintética desta espécie, com um aumento médio de 47,60% em relação à testemunha, sem fertilização, com 607,0 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> (Tabela 7). Lima (2018b), investigando o efeito residual da fertilização com o composto farelado fermentado FMFT aplicado no pré cultivo de cenoura, no desempenho de bortalha cultivado em sucessão, obteve na dose equivalente à 236,03 kg de N ha<sup>-1</sup>, área foliar média 796 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>, para o cultivo de 2015, e na dose equivalente à 371,5 kg de N ha<sup>-1</sup>, área foliar média de 620 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>, no cultivo de 2016. Mondal et al. (2011), em estudo sobre a aplicação de quitosana em folhas de bortalha, relataram área foliar de 648 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>. Campos et al. (2012), obtiveram área foliar em plantas propagadas por estaquia, de 450 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>.

O efeito residual dos compostos farelados fermentados não proporcionou diferença estatística entre os tratamentos para os teores de N, K e Ca, com valores médios de 17,52; 27,18 e 13,31 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 9). Donald, Sarruge e Sfredo (1983), analisando a dose completa de fertilizante nitrogenado para esta espécie, obtiveram teor médio de 18 g de N planta<sup>-1</sup>. Segundo Vidigal et al. (1995), a adição de matéria orgânica ao solo, via adubos orgânicos, de acordo com seu grau de decomposição, pode ter efeito instantâneo ou residual, dependendo da velocidade do processo de decomposição. O teor de P foi maior nos tratamentos

FMFAr, FAIFT e no controle, com média de 5,8 g planta<sup>-1</sup>. O teor de Mg foi maior nos tratamentos FMFT, FAIFT, FAIFAr e controle, com média de 5,8 g planta<sup>-1</sup>.

Oliveira, Xavier e Duarte (2013), estudando os valores nutricionais desta hortaliça, observaram teores de 29,3, 3,5, 38,7, 20,5 e 5,2 g kg<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Basunia et al. (2020) encontraram teores médios de 10,65, 36,45 e 8,55 g kg<sup>-1</sup> de P, K e Ca, respectivamente, para doses entre 10 e 20 Mg ha<sup>-1</sup> de lodo de biodigestor. Lima (2018b) observou efeito residual em bertalha, onde os teores de N, P e Ca estavam relacionados às maiores doses do composto farelado fermentado aplicados, ao passo que os teores de K e Mg diminuíram em função das maiores doses do composto e do aumento da produtividade da hortaliça. Segundo Donald; Sarruge; Sfredo (1983), o K é de grande importância na formação das folhas de bertalha, e junto com o N, são os nutrientes que mais influenciam no desenvolvimento vegetativo.

Quanto à quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea da bertalha, os maiores valores de N, K e Mg foram observados nos tratamentos com FAIFAr e FAIFMj. Esses resultados estão relacionados à produtividade de massa seca da parte aérea da bertalha, visto que não houve diferença entre os tratamentos para os teores destes nutrientes. As maiores quantidades acumuladas de P foram observadas nos tratamentos FMFMj, FAIFT, FAIFAr e FAIFMj. Não houve diferença estatística para a quantidade acumulada de Ca, para as diferentes fontes de composto farelado fermentado (Tabela 9).

**Tabela 9.** Teor e quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de bertalha, em função da aplicação de composto farelado fermentado. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	Teor (g kg <sup>-1</sup> )				
FMFT	17,15 a	5,37 a	26,32 a	13,09 a	7,87 a
FMFAr	15,85 a	5,62 a	28,36 a	13,05 a	7,39 b
FMFMj	17,80 a	5,34 a	26,07 a	13,28 a	7,37 b
FAIFT	17,73 a	6,02 a	26,08 a	14,14 a	8,59 a
FAIFAr	19,50 a	5,46 a	29,26 a	13,21 a	8,15 a
FAIFMj	18,57 a	4,92 a	28,67 a	10,78 a	7,16 b
Controle	16,05 a	5,76 a	25,55 a	15,65 a	8,32 a
Tratamentos	Quantidade acumulada (kg ha <sup>-1</sup> )				
FMFT	26,56 c	8,29 b	40,65 b	20,40 a	12,19 c
FMFAr	26,55 c	9,34 b	48,24 b	21,69 a	12,33 c
FMFMj	34,25 b	10,26 a	50,95 b	25,47 a	14,18 b
FAIFT	30,82 c	10,28 a	44,53 b	24,21 a	14,73 b
FAIFAr	41,00 a	11,49 a	61,10 a	27,70 a	17,07 a
FAIFMj	43,49 a	11,36 a	67,98 a	25,00 a	16,79 a
Controle	19,99 c	7,19 b	32,03 b	19,46 a	10,37 c

\* Média seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \*\* FM – Farelo de mamona. FA – Farelo de algodão. FAr – Farelo de arroz. FT – Farelo de trigo. FMj – Farelo de casca de maracujá. Testemunha – ausência de adubação orgânica.



#### 4.6 CONCLUSÕES

A atividade microbiana foi inferior nos tratamentos FMFT e FMFAr, em relação aos demais farelos.

A inoculação com *T. asperellum* não resultou no aumento da produção da alface americana e nem na produção da beralha cultivada em sucessão.

A fertilização com composto orgânico farelado fermentado resultou no aumento na produção, na área foliar, na produtividade, teores de nutrientes e na quantidade de nutrientes exportados pela alface americana, submetida ao manejo orgânico, quando comparada à ausência da fertilização.

O FAI, FAr e FMj, apresentam potencial agrônômico para substituir os FM e FT, nas formulações dos compostos orgânicos fermentados, sem prejuízos às culturas.

Os compostos farelados fermentados, FAIFAr e FAIFMj promoveram maior produção e produtividade da beralha cultivada em sucessão à alface americana.

## **5. CAPÍTULO III**

**DESEMPENHO AGROECONÔMICO DE ALFACE CRESPA  
FERTILIZADA COM COMPOSTOS FERMENTADOS, FORMULADOS  
COM FARELOS VEGETAIS DE ORIGEM AGROINDUSTRIAL, E  
SORGO FORRAGEIRO CULTIVADOS EM SUCESSÃO, NAS  
CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO NOROESTE DE MINAS  
GERAIS**

## 5.1 RESUMO

Este trabalho foi conduzido na área do campo experimental do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG, no município de Arinos, Noroeste de Minas Gerais, objetivando-se avaliar o efeito de fontes e de doses de compostos vegetais farelados fermentados, tipo “bokashi”, no desempenho agroecônômico da sucessão envolvendo alface crespa e sorgo forrageiro, submetidos ao manejo orgânico. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, sendo os tratamentos distribuídos em esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos que formaram as parcelas foram constituídos de duas formulações de compostos contendo misturas de matérias-primas de baixa e alta relação C/N: FMFT (farelo de mamona e farelo de trigo) e FAIFMj (farelo de algodão e casca de maracujá); FT e FAI caracterizados por baixa relação C/N e FT e FMj, por alta relação C/N. Os tratamentos que formaram as subparcelas foram constituídos de quatro doses dos compostos, definidas tendo como base o teor de N total contido nas fontes, equivalendo a 0, 50, 100 e 200 kg N ha<sup>-1</sup>, correspondendo a, respectivamente, 0,0; 2,0,0; 4,0 e 8,0 Mg ha<sup>-1</sup> do composto FMFT (base matéria seca) e 0,0; 2,12; 4,23 e 8,47 Mg ha<sup>-1</sup> do composto FAIFMj (base matéria seca). A fertilização foi feita antecedendo ao cultivo da alface crespa (*Lactuca sativa*), cv. Samira e o efeito residual foi verificado por ocasião do cultivo sucessional com o sorgo híbrido forrageiro (*Sorghum bicolor*), SHS 570 Astral. As variáveis analisadas constaram do diâmetro da parte aérea, produção de massa fresca e seca, produtividade de massa fresca, teor e quantidade acumulada N, P, K, Ca e Mg na parte aérea da alface, e análise dos custos de produção. No sorgo, foram determinados produtividade de massa fresca e seca, teor e quantidade acumulada de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea, além do custo de produção. Não foram detectados efeitos interativos (fonte x dose) para as variáveis fitotécnicas analisadas em ambas as espécies. Quanto ao efeito das fontes, foi detectada diferença apenas para a quantidade acumulada de K na parte aérea da alface, sendo maior no tratamento FMFT. Com o aumento da dose de N, houve aumento da produtividade de massa fresca comercial da alface crespa, com incrementos de até 148% na maior dose, no teor e quantidade acumulada de N, quando comparada ao controle, sem a adição de N contido na fonte. Considerando-se que os compostos apresentavam diferentes teores de N e as quantidades aplicadas foram equivalentes, deve-se reportar que as quantidades aplicadas dos compostos foram diferentes. Quanto ao efeito residual dos compostos, estimado a partir do desempenho do sorgo forrageiro, não foram observadas diferenças para as doses e para a interação fontes de fertilizantes *versus* doses formulações, para as variáveis produtividade massa fresca e seca (Mg ha<sup>-1</sup>), teor e quantidade acumulada de N, P, K, Ca e Mg, todavia, para a variável fonte, o teor de N foi maior no tratamento FMFT. O aproveitamento de resíduos vegetais agroindustriais regionalmente disponíveis, como a casca de maracujá e o farelo de algodão, representa uma estratégia agronomicamente eficaz de substituição de matérias-primas tradicionalmente utilizadas na formulação de compostos farelados fermentados utilizados para a fertilização de alface crespa, contribuindo para ampliação da sustentabilidade e redução de custos financeiros em unidades agrícolas orgânicas.

**Palavras-chave:** Olericultura. Agroecologia. Composto Orgânico Tipo “Bokashi”. Farelo de casca de maracujá. Farelo de algodão.

## 5.2 ABSTRACT

This work was conducted in the experimental field area of the Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, in the municipality of Arinos, Northwest of Minas Gerais, aiming to evaluate the effect of sources and doses of fermented mashed vegetable composts, type “bokashi”, on the agroeconomic performance of the succession involving curly lettuce and forage sorghum, subjected to organic management. The experimental design adopted was randomized blocks, with treatments distributed in a split-plot scheme. The treatments that formed the plots were made up of two compost formulations containing mixtures of raw materials with low and high C/N ratios: castor bran (CAB) and wheat bran (WHB) and cotton bran (COB) and passion fruit peel (PFPB); CAB and COB characterized by low C/N ratio and WHB and PFPB by high C/N ratio. The treatments that formed the subplots consisted of four doses of the composts, defined based on the total N content contained in the sources, equivalent to 0, 50, 100 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>, corresponding to, respectively, 0.0; 2.0; 4.0 and 8.0 Mg ha<sup>-1</sup> of the CAB: WHB compost (dry matter basis) and 0.0; 2.12; 4.23 and 8.47 Mg ha<sup>-1</sup> of the COB: PFPB compost (dry matter basis). Fertilization was carried out prior to the cultivation of curly lettuce (*Lactuca sativa*), cv. Samira and the residual effect was verified during successional cultivation with forage hybrid sorghum (*Sorghum bicolor*), SHS 570 Astral. The variables analyzed included the diameter of the aerial part, production of fresh and dry mass, productivity of fresh mass, content and accumulated quantity of N, P, K, Ca and Mg in the aerial part of the lettuce, and analysis of production costs. In sorghum, fresh and dry mass productivity, content and accumulated quantity of N, P, K, Ca and Mg in the aerial part were determined, in addition to the production cost. No interactive effects (source x dose) were detected for the phytotechnical variables analyzed in both species. Regarding the effect of sources, a difference was detected only for the accumulated amount of K in the aerial part of the lettuce, being greater in the CAB: WHB treatment. With the increase in the dose of N, there was an increase in the productivity of commercial fresh mass of curly lettuce, with increases of up to 148% at the highest dose, in the content and accumulated quantity of N, when compared to the control, without the addition of N contained in the source. Considering that the composts had different N contents and the amounts applied were equivalent, it must be reported that the applied amounts of the composts were different. Regarding the residual effect of the composts, estimated based on the performance of forage sorghum, no differences were observed for the doses and for the interaction of fertilizer sources *versus* formulation doses, for the variables fresh and dry mass productivity (Mg ha<sup>-1</sup>), content and accumulated amount of N, P, K, Ca and Mg, however, for the source variable, the N content was higher in the CAB: WHB treatment. The use of regionally available agro-industrial plant residues, such as passion fruit peel and cottonseed bran, represents an agronomically effective strategy for replacing raw materials traditionally used in the formulation of fermented bran composts used for the fertilization of curly lettuce, contributing to the expansion sustainability and reduction of financial costs in organic agricultural units.

**Keywords:** Horticulture. Agroecology. Organic Compost “Bokashi” type: Passion fruit peel bran. Cottonseed bran.

### 5.3 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa*) é uma olerícola herbácea, olerícola, originária do sul da Europa e Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2012), é fonte de sais minerais, vitaminas e fibras (VILAR *et al.*, 2019). Seu cultivo gera em média, cinco empregos por hectare (SALA; COSTA, 2012) e no ano de 2018, ocupou uma área de 15.136 hectares (HORTIFRUTI BRASIL, 2018). Possui ciclo curto (2 a 3 meses) com grande capacidade de produção por área e extração de nutrientes do solo (YURI; RESENDE; SOUZA, 2016). O N, segundo nutriente mais requerido por esta espécie (TRANI; PASSOS; AZEVEDO-FILHO, 2014), quando disponibilizado nas doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo, para tanto é necessária a realização frequente de sua reposição ao solo, visto que apresenta grande dinamismo e transformações químicas e biológicas (MALAVOLTA, 1980).

O esclarecimento dos consumidores quanto aos impactos causados pela produção de alimentos nos sistemas convencionais, têm levado a busca por sistemas agrícolas baseados nos princípios da sustentabilidade ambiental, social e econômica. Os princípios de sustentabilidade são destacados a nível mundial pelos objetivos do desenvolvimento sustentável- ODS (ONU, 2015). Esses sistemas adotam práticas voltadas ao aproveitamento dos recursos locais, implantação de policultivos, utilização de bioinsumos protetores e promotores do crescimento vegetal, utilização de adubação orgânica, espécies de adubação verde e cobertura de solo.

É comum a superdosagem de fertilizantes, com o objetivo de atender à exigência nutricional da alface, o que por vezes pode resultar, além de perdas na qualidade do produto (FILGUEIRA, 2012), desperdício de recursos financeiros, na contaminação das águas subterrâneas (VARNIER *et al.*, 2019), com possibilidade de volatilização de amônia (ROCHA, 2019) e acúmulo de nitrato (BARROS JÚNIOR *et al.*, 2020), com sérias consequências à saúde humana (KESZEI *et al.*, 2013), embora, o acúmulo de nitrato em hortaliças, seja menor naquelas cultivadas no sistema orgânico de produção (GOMIERO, 2018).

Dentre as diversas alternativas de fertilização, destaca-se o aplicação de resíduos orgânicos, e nos últimos anos têm-se crescido o uso e as pesquisas com os compostos fermentados, que além de propor resolver o potencial poluentes dos resíduos orgânicos (WIJAYANTO *et al.*, 2016), podem oferecer consideráveis teores de nutrientes, em especial de N, o que torna tal prática particularmente importante nos sistemas orgânicos de produção (OLIVEIRA *et al.*, 2014a), além de promover incremento produtivo e da matéria orgânica (LASMINI *et al.*, 2018; XAVIER *et al.*, 2019).

Estudos com uma formulação contendo 40% de farelo de mamona (FM) e 60% de farelo de trigo (FT), na proporção de 60:40, o consideraram como Composto Fermentado Análogo ao Padrão (CFAP) (GOULART, 2020; SOUZA JÚNIOR, 2020; PIAN *et al.*, 2023), preparado em condições anaeróbicas, inoculada com o acelerador de compostagem Embiotic<sup>®</sup>, que possui *Lactiplantibacillus plantarum*, uma bactéria do ácido lático (BAL) utilizado como inoculante de silagem (LIU *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2016, 2018), por promover a fermentação láctica, reduzindo o valor de pH, e inibindo o desenvolvimento de enterobactérias e bactérias produtoras de ácido butírico, e a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada na fermentação de alimentos e bebidas (PARAPOULI *et al.*, 2020).

Os compostos fermentados podem proporcionar aumento do teor de matéria orgânica no solo e promover melhorias em suas propriedades químicas, físicas e biológicas (HIGA; PARR, 1994; NISHIO, 1996; XU; WANG; MRIDHA, 2000b; HOMMA, 2005; MURILLO-AMADOR *et al.*, 2015; WIJAYANTO *et al.*, 2016; NIKITIN *et al.*, 2018; PIAN *et al.*, 2023) e na produção de hortaliças (CORDEIRO, 2012; CONDÉ; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017; GOULART *et al.*, 2018; XAVIER *et al.*, 2019). Todavia, a nível de Brasil, estes estudos estão

mais limitados à Baixada Fluminense, sendo necessário expandir os conhecimentos relacionados à diferentes formulações destes compostos na promoção da qualidade dos solos e no rendimento das culturas.

Dentre os cereais mais cultivados no mundo, destaca-se o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), ocupando a quinta posição no Brasil, em especial, nos cultivos de safrinha e na região semiárida (ROSA, 2012). Apresenta mecanismos com vantagens fotossintéticas, morfológicas, com características xerófitas, conferindo-lhe certa tolerância ao estresse hídrico (ANDRADE NETO et al., 2010; RODRIGUES, 2015), além de ser uma cultura de fácil manejo e de ciclo curto (MOURA et al., 2020), muito versátil, utilizada na alimentação humana, animal, na produção agroindustrial (QUEIROZ et al., 2014), produtora de palhada de alta qualidade com baixa taxa de decomposição, proporcionando cobertura do solo por maior período (GUIMARÃES; LANDAU, 2015), além de propriedades alelopáticas, que pode auxiliar no controle de plantas espontâneas (RECALDE et al., 2015).

O Noroeste de Minas, inserido no bioma do cerrado, é o maior produtor de grãos do estado (SEAPA-MG, 2017). Nessa perspectiva, o cultivo de sorgo tem crescido nos últimos anos, como alternativa de plantio de safrinha ou segunda safra (ROSA, 2012). O sorgo safrinha, não tem um período de plantio determinado, em geral, ocorre após o plantio da soja precoce, ou do milho de verão e feijão do período das águas (RODRIGUES, 2015).

Nesse sentido, o objetivo geral deste estudo é avaliar a contribuição da fertilização com compostos farelados fermentados formulados com resíduos vegetais agroindustriais no desempenho agroeconômico de hortaliças submetidas ao manejo orgânico teve como intuito avaliar a produção, a produtividade, o teor e a quantidade de nutrientes acumulados nos tecidos vegetais da alface crespa e do sorgo forrageiro cultivado em sucessão, bem como os rendimentos econômicos destes cultivos.

## 5.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas – IFNMG, Campus Arinos, em Arinos – MG, localizado na latitude 15° 92'S, longitude 46° 13'W Grw e altitude de 520 m, sendo o clima incluído na classificação de Köppen como do tipo Aw (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2019). Embora o cultivo não tenha sido no manejo orgânico, a área encontrava-se em pousio há 8 anos e o manejo experimental priorizou práticas preconizadas na legislação da agricultura orgânica (BRASIL, 2003).

Antes da instalação do experimento no campo, foi realizada a coleta do solo da área experimental, classificado como Latossolo Vermelho, textura argilosa (SANTOS et al., 2018). As amostras foram coletadas na profundidade de 0 – 0,20 m de profundidade, que foram encaminhadas à Nativa Laboratório de Análises Agrícolas, para caracterização química: P, K, Ca e Mg, de acordo com metodologia preconizada pela Embrapa (1997).

O preparo do solo foi feito a partir da aração, gradagem e levantamento dos canteiros com o encanteirador mecânico. Os resultados desta análise, revelaram os seguintes valores: pH em água: 5,7;  $\text{Al}^{++}$ : 0,01 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>;  $\text{Ca}^{++}$ : 3,61 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>;  $\text{Mg}^{++}$ : 1,08 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; P disponível: 7,54 mg dm<sup>3</sup>;  $\text{K}^{+}$ : 162 mg dm<sup>3</sup>; matéria orgânica: 2,7 g kg<sup>-1</sup>. Os resultados não revelaram necessidade de correção da acidez ou a recomendação da adubação potássica. Foram incorporados ao solo uma dose equivalente à 2,47 t ha<sup>-1</sup> de termofosfato magnesiano.

Foram confeccionadas duas formulações de compostos orgânicos farelados fermentados: 40% da massa com matéria-prima com baixa relação C:N (farelo de mamona), contendo 3,48 g kg<sup>-1</sup> de N, misturadas com 60% da massa com matéria-prima com alta relação C:N (farelo de trigo), contendo 2,12 g kg<sup>-1</sup> de N, formando o composto FMFT; 40% da massa com matéria-prima com baixa relação C:N (farelo de algodão), contendo 3,63 g kg<sup>-1</sup> de N, misturada à 60% da massa com matéria-prima com alta relação C:N (farelo de casca de maracujá), contendo 1,55 g kg<sup>-1</sup> de N, formando o composto FAIFMj. Estas formulações foram preparadas em maior volume conforme Siqueira e Siqueira (2013b), e aplicadas nos canteiros com posterior cultivo de alface crespa. (Figura 9).



**Figura 9.** Vista geral do experimento de alface crespa, no momento da aplicação dos compostos orgânicos. Instituto Federal de Educação do Norte de Minas – IFNMG / Arinos.

A aplicação dos compostos farelados fermentados ocorreu no dia 14/07/2020, passados 6 dias foram transplantadas as mudas de alface crespa cultivar Samira, produzidas em bandeja

de isopor 200 células, preenchidas com substrato, transplantadas 30 dias após a semeadura. O delineamento em blocos ao acaso (DBC), com três repetições, sendo análise em esquema de parcelas subdivididas com duas fontes de fertilizantes (FMFT e FAIFMj) na parcela e quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup>) nas subparcelas.

A colheita da alface ocorreu em 25/08/2020, quando foram quantificadas a produção de massa fresca e seca (PMFPA e PMSPA) e produtividade de massa fresca (PdMFPA). A produtividade da alface crespa foi obtida a partir da multiplicação da massa fresca total da parte aérea alface, pela população de plantas extrapoladas para um hectare de canteiros. Subamostras da alface foram pré-secas e encaminhadas para estufa com temperatura de 65°C e circulação forçada de ar, por 48 horas. A massa seca foi determinada e depois passadas em moinho tipo Willey com abertura de malha de 20 mesh, e encaminhadas ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia para a determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg.

Indicadores agroeconômicos foram utilizados para estimar a viabilidade econômica da utilização do composto orgânico farelado fermentado como fertilizante nos cultivos de alface crespa e do sorgo cultivado em sucessão. Os valores utilizados como base e utilizados para o cálculo dos custos de produção, foram levantados na feirinha da agricultura familiar de Arinos – MG, e no programa de aquisição de alimentos – PAA, pela Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. O preço pago pelo consumidor na Feirinha da Agricultura Familiar de Arinos, corresponde a R\$ 2,00 por planta de alface, e pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar- PNAE / Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação- FNDE / Prefeitura Municipal de Urucuia, município vizinho à Arinos, cujo valor pago à unidade de alface era R\$ 2,00. Para facilitar a interpretação dos dados, os cálculos foram feitos para a área de um hectare e para um metro quadrado. Os cálculos foram realizados com base na dose ótima dos fertilizantes.

Para o cálculo, foram empregados os aferidores renda bruta (RB), renda líquida (RL) e índice de lucratividade (IL). A renda bruta (RB) foi calculada tendo em conta a produtividade da cultura, pelo valor verificado do produto pago ao produtor. A renda líquida (RL) foi calculada subtraindo-se os custos (C) de produção (insumos e serviços utilizados) da renda bruta. Os custos foram calculados com base na área de um hectare da cultura da alface crespa. O índice de lucratividade (IL) foi calculado a partir da relação entre a RL e RB, sendo o resultado expresso em percentagem.

Em sucessão à alface crespa, foi cultivado o sorgo híbrido forrageiro (*Sorghum bicolor*), SHS 570 Astral, respeitando o mesmo delineamento experimental do cultivo anterior (Figura 10). O primeiro corte foi realizado aos 63 dias após a semeadura e o segundo corte foi realizado 33 dias após o primeiro corte. Foram avaliados altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule, produtividade de fitomassa aérea, teor de N e quantidade acumulada de N. Foram seguidas a mesma metodologia descritas no item 3.1.

No presente estudo, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, com significância avaliada pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Para comparação das médias, empregou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Estas análises foram realizadas empregando o Programa SISVAR®, versão 5.6 (FERREIR(FERREIRA, 2014)A, 2019). As doses foram analisadas pelo teste F da ANOVA, utilizou-se a análise de regressão linear, as variáveis utilizadas nessa análise foram produção de massa fresca da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) e produtividade de massa fresca da parte aérea (Mg ha<sup>-1</sup>).

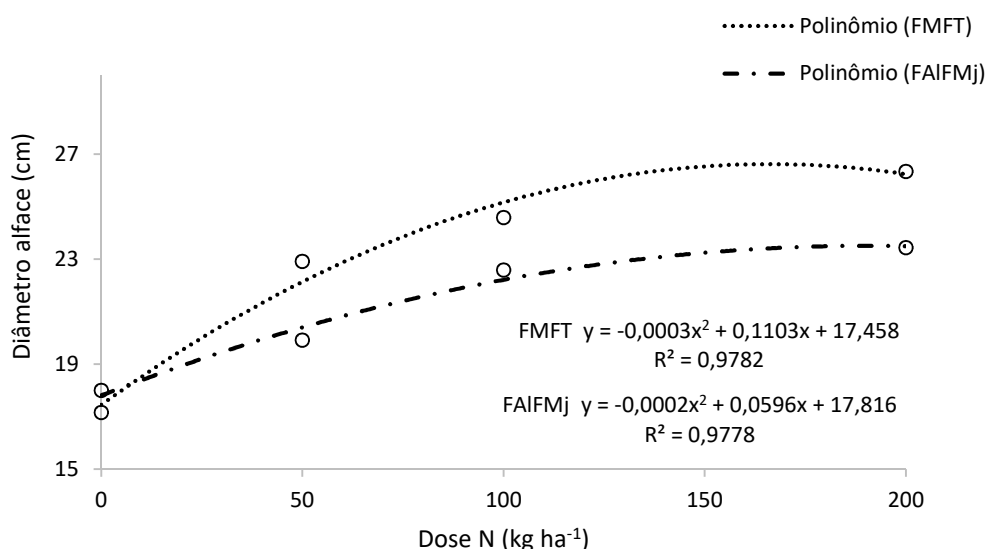




**Figura 10.** Vista parcial do experimento de sorgo forrageiro cultivado em sucessão à alfaca crespas, para avaliação do efeito residual da fertilização. Instituto Federal de Educação do Norte de Minas – IFNMG / Arinos.

## 5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observados efeitos significativos das fontes de fertilizantes, das interações entre fontes de fertilizantes *versus* doses de nitrogênio para as variáveis analisadas (Tabela A3, ANEXOS), exceto sobre o diâmetro da parte aérea da alface (Figura 11) e Tabela 10. Para as doses equivalentes à 0,0 e 100,0 kg N ha<sup>-1</sup> as duas fontes de fertilizantes promoveram diâmetros semelhantes, para as doses 50,0 e 200,0 kg N ha<sup>-1</sup>, a fonte FMFT apresentou maiores valores quando comparados a FAIFMj. Ao realizar o desdobramento em cada fonte de fertilizante, a fonte FMFT nas doses 200,0 e 100,0 kg N ha<sup>-1</sup> resultou valores semelhantes, com o diâmetro maior quando comparado as doses 0,0 e 50,0 kg N ha<sup>-1</sup>. A fonte FAIFMj, nas doses 200,0 e 100,0 kg N ha<sup>-1</sup> resultou em diâmetros semelhantes e estatisticamente superiores aos diâmetros observados nas doses 0,0 e 50,0 kg N ha<sup>-1</sup> (Tabela A4, ANEXOS).



**Figura 11.** Diâmetro da parte aérea de alface crespa (*cv* Samira) em função de fontes e doses de fertilização de compostos fermentados formulados com farelos de mamona e de trigo (FMFT), e de algodão e casca de maracujá (FAIFMj), nas condições climáticas de Arinos – MG. Ano agrícola de 2020.

Quanto as doses dos compostos farelados fermentados, observou-se que à medida que a dose incorporada aumentou, aumentou os valores da produção de massa fresca e de massa seca (Figuras 12) e (Tabela 11), os modelos quadráticos melhor descreveram tais respostas. A produção máxima estimada de matéria fresca e seca foram de, respectivamente, 230,5 e 11,82 g planta<sup>-1</sup>, na dose equivalente à 187,4 kg de N ha<sup>-1</sup>. Estes resultados corroboram com Oliveira (2015b), Pian et al. (2023) e Souza Júnior (2020), que verificaram este mesmo comportamento ao avaliarem o efeito de doses crescentes de compostos farelados fermentados formulados a partir de farelos vegetais em cultivo de rúcula, rúcula e alface americana, respectivamente.

O modelo polinomial quadrático também foi relatado por outros autores que estudavam os efeitos de compostos orgânicos aeróbicos em alface. Yuri et al. (2004), em cultivo de alface americana, observaram produção máxima estimada de 634,3 planta<sup>-1</sup>, na dose equivalente à 561,0 kg de N ha<sup>-1</sup> contido em compostos orgânicos. Oliveira et al. (2006), estimaram a produção máxima de alface crespa, fertilizada com doses crescentes de “cama” de aviário, contendo 3,53% de N, foi 348 g planta<sup>-1</sup>, na dose equivalente à 23 Mg ha<sup>-1</sup>. Steiner, Echer e Guimarães (2012), comparando a fertilização com uma fonte sintética (ureia) e doses de

esterco de suínos e de “cama” de aviário, obtiveram produções máximas de 216,0; 200,0 e 207,0 g planta<sup>-1</sup>, com a aplicação de, respectivamente, 180,0; 200,0 e 230,0 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Maass (2016) relatou que o aumento das doses de composto farelado fermentado resultou no aumento do teor de clorofila em salsa (*Petroselinum crispum*). O N é um elemento que faz parte da molécula de clorofila, responsável pela fotossíntese (TAÍZ; ZEIGER, 2013), essencial ao crescimento vegetal, acúmulo de massa e o aumento da área foliar. Todavia, ainda são escassos os trabalhos experimentais quantitativos envolvendo doses de compostos farelados fermentados em cultivos de hortaliças, de forma a possibilitar estudos de previsão de resposta à fertilização, exceto nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense (LIMA, 2018; XAVIER et al., 2019; SOUZA JÚNIOR, 2020; PIAN et al., 2023).

Os valores de produtividade de massa fresca parte aérea (PdMFA) é equiva à produção média multiplicada pela unidade de área de superfície de terreno de plantio. As doses de 200 e 100 kg de N ha<sup>-1</sup> apresentaram maiores valores de PdMFA quando comparados as doses 50 e 0 kg de N ha<sup>-1</sup>. Estes dados se ajustaram melhor ao modelo quadrático, com valor máximo estimado de 45,6 Mg ha<sup>-1</sup>, na dose de 184,2 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura A1, ANEXOS). Este comportamento foi também observado por Pian et al. (2023), com produtividade máxima de rúcula na dose de 385,00 kg de N ha<sup>-1</sup> contido em composto fermentado à base de FT, FM e casca de café, e de 232,00 kg de N ha<sup>-1</sup> contido em composto fermentado à base de FM, FT e capim elefante.

**Tabela 10.** Variáveis fitotécnicas de alface crespa, submetida à fertilização com compostos farelados fermentados em doses crescentes, nas condições do Noroeste de Minas Gerais. 2020.

Variável		Doses				Média
		0	50	100	200	
Diâmetro (cm planta <sup>-1</sup> )	FMFT	17,2 Ac	22,9 Ab	24,6 Aba	26,3 Aa	22,8 A
	FAIFMj	18,0 Ac	19,91 Bbc	22,6 Aab	23,4 Ba	21,0 A
	Média	17,6 c	21,4 b	23,6 ba	24,9 a	
PMFA (g planta <sup>-1</sup> )	FMFT	91,3 Ac	168,1 Ab	213,3 Aba	242,9 Aa	178,9 A
	FAIFMj	94,2 Ac	142,9 Abc	188,7 Aba	216,7 Aa	160,6 A
	Média	92,7 c	155,5 b	201,0 a	229,8 a	
PMSA (g planta <sup>-1</sup> )	FMFT	4,8 Ac	8,4 Ab	10,9 Aba	12,5 Aa	9,1 A
	FAIFMj	4,9 Ac	7,5 Abc	10,3 Aba	12,3 Aa	8,8 A
	Média	4,9 d	7,9 c	10,6 b	12,4 a	
PdMFA (Mg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	18,2 Ac	33,6 Ab	42,7 Aba	48,6 Aa	35,8 A
	FAIFMj	18,8 Ac	28,6 Acb	37,7 Aba	43,3 Aa	32,1 A
	Média	18,5 c	31,1 b	40,2 a	45,9 a	
Teor de N (g kg <sup>-1</sup> ) (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	25,1 Ab	24,5 Aba	31,1 Aba	35,3 Aa	29,0 A
	FAIFMj	24,2 Aa	25,4 Aa	30,1 Aa	30,1 Aa	27,4 A
	Média	24,6 b	24,9 b	30,6 ba	32,7 a	
Qde acum. de N (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	23,9 Ab	41,6 Ab	68,4 Aa	88,1 Aa	55,5 A
	FAIFMj	23,8 Ab	38,0 Ab	62,2 Aa	72,7 Aa	49,2 A
	Média	23,8 b	39,8 b	65,3 a	80,4 a	
Teor de P (g kg <sup>-1</sup> ) (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	6,6 Aa	7,2 Aa	7,2 Aa	7,5 Aa	7,1 A
	FAIFMj	5,8 Aa	6,1 Aa	6,7 Aa	6,7 Aa	6,3 A
	Média	6,2 a	6,6 a	6,9 a	7,1 a	
Qde acum. de P (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	6,3 Ac	12,1 Ab	15,7 Aba	18,9 Aa	13,2 A
	FAIFMj	5,7 Ac	9,2 Acb	13,9 Aba	16,2 Aa	11,3 A
	Média	6,0 c	10,6 b	14,8 a	17,6 a	

Continua...

Continuação da Tabela 10.

Variável		Doses				
		0	50	100	200	Média
Teor de K (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	42,8 Aa	48,0 Aa	57,0 Aa	57,6 Aa	51,4 A
	FAIFMj	42,8 Aa	54,9 Aa	57,3 Aa	64,6 Aa	54,9 A
	Média	42,8 a	51,5 a	57,4 a	60,8 a	
Qde acum. de K (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	42,58 Ac	80,3 Acb	114,4 Aba	158,6 Aa	97,9 A
	FAIFMj	41,5 Ac	80,8 Acb	126,3 Aba	142,9 Aa	99,0 A
	Média	42,00 c	80,6 b	120,35 a	150,8 a	
Teor de Ca (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	12,3 Aa	12,3 Aa	11,3 Aa	12,1 Aa	12,0 A
	FAIFMj	13,3 Aa	11,8 Aa	11,9 Aa	11,4 Aa	12,1 A
	Média	12,8 a	12,0 a	11,6 a	11,7 a	
Qde acum. de Ca (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	11,8 Ab	20,6 Aba	24,4 Aa	30,2 Aa	21,8 A
	FAIFMj	13,3 Ab	17,6 Aba	25,3 Aba	28,2 Aa	21,1 A
	Média	12,55 c	19,1 bc	24,9 ba	29,2 a	
Teor de Mg (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	3,2 Aa	4,3 Aa	3,9 Aa	3,5 Aa	3,7 A
	FAIFMj	3,5 Aa	3,0 Ab	3,1 Aa	2,8 Aa	3,1 A
	Média	3,4 a	3,7 a	3,5 a	3,2 a	
Qde acum. de Mg (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	3,0 Ab	7,4 Aba	8,3 Aa	8,8 Aa	6,9 A
	FAIFMj	3,5 Aa	4,5 Aa	6,5 Aa	6,9 Aa	5,4 A
	Média	3,3 b	6,0 ba	7,4 a	7,9 a	

\*Letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas são estatisticamente significativas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). FMFT - Composto fermentado à base de farelo de mamona e de trigo. FAIFMj - Composto farelado fermentado à base de farelo de algodão e de casca de maracujá.

Em estudo investigando o desempenho da alface americana submetida à adubação com diferentes compostos orgânicos, Sediya et al. (2016), relataram que doses próximas à 800 kg N ha<sup>-1</sup> resultaram em produtividade máxima de 70 Mg ha<sup>-1</sup>. Brzezinski et al. (2017), avaliando dois sistemas de cultivos, sob dose de 80 kg N ha<sup>-1</sup> na forma de ureia, alcançaram produtividade para a Cv. Angelina de 35 Mg ha<sup>-1</sup>.

A alface é uma espécie que responde bem à adubação orgânica. Com base nas equações da Figura A1 (ANEXOS), estima-se que, em média, para cada kg de N aplicado, contido no composto farelados fermentado, tem-se incremento de 0,247 Mg de alface crespa. Destaca-se que a dose de 184,2 kg de N ha<sup>-1</sup> equivale à 409,0 kg de ureia ha<sup>-1</sup>, levando-se em consideração que na agricultura orgânica não é permitido o uso de fertilizantes sintéticos e de alta solubilidade (BRASIL, 2003). O emprego de fontes renováveis, viabilizando a ciclagem de nutrientes obtidos na unidade agrícola ou localmente, é uma estratégia importante que pode viabilizar a fertilização nas unidades produtivas, possibilitando ainda a economia na aquisição ou produção destes fertilizantes orgânicos.

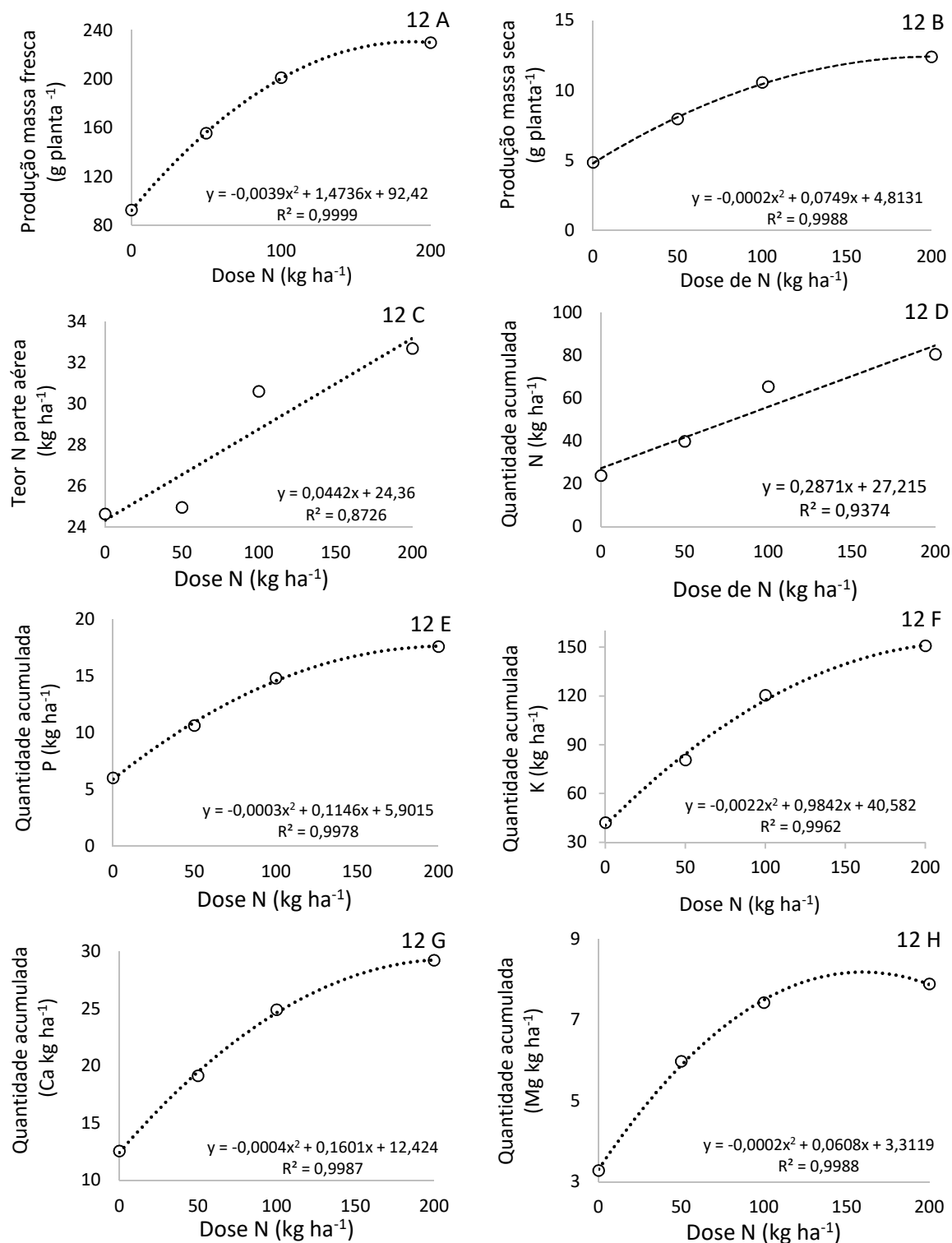
Cabe ressaltar, que a matéria orgânica do solo deve ser manejada não apenas para promover aumento da produtividade, mas também o seu incremento no solo, uma tarefa especialmente difícil em regiões tropicais, onde sua degradação é acelerada. Porém, o aumento do aporte de matéria orgânica do solo estimula a atividade microbiana e os mecanismos envolvidos neste processo é denominado efeito *priming*, que a decomposição microbiana da matéria orgânica nativa do solo, em decorrência às entradas de carbono fresco, que constitui um componente-chave do ciclo global de (GUENET et al., 2018; SAYER et al., 2021). Se por um lado, a introdução de fontes de C orgânico facilmente assimiláveis pode não provocar efeito sobre a mineralização da MOS, em contrapartida, materiais fontes de C mais recalcitrantes podem causar o efeito de *priming* (BASTIDA et al., 2019).

Ao analisar os efeitos das doses dos compostos farelados fermentados no teor de N presente na matéria seca da parte aérea da alface crespa, através da análise de regressão,

observou-se que o melhor ajuste foi o modelo linear crescente, com valor máximo de 33,2 g de  $\text{kg}^{-1}$  (Figura 12 C). Oliveira (2015b) , ao avaliar o teor de N na matéria seca de rúcula fertilizada com compostos farelados fermentados FMFT, observou comportamento quadrático dos dados. Segundo Trani, Passos e Azevedo-Filho (2014) a faixa adequada para o N nas folhas de alface varia de 30 a 50 g  $\text{kg}^{-1}$ , sendo o segundo nutriente mais exigido pela cultura da alface, atrás apenas do K (TRANI; PASSOS; AZEVEDO-FILHO, 2014). Na cultura da alface, o seu manejo requer atenção especial, devido ao risco de lixiviação, em consequência de sua alta solubilidade, somada ao fato de que é absorvido em maior quantidade na fase final do ciclo (YURI; RESENDE; SOUZA, 2016).

Ao interpretar os efeitos das doses dos fertilizantes orgânicos na quantidade acumulada de nutrientes na da matéria seca da parte aérea da alface crespa, observou-se diferença significativa para as variáveis: quantidades acumuladas de N, P, K, Ca e Mg. As maiores quantidades acumuladas de P, Ca e K foram observados na dose de 200,0 kg N  $\text{ha}^{-1}$ . Para quantidade acumulada de N e Mg, as doses de 100 e 200 kg N  $\text{ha}^{-1}$  obteve maiores valores, em relação às demais (Tabela 10).

Para a quantidade acumulada de N na parte aérea da alface crespa, pela análise de regressão, observou-se que melhor ajuste matemático foi o modelo linear crescente, com valor máximo de 84,6 kg N  $\text{ha}^{-1}$  (Figura 12 D). Para as quantidades acumuladas de P, K, Ca e Mg, pela análise de regressão, o melhor ajuste foi o modelo polinomial quadrático, com 16,8 kg P  $\text{ha}^{-1}$ , 135,7 kg de K  $\text{ha}^{-1}$ , 28,4 kg Ca  $\text{ha}^{-1}$  e 7,93 kg Mg  $\text{ha}^{-1}$  para as doses de 191,0; 194,7; 135,7; 200,0 e 152,0 Kg N  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente (Figuras 12 E, 12 F, 12 G e 12 H). O modelo quadrático também foi relatado por Souza Júnior (2020), ao investigar a quantidade máxima acumulada de nutrientes na alface americana fertilizada com composto contendo farelo de mamona, que foi de de 167,0 kg N  $\text{ha}^{-1}$ , 35,0 kg P  $\text{ha}^{-1}$ , 355 kg K  $\text{ha}^{-1}$ , 63,0 Kg Ca  $\text{ha}^{-1}$  e 16,0 kg Mg  $\text{ha}^{-1}$ , para as doses de, respectivamente, 343,0, 283,0, 207,0, 229,0 e 251,0 kg N  $\text{ha}^{-1}$ .



**Figura 12.** Análise de regressão quadrática das variáveis produção de massa fresca planta inteira (g planta<sup>-1</sup>) (6 A) e de massa seca planta inteira (g planta<sup>-1</sup>) (6 B), teor de N (6 C), quantidade acumulada de N (6 D), quantidade acumulada de P (6 E), quantidade acumulada de K (6 F), quantidade acumulada de Ca (6 G) e quantidade acumulada de Mg (6 H) na alface crespa, valores médios para as diferentes doses de N contidos com base nos compostos FMFT e FAIFMj.

Quantidades expressivas de N são exportadas dos solos, em especial em áreas de cultivo de hortaliças, onde o cultivo é intensivo, com várias colheitas no ano por unidade de área, sendo necessárias adições regulares desse nutriente, somado ao seu alto dinamismo no solo, com várias transformações químicas e biológicas, resultando em perdas (MALAVOLTA, 1980). O K é o nutriente mais exportado pelas plantas de alface (TRANI; PASSOS; AZEVEDO-FILHO, 2014), está relacionado à qualidade do produto, aos processos fotossintéticos, enzimáticos, ao controle osmótico, ao transporte de carboidratos, à abertura e fechamento dos estômatos (MOTA; CANO, 2016).

A aplicação de fertilizantes orgânicos podem ser uma boa alternativa, resultando em rendimentos semelhantes ou até maior, para a cultura de alface (HERNÁNDEZ et al., 2016). Ressalta-se ainda os efeitos benéficos às propriedades físicas e microbiológicas do solo, que os fertilizantes orgânicos podem promover, influenciando na produção agrícola (HERNÁNDEZ et al., 2014) e diminuir a lixiviação de nutrientes para fora do alcance do sistema radicular (LIANG et al., 2013).

É importante salientar que as fontes locais utilizadas como matérias-primas para a confecção do composto farelado fermentado, o farelo de algodão, subproduto de usinas de beneficiamento, são facilmente encontrados na região Noroeste de Minas, e o farelo de casca de maracujá, subproduto da agroindústria de processamento de frutos, instalada nas dependências do IFNMG - Arinos, se mostraram tão efetivas quanto às fontes tradicionalmente usadas na confecção deste tipo de composto farelado fermentado, o farelo de mamona e de trigo, o que pode tanto diminuir o custo da fertilização orgânica, bem como facilitar o acesso do agricultor às matérias-primas.

Ao analisar o desempenho agrônômico do sorgo forrageiro cultivado em sucessão à alface crespa, não se observou interação entre tipo de composto orgânico *versus* dose para a produtividade de massa fresca e seca, teores e quantidades acumuladas de N, P, K, Ca e Mg. Para esta cultura, não foi realizada nenhuma adubação, tendo as plantas desenvolvido apenas com o efeito residual da fertilização realizada no cultivo anterior (Tabela 11).

Em relação à produtividade massa fresca do sorgo, constatou-se que os resultados tanto para as fontes, quanto para as doses de N total, apresentaram valores médios de 36,15 Mg ha<sup>-1</sup>, semelhantes de acordo com o teste F da análise de variância (Tabela 11). Este valor é próximo ao obtido por Gontijo Neto et al. (2019), que avaliaram sorgo forrageiro consorciado com capim Marandu, no município de Unaí, Noroeste de Minas, e verificaram produtividade de massa fresca, de 35,5 Mg ha<sup>-1</sup>, em único corte, numa situação de forte verânico durante o período vegetativo. É possível alcançar produtividades de cerca de 30 t ha<sup>-1</sup> de matéria fresca, em um corte, com potencial de até 90 Mg ha<sup>-1</sup> em três cortes (EMBRAPA, 2008). Ferreira et al. (2012), obtiveram em Areia, PB, em condições de sequeiro, produtividade de massa fresca de 42,9 Mg ha<sup>-1</sup>.

Para a produtividade de massa seca de sorgo- PdMSS (t ha<sup>-1</sup>), as doses de N não resultaram em incremento promovido pelo efeito residual dos compostos farelados fermentados (Tabela 11). Pian et al. (2023), também não identificaram efeito residual de compostos fermentados à base de farelos de mamona e trigo; farelo trigo, casca de café e gliricídia; e farelo de trigo, capim elefante e gliricídia, no desempenho de alface crespa. A PdMSS média foi de 5,7 Mg ha<sup>-1</sup>, próxima à relatada por Torres et al. (2005), de 4,0 Mg ha<sup>-1</sup>, em corte na fase de floração, e por Torres e Pereira (2008), de 4,0 e 7,1 Mg ha<sup>-1</sup>, em dois ciclos consecutivos, em Uberaba – MG. Outros autores relataram valores entre de 4,5 a 21 Mg ha<sup>-1</sup> (RODRIGUES FILHO et al., 2006; EMBRAPA, 2008; ALBUQUERQUE et al., 2013), a 50 Mg ha<sup>-1</sup> (PARRELLA, 2011).

**Tabela 11.** Efeito do tipo de composto orgânico, doses N, e da interação tipo de composto *versus* doses, nas variáveis produtividade de massa fresca e seca, teor e quantidade acumulada de N, P, K, Ca e Mg do sorgo forrageiro cultivado em sucessão à cultura da alface.

Tratamento	Dose				Média
	0	50	100	200	
PdMFS (Mg ha <sup>-1</sup> )					
FMFT	27,9 Aa	38,3 Aa	40,4 Aa	44,8 Aa	37,9 A
FAIFMj	28,1 Aa	32,7 Aa	35,3 Aa	41,7 Aa	34,4 A
Média	28,0 a	35,5 a	37,8 a	43,3 a	
PdMSS (Mg ha <sup>-1</sup> )					
FMFT	4,2 Aa	6,0 Aa	6,1 Aa	6,9 Aa	5,8 A
FAIFMj	4,3 Aa	5,7 Aa	5,8 Aa	6,7 Aa	5,6 A
Média	4,3 a	5,8 a	6,0 a	6,8 a	
Teor de N (g planta <sup>-1</sup> )					
FMFT	13,3 Aa	14,3 Aa	14,6 Aa	16,9 Aa	14,8 A
FAIFMj	13,4 Aa	12,8 Aa	13,8 Aa	12,8 Ba	13,2 B
Média	13,4 a	13,6 a	14,2 a	14,8 a	
Teor de P (g planta <sup>-1</sup> )					
FMFT	2,4 Aa	2,2 Aa	2,1 Aa	1,8 Aa	2,1 A
FAIFMj	2,7 Aa	2,5 Aa	2,3 Aa	2,3 Aa	2,4 A
Média	2,6 a	2,3 a	2,2 a	2,1 a	
Teor de K (g planta <sup>-1</sup> )					
FMFT	35,6 Aa	33,0 Aa	31,7 Aa	30,7 Aa	32,8 A
FAIFMj	33,2 Aa	32,3 Aa	36,0 Aa	33,6 Aa	33,8 A
Média	34,4 a	32,7 a	33,8 a	32,1 a	
Teor de Ca (g planta <sup>-1</sup> )					
FMFT	3,0 Aa	2,8 Aab	2,4 Ab	2,7 Aab	2,75 A
FAIFMj	2,9 Aa	2,8 Aa	2,8 Aa	2,8 Aa	2,8 A
Média	2,9 a	2,8 a	2,6 a	2,6 a	
Teor de Mg (g planta <sup>-1</sup> )					
FMFT	3,2 Aa	3,2 Aa	2,6 Aa	2,7 Aa	2,9 A
FAIFMj	2,6 Ba	2,6 Ba	2,48 Aa	2,5 Aa	2,5 A
Média	2,9 a	2,9 a	2,5 a	2,6 a	
Quantidade acumulada N (Mg ha <sup>-1</sup> )					
FMFT	56,0 Ab	89,1 Aab	89,9 Aab	115,5 Aa	87,6 A
FAIFMj	57,7 Aa	73,3 Aa	80,1 Aa	86,1 Aa	74,3 A
Média	56,9 a	81,6 a	84,6 a	100,8 a	
Quantidade acumulada P (Mg ha <sup>-1</sup> )					
FMFT	10,3 Aa	12,9 Aa	12,3 Aa	12,6 Aa	12,0 A
FAIFMj	11,5 Aa	14,0 Aa	13,8 Aa	15,5 Aa	13,7 A
Média	10,9 a	13,5 a	13,0 a	14,1 a	
Quantidade acumulada K (Mg ha <sup>-1</sup> )					
FMFT	156,3 Aa	197,2 Aa	192,1 Aa	211,3 Aa	189,2 A
FAIFMj	144,2 Aa	184,3 Aa	211,0 Aa	224,8 Aa	191,0 A
Média	150,2 a	190,7 a	201,5 a	218,0 a	

Continua...



Continuação da Tabela 11.

Tratamento	Dose				Média
	0	50	100	200	
Quantidade acumulada Ca (Mg ha <sup>-1</sup> )					
FMFT	13,1 Aa	17,0 Aa	14,8 Aa	18,9 Aa	15,9 A
FAIFMj	12,5 Aa	16,2 Aa	15,9 Aa	18,7 Aa	15,8 A
Média	12,7 a	16,6 a	15,1 a	17,7 a	
Quantidade acumulada Mg (Mg ha <sup>-1</sup> )					
FMFT	14,1 Aa	18,2 Aa	15,7 Aa	18,4 Aa	16,6 A
FAIFMj	11,3 Aa	14,9 Aa	14,5 Aa	16,9 Aa	14,4 B
Média	12,7 a	16,6 a	15,1 a	17,7 a	

\*: Letras distintas minúsculas nas colunas são estatisticamente significativas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); PdMFS: Produtividade massa fresca sorgo. PdMSS: Produtividade massa seca sorgo.

Albuquerque et al. (2013), avaliando o desempenho de diferentes cultivares de sorgo forrageiro em Nova Porteirinha, semiárido mineiro, obtiveram produtividade de matéria seca entre 9,74 a 14,69 Mg ha<sup>-1</sup>, sob adubação de base de 350 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-30-10 e adubação de cobertura com 200 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia) e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio). Cabe destacar que os valores de produtividade de sorgo forrageiro relatados acima não foram obtidos sob adubação residual, ao contrário do presente trabalho.

O sorgo é uma espécie de interesse agrônomo, que consegue se desenvolver bem quando as temperaturas na região Noroeste de Minas encontram-se mais elevadas. Destaca-se ainda que seu sistema radicular explora diferentes profundidades do solo, e a parte aérea pode tanto ser utilizada para a cobertura do solo, quanto para a forragem para animais, fornecida *in natura* no cocho ou na forma de feno e silagem, sendo uma alternativa para o período de seca.

Considerando que a produtividade de 6,0 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca palhada proporciona adequada cobertura do solo (DAROLT, 1998), apenas as doses de 100 e 200 kg N ha<sup>-1</sup> atenderam a esta premissa, embora não tenha diferido das demais doses. O sorgo é uma espécie bastante utilizada como planta de cobertura do solo, especialmente no sistema de rotação de cultura com outras espécies, além das vantagens como a rusticidade, baixo custo de produção e possibilidade de produção de grande quantidade de biomassa (MAGALHÃES; SOUZA; SCHAFFERT, 2015). Seu cultivo é eficaz no controle de algumas plantas espontâneas, devido sua produção de propriedades alelopáticas (SANTOS et al., 2012; RECALDE et al., 2015), um complexo de substâncias lipídicas e proteínas denominadas sorgoleone, cujo principal componente exsudado pelas raízes de sorgo, é o 2-hidroxi-5-metoxi-3-[(Z,Z)-8',11',14'-pentadecatrieno]-p-benzoquinona (DAYAN, 2006).

Ao analisar o efeito das diferentes fontes de N nos teores dos macronutrientes analisados, observou-se diferença apenas para o N, com incremento de 11% no tratamento FMFT (14,8 g kg<sup>-1</sup>) × FAIFMj (13,2 g kg<sup>-1</sup>). Os valores médios dos teores de P, K, Ca e Mg (g kg<sup>-1</sup>), foram de 2,3; 33,3; 2,7 e 2,7 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 11). Cabe destacar que o sorgo foi colhido aos 60 dias após o plantio, no momento da floração, quando a planta já absorveu cerca de 65% de N, 60% de P e 80% de K (RODRIGUES, 2015). Na fase de emborrachamento, anterior à fase de floração, quando a planta apresenta máxima área foliar, os valores médios de N, P, K, Ca e Mg, devem ser de 23,1 a 29,0; 4,4; 13,0 a 30,0; 2,1 a 8,6; 2,6 a 3,8, respectivamente (MARTINEZ, CARVALHO, SOUZA, 1999).

Os baixos teores de N se explicam pela grande exportação de N pela cultura principal, somadas às possibilidades de perdas deste nutriente por lixiviação e volatilização (MALAVOLTA, 1980). Fracetto (2009), estudando a emissão de N<sub>2</sub>O em farelo de mamona aplicada ao solo, sob condições de incubação em laboratório, constatou emissão acumulada aproximada de 600 mg N-N<sub>2</sub>O m<sup>2</sup> de solo h<sup>-1</sup>, nos primeiros 15 dias após a adubação. Silva et al. (2017) relataram maior perda de nitrato por lixiviação, em solo fertilizado com farelo de

mamona, quando comparado à fertilização com água residuária de bovinocultura de leite. Quanto ao P, no momento do preparo da área para o cultivo da cultura principal, se encontrava com teores médios, e não foi realizada adubação de plantio, tampouco a adubação no cultivo do sorgo. Não foram observadas diferenças nos teores de N, P, K, Ca e Mg, para as doses de N.

Ao analisar o efeito das diferentes fontes de N para a quantidade acumulada de Mg, observou-se que foi para a fonte de N FMFT, superior em 13,2% (16,6 kg ha<sup>-1</sup>), ao passo que para a fonte FAIFMj, a quantidade acumulada foi de 14,4 kg Mg ha<sup>-1</sup>. Os valores médios obtidos de N, P, K, Ca e Mg foram de, respectivamente: 80,95; 12,85; 190,1 e 15,85 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 11). Silva (2002), relatou quantidade acumulada de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea de sorgo com idade próxima à do presente estudo, de respectivamente 101,1; 29,5; 133,3; 38,0 e 33,4 kg ha<sup>-1</sup>. Padovan et al. (2016), em experimento em Dourados – MS, relataram quantidade acumulada de 100,5; 11,2; 129,8; 29,2 e 40,7 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. A remoção da biomassa aérea do sorgo promove grande exportação de nutrientes do solo, em especial de N e K (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Ao analisar os dados obtidos na rebrota do sorgo forrageiro, observou-se que não houve interação entre os tipos de fertilizantes × doses, não houve diferença entre as fontes de N e nem para as doses dos fertilizantes para a produtividade da matéria fresca e seca, teor de N e quantidade acumulada de N (Tabela 12). A produtividade média de massa fresca foi de 13,60 Mg ha<sup>-1</sup>, 37,60% do valor médio obtido no primeiro corte. Enquanto a produtividade média de massa seca foi de 2,05 Mg ha<sup>-1</sup>, 36,0% da obtida no primeiro corte.

A capacidade de rebrota do sorgo se dá pela alta capacidade desta espécie conservar ativo seu sistema radicular (REZENDE et al., 2011). Seu potencial de rebrota depende da sanidade da planta, do material genético, do número de perfilhos formados, da disponibilidade hídrica e do ambiente a produtividade varia entre 40 a 60% da produtividade obtida no primeiro corte (MAGALHÃES; SOUZA; SCHAFFERT, 2015; DE PAULA, 2016), alguns híbridos, esse percentual pode superar 90% da produtividade do primeiro corte (TOMICH et al., 2003). A rebrota do sorgo é empregada principalmente como fitomassa de cobertura morta do solo, no sistema de plantio direto (FOLONI et al., 2008).

**Tabela 12.** Efeito do tipo de composto orgânico, doses N, e da interação tipo de composto orgânico *versus* doses, nas variáveis produtividade massa fresca e seca, teores e quantidades acumuladas de N, na rebrota do sorgo forrageiro cultivado em sucessão à cultura da alface crespa. IFNMG – Arinos, 2020.

Tratamento	Dose				Média
	0	50	100	200	
	PdMFS (Mg ha <sup>-1</sup> )				
TMFT	13,7 Aa	13,1 Aa	14,9 Aa	12,7 Aa	13,6 A
TAIFMj	13,2 Aa	12,3 Aa	13,9 Aa	15,1 Aa	13,6 A
Média	13,5 a	12,7 a	14,4 a	13,9 a	
PdMSS (Mg ha <sup>-1</sup> )					
TMFT	2,1 Aa	2,0 Aa	2,2 Aa	2,0 Aa	2,1 A
TAIFMj	1,9 Aa	1,8 Aa	2,0 Aa	2,1 Aa	2,0 A
Média	2,0 a	1,9 a	2,1 a	2,1 a	
Teor de N (g kg <sup>-1</sup> )					
TMFT	13,5 Aa	13,3 Aa	12,7 Aa	14,3 Aa	13,4 A
TAIFMj	13,5 Aa	12,2 Aa	11,8 Aa	11,7 Aa	12,3 A
Média	13,5 a	12,8 a	12,2 a	13,0 a	

Continua...

Continuação da **Tabela 12.**

Tratamento	Dose				
	0	0	0	0	0
Quantidade acumulada N (kg ha <sup>-1</sup> )					
TMFT	27,3 Aa	27,0 Aa	27,8 Aa	29,0 Aa	27,8 A
TAIFMj	25,2 Aa	22,5 Aa	24,8 Aa	24,9 Aa	24,4 A
Média	26,2 a	24,8 a	26,3 a	26,9 a	

Letras distintas maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas são estatisticamente significativas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). PdMFS: Produtividade massa fresca sorgo. PdMSS: Produtividade massa seca sorgo.

A análise da viabilidade agroeconômica da alface crespa fertilizada com o composto FMFT, mostrou que este fertilizante onerou a produção em 40,00% do valor total do custo de produção, seguido pelos custos da produção de mudas, em 25,77%, os custos da mão-de-obra, em 21,62% e o aluguel das máquinas e implementos para o preparo do solo, em 6,30%. Estes valores estão próximos ao observado por Lima (2018b), que relatou custo da fertilização com o composto FMFT em cultivo de cenoura, de 48% do custo total. Ao analisar a viabilidade agroeconômica do tratamento fertilizado com o composto FAIFMj, observa-se que este fertilizante representou 28,75% do custo total, atrás do custo da produção de mudas de alface, com 30,60% do valor total, os custos com a mão de obra representaram 25,7% do valor total e o aluguel de máquina e implementos para o preparo do solo, representou 7,49% dos custos totais (Tabela 13).

Alfalicultura é uma atividade reconhecida pela capacidade de empregar mão-de-obra rural (SALA; COSTA, 2012), em especial em sistemas de produção orgânico, Miguel et al. (2010), relataram custo relativo de produção de 30,6% com a mão-de-obra. Segundo Barros Júnior et al. (2020), os custos de produção de alface crespa com a mão-de-obra: 32,6%, a aquisição de mudas: 28,1%, máquinas e implementos: 16,2%, fertilizantes minerais: 8,0% e defensivos: 6,9%.

Ao analisar a viabilidade agroeconômica da alface crespa cultivada na ausência da fertilização com os compostos farelados fermentados, observa-se que a produção de mudas representa 44,50% do custo de produção, a mão-de-obra representou 37,33% do custo total de produção, seguido pelo custo de aluguel de máquinas para o preparo da área, com 10,9%.

**Tabela 13.** Custo de produção do cultivo de alface crespa e do sorgo forrageiro em sucessão, submetidos ao manejo orgânico em função de doses de composto farelado fermentado. IFNMG – Arinos, 2020.

Atividade	Custo produção da alface			
	Unidade	Preço unidade	Custo m <sup>-2</sup>	Custo ha <sup>-1</sup>
Preparo da área	Hora máquina <sup>-1</sup>	140,00	0,182	1.820,00
Produção das mudas	Bandeja	6,76	0,7437	7.437,57
Distribuição do composto canteiros	Homem dia <sup>-1</sup>	60,00	0,06	600,00
Instalação da irrigação	Homem dia <sup>-1</sup>	60,00	0,024	240,00
Plantio	Homem dia <sup>-1</sup>	60,00	0,15	1.500,00
Capina	Homem dia <sup>-1</sup>	60,00	0,30	3.000,00
Colheita	Homem dia <sup>-1</sup>	60,00	0,09	900,00

Continua...

Continuação da Tabela 13.

Atividade	Custo produção da alface			
	Unidade	Preço unidade	Custo m <sup>-2</sup>	Custo ha <sup>-1</sup>
Energia elétrica	Kwh	0,45	0,0315	315,00
Transporte	km	1,00	0,15	1.500,00
Composto FMFT	kg	1,46	1,10	11.547,13
Composto FAIFMj	kg	0,804	0,638	6.988,16
Total custo dose ótima FMFT			2,88	28.859,70
Total de custo dose ótima FAIFMj			2,43	24.300,73
Controle (ausência de fertilização)			1,67	16.712,57
Atividade	Custo produção do sorgo forrageiro			
Semente	Pacote	169,00	0,01	169,00
Plantio	Homem dia <sup>-1</sup>	60,00	0,06	600,00
Capina	Homem dia <sup>-1</sup>	60,00	0,12	1200,00
Colheita	Homem dia <sup>-1</sup>	60,00	0,09	900,00
Energia elétrica	Kwh	0,45	0,018	180,00
Total custo			0,305	<b>3.049,00</b>

No cenário da venda da produção para o mercado atacadista, a fertilização com FMFT e FAIFMj promoveu aumento da renda líquida de 189,2 e 205,3%, respectivamente, em relação ao controle, sem aplicação de fertilizantes. Analisando a possibilidade da comercialização a varejo, na Feirinha da Agricultura Familiar de Arinos - MG, a renda líquida teve um incremento de 179,7 a 192,3% em relação ao controle, sem a fertilização (Tabela 14), um ganho médio de 23,0% em relação à comercialização no mercado atacadista.

Tendo em vista o índice de lucratividade - IL, ele foi maior no cenário do mercado varejista, na Feirinha da Agricultura Familiar de Arinos - MG, com valores de 78 e 81, para FMFT e FAIFMj, respectivamente. No cenário do mercado atacadista, estes valores foram de 73 e 78, para FMFT e FAIFMj, respectivamente. Na ausência da fertilização, os valores de IL foram de 62 e 68, para o mercado atacadista e varejista, respectivamente (Tabela 14).

**Tabela 14.** Indicadores agroeconômicos do cultivo de alface crespa submetida ao manejo orgânico, em função de doses de composto orgânico farelado fermentado. IFNMG – Arinos, 2020.

Tratamento	Indicadores agroeconômico do cultivo da alface						
	Custo de produção ha <sup>-1</sup> (R\$)	<sup>1</sup> Produt. (Mg ha <sup>-1</sup> )	<sup>2</sup> RB ha <sup>-1</sup> (R\$)	<sup>3</sup> RL ha <sup>-1</sup> (R\$)	<sup>4</sup> RB m <sup>2</sup> (R\$)	<sup>5</sup> RL m <sup>2</sup> (R\$)	<sup>6</sup> IL m <sup>2</sup> (%)
<b>Venda mercado atacadista (R\$ 1,7 unidade)</b>							
<b>FMFT*</b>	28.859,70	45,6	110.742,86	81.883,15	11,07	8,18	73
<b>FAIFMj*</b>	24.300,73	45,6	110.742,86	86.442,12	11,07	8,64	78
<b>Controle</b>	16.712,57	18,54	45.025,71	28.313,14	4,50	2,83	62
<b>Venda mercado varejista - Feira da agricultura familiar (R\$ 2,0 unidade)</b>							
<b>FMFT*</b>	28.859,70	45,60	130.285,71	101.426,01	13,02	10,14	78
<b>FAIFMj*</b>	24.300,73	45,60	130.285,71	105.984,98	13,02	10,59	81

Continua...

Continuação da Tabela 14.

Tratamento	Indicadores agroeconômico do cultivo da alface						
	Custo de produção ha <sup>-1</sup> (R\$)	<sup>1</sup> Produt. (Mg ha <sup>-1</sup> )	<sup>2</sup> RB ha <sup>-1</sup> (R\$)	<sup>3</sup> RL ha <sup>-1</sup> (R\$)	<sup>4</sup> RB m <sup>2</sup> (R\$)	<sup>5</sup> RL m <sup>-2</sup> (R\$)	<sup>6</sup> IL m <sup>2</sup> (%)
<b>Venda mercado varejista - Feira da agricultura familiar (R\$ 2,0 unidade)</b>							
<b>Controle</b>	16.712,57	18,54	52.971,43	36.258,86	5,3	3,62	68
<b>Indicadores agroeconômico do sorgo forrageiro (R\$ 240,00 Mg)</b>							
<b>FMFT*</b>	3.049,00	49,75	11.940,00	8.891,00	1,19	0,89	74
<b>FAIFMj*</b>	3.049,00	49,75	11.940,00	8.891,00	1,19	0,89	74
<b>Controle</b>	3.049,00	49,75	11.940,00	8.891,00	1,19	0,89	74

<sup>1</sup>Produtividade; <sup>2</sup>Renda bruta ha<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>Renda líquida ha<sup>-1</sup>; <sup>4</sup>Renda bruta m<sup>-2</sup>; <sup>5</sup>Renda líquida m<sup>-2</sup>; <sup>6</sup>Índice de lucratividade. FMFT\*: aplicado na dose ótima, equivalente à 187,4 kg N ha<sup>-1</sup>. FMFT\*: aplicado na dose ótima, equivalente à 187,4 kg N ha<sup>-1</sup>

Quanto à avaliação agroeconômica do sorgo forrageiro, obtido pelo somatório das duas colheitas, não foi possível observar incremento na renda líquida ha<sup>-1</sup>, isto porque não houve efeito residual dos fertilizantes orgânicos na produtividade desta cultura. Todavia a produtividade do sorgo pode ser considerada interessante, apesar da menor rentabilidade, em relação à alface, visto que a biomassa produzida pode ser tanto comercializada, utilizada na alimentação animal na própria unidade agrícola, ou utilizada como cobertura do solo, promovendo melhorias na qualidade química, física e biológica do solo. O incremento de matéria orgânica no solo, em especial nos solos tropicais como da região do cerrado brasileiro, merece atenção, em especial em áreas de cultivo de hortaliças, onde as condições de alta umidade e temperatura, favorecem a rápida decomposição a matéria orgânica, além da considerável exportação de nutrientes do solo.

Diante do observado, a partir dos resultados relativos ao desempenho agroeconômico de alface crespa em função da fertilização com compostos farelados fermentados, evidencia-se os benefícios e a viabilidade no que se refere aos custos de produção, para as condições climáticas do semiárido de Minas Gerais.

## 5.6 CONCLUSÕES

O desempenho fitotécnico de alface crespa submetida ao manejo orgânico, em função da fertilização com fontes e doses de compostos farelados fermentados formulados com misturas contendo farelos de mamona e de trigo, e farelo de algodão e casca de maracujá, é influenciado pela dose aplicada, mas não diferem quanto às fontes, evidenciando a viabilidade da substituição da fonte comumente utilizada (FMFT), pela fonte cuja aquisição é mais econômica e de fácil acesso (FAIFMj) para as condições do Noroeste de Minas.

Não se detecta efeito residual da fertilização da alface crespa, no cultivo do sorgo forrageiro cultivado em sucessão à alface crespa.

O rendimento econômico líquido do cultivo de alface crespa é positivamente influenciado pela aplicação do composto farelado fermentado, sendo os maiores valores obtidos quando a comercialização se dá de forma direta em um cenário da Feira da Agricultura Familiar de Arinos – MG, em detrimento da comercialização no mercado atacadista.

O custo de produção do fertilizante FAIFMj representa apenas 55,3% do custo de produção do composto FMFT, e pode gerar uma economia de R\$ 5.158,97 por hectare.

## **6 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Os resultados obtidos na tese indicam que é possível substituir os farelos de mamona e trigo, comumente utilizados em formulações tradicionais de compostos fermentados tipo “bokashi”, por outros resíduos vegetais produtos da agroindústria, tais como farelos de algodão, de arroz e de casca de maracujá, que embora apresentem menores teores de N, necessitando de serem aplicados em maiores volumes, não influenciam negativamente na produtividade das olerícolas fertilizadas com estes produtos finais.

Tal informação é de grande relevância, visto que os agricultores que se dedicam ao manejo orgânico de produção têm dificuldades em adquirir matérias-primas comumente utilizadas na confecção de compostos fermentados, em especial na região Noroeste de Minas, tanto pela falta destes produtos no comércio local, tanto pelos altos custos de aquisição.

O estudo agroeconômico da utilização de compostos fermentados, indicou que esta prática pode viabilizar a produção de alface crespa, nas condições edafoclimáticas do Noroeste de Minas, resultando em maior rendimento econômico da unidade agrícola familiar, em especial quando a comercialização é feita diretamente aos consumidores, em espaços como a Feira da Agricultura Familiar de Arinos - MG.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABO-SIDO, N.; GOSS, J. W.; GRIFFITH, A. B.; KLEPAC-CERAJ, V. **Microbial transformation of traditional fermented fertilizer bokashi alters chemical composition and improves plant growth**. [S. l.]: bioRxiv, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1101/2021.08.01.454634>. Acesso em: 14 out. 2023.

ADEREMI, F. T.; OLUNIOYO, A. A.; AMOO, A. M.; ELESCHO, R. O.; OLOMOLA, D. B. Growth Response of *Basella alba* L. (Indian spinach) to Three Different Organic Manure Application. **International Journal of Bio-Science and Bio-Technology**. 2019. Disponível em: <https://thinkindiaquarterly.org/index.php/ijbsbt/article/view/11186>. Acesso em: 13 out. 2023.

AGUORU, C.; OLASAN, J. O. Effects of different levels of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of indian spinach (*Basella alba*). **International Journal of Tropical Agriculture and Food Systems**, v. 8, n. 1, p. 18–23, 2014.

AHKAMI, A. H.; ALLEN WHITE, R.; HANDAKUMBURA, P. P.; JANSSON, C. Rhizosphere engineering: Enhancing sustainable plant ecosystem productivity. **Rhizosphere**, v. 3, New Understanding of Rhizosphere Processes Enabled by Advances in Molecular and Spatially Resolved Techniques, p. 233–243, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2017.04.012>

ALBUQUERQUE, C. J. B.; JARDIM, R. R.; ALVES, D. D.; GUIMARÃES, A. D. S.; PORTO, E. M. V. Características agronômicas e bromatológicas dos componentes vegetativos de genótipos de sorgo forrageiro em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 164–182, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n2p164-182>

ALCANTARA, I. R. D.; VEDANA, R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. TD 2682 - **Produtividade do algodão no Brasil**: uma análise da mudança estrutural. Texto para Discussão, p. 1-27, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.38116/td2682>

ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; GUERRA, J. G. M. **Sistema integrado de produção agroecológica**: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica. - Portal Embrapa, 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/625721/sistema-integrado-de-producao-agroecologica-uma-experiencia-de-pesquisa-em-agricultura-organica>. Acesso em: 14 out. 2023.

ALMEIDA JÚNIOR, W. L. G.; FERRARI, Í. da S.; DE SOUZA, J. V.; DA SILVA, C. D. A.; DA COSTA, M. M.; DIAS, F. S. Characterization and evaluation of lactic acid bacteria isolated from goat milk. **Food Control**, v. 53, p. 96–103, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.013>

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. [S. l.]: PTA/FASE, 1989.

ALTIERI, M. A.; TOLEDO, V. M. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. **The Journal of Peasant Studies**, v. 38, n. 3, p. 587-612, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>



ANDA. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. [s. l.], 2020. Disponível em: [http://anda.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Principais\\_Indicadores\\_2020.pdf](http://anda.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Principais_Indicadores_2020.pdf). Acesso em: 10 set. 2021.

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GÓES, G. B.; LIMA, A. S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 124-130, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000200002>

AON, M. A.; CABELLO, M. N.; SARENA, D. E.; COLANERI, A. C.; FRANCO, M. G.; BURGOS, J. L.; CORTASSA, S. I. Spatio-temporal patterns of soil microbial and enzymatic activities in an agricultural soil. **Applied Soil Ecology**, v. 18, n. 3, p. 239-254, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(01\)00153-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(01)00153-6)

ARAGÃO, O. O. **Indicadores microbiológicos de qualidade do solo estão relacionados com maiores produtividades do cafeeiro no cerrado mineiro**. 2018. Dissertação de Mestrado (Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2018.

ARAÚJO, A. S. F. de; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6684>. Acesso em: 18 ago. 2021.

ARAÚJO, M. D. M.; FEITOSA, M. M.; PRIMO, A. A.; TANIGUCHI, C. A. K.; SOUZA, H. A. D. Mineralization of nitrogen and carbon from organic compost from animal production waste. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 310-320, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n204rc>

AUDI, J.; BELSON, M.; PATEL, M.; SCHIER, J.; OSTERLOH, J. Ricin PoisoningA Comprehensive Review. **JAMA**, v. 294, n. 18, p. 2342-2351, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jama.294.18.2342>

AYENI, L.; ADEDEJI, O. A.; OKUBENA-DIPEOLU, E. A. Enhancing Dry Season Production of Indian Spinach (*Basella alba*) through Fertigation. **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 3, n. 1, p. 218-225, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.9734/AJEA/2013/2513>

BALDI, E.; CAVANI, L.; MARGON, A.; QUARTIERI, M.; SORRENTI, G.; MARZADORI, C.; TOSELLI, M. Effect of compost application on the dynamics of carbon in a nectarine orchard ecosystem. **The Science of the Total Environment**, v. 637-638, p. 918-925, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.093>

BALDONI, A. B.; CARVALHO, M. H. de; SOUSA, N. L.; NÓBREGA, M. B. de M.; MILANI, M.; ARAGÃO, F. J. L. Variability of ricin content in mature seeds of castor bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 776-779, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000700015>

BALDRIAN, P.; TROGL, J.; FROUZ, J.; SNAJDR, J.; VALASKOVA, V.; MERHAUTOVA, V.; TOMAS, C.; HERINKOVA, J. Enzyme activities and microbial biomass in topsoil layer during spontaneous succession in spoil heaps after brown coal mining. **Soil biology &**

**biochemistry**, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2008.02.019>. Acesso em: 18 ago. 2021.

BALOTA, E.; NOGUEIRA, M.; MENDES, I.; HUNGRIA, M.; FAGOTTI, D. S. L.; MELO, G.; SOUZA, R. C.; MELO, W. J. Enzimas e seu papel na qualidade do solo. v. 8, p. 189–249, 2013.

BARRIOS, R. E.; GAONKAR, O.; SNOW, D.; LI, Y.; LI, X.; BARTELT-HUNT, S. L. Enhanced biodegradation of atrazine at high infiltration rates in agricultural soils. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 21, n. 6, p. 999–1010, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/C8EM00594J>

BARROS JÚNIOR, A. P.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; LINS, H. A. Nitrate accumulation in lettuce and rocket in response to nitrogen fertilization in intercropping. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 1, p. 260–265, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n128rc>

BARROS, R. L. N.; OLIVEIRA, L. B. de; MAGALHÃES, W. B. de; MÉDICI, L. O.; PIMENTEL, C. Interação entre inoculação com rizóbio e adubação nitrogenada de plantio na produtividade do feijoeiro nas épocas da seca e das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1443–1450, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1443>

BASTIAN, L.; WAQUIL, P. D. Uma análise dos sinais da convencionalização dos mercados de orgânicos no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 53, p. 189–211, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v53i0.66755>

BASTIDA, F. GARCÍA, C.; FIERER, N.; ELDRIDGE, E. J.; BOWKER, M. A.; ABADES, S.; ALFARO, F. D.; BERHER, A. A.; CUTLER, N. A.; GALLARDO, A.; GARCÍA-VELÁSQUEZ, L.; HART, S. C.; HAYES, P. E.; HERNÁNDEZ, T.; HSEU, Z. Y.; JEHLICH, N.; KIRCHMAIR, M.; LAMBERS, H.; NEUHAUSER, S.; PEÑA-RAMÍREZ, V. M.; PÉREZ, C. A.; REED, S. C.; SANTOS, F.; SIEBE, C.; SULLIVAN, B. W.; TRIVEDI, P.; VERA, A.; WILLIAMS, M. A.; MORENO, J. L.; DELGADO-BAQUERIZO, M. Global ecological predictors of the soil priming effect. **Nature Communications**, v. 10, n. 1, p. 3481, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11472-7>

BASUNIA, A.; ISLAM, M.; AKTER, Mst. M.; AKTER; HOSSAIN, M. Influence of Bioslurry on the Growth, Yield and Nutritional Status of Indian Spinach. **Journal of Bangladesh Agricultural University**, v. 18, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5455/JBAU.72909>

BATISTA, M. A.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; CHAVES, J. B. P.; MORAES, F. A. Carotenos e provitamina A em bortalha e ervas aromáticas comercializadas em Viçosa, Estado de Minas Gerais, durante as quatro estações do ano. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 28, n. 1, p. 93–100, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v28i1.1122>

BAYER, C.; KIECKOW, J.; CONCEIÇÃO, P. C.; SANTOS, J. C. F. Sistemas de manejo conservacionista e qualidade de solos, com ênfase na matéria orgânica. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. S. (org.). **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa-MG: SBCS, 2019. p. 315–343.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 105–112, 1997.

BELTRÃO, N. E. M. **Torta de mamona (*Ricinus Communis* L.): fertilizante e alimento.** - Portal Embrapa. Embrapa Algodão, 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/275867/torta-de-mamona-ricinus-communis-l-fertilizante-e-alimento>. Acesso em: 18 ago. 2021.

BELTRÃO, N. F. de M.; OLIVEIRA, M. I. de. **Detoxicação e aplicações da torta de mamona.** - Portal Embrapa. 1. ed. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão Campina Grande, PB: [s. n.], 2009. (IV). v. 1. *E-book*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/513552/detoxicacao-e-aplicacoes-da-torta-de-mamona>. Acesso em: 13 out. 2023.

BERBARA, R. L. L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 53-88.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas uso e perspectivas.** 1. ed. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente, 2009.

BETTIOL, W.; PINTO, Z. V.; SILVA, J. C.; FORNER, C.; FARIA, M. R.; PACIFICO, M. G.; COSTA, L. S. A. S. Produtos comerciais à base de *Trichoderma*. In: MEYER, M. C.; MAZARO, M.; SILVA, J. C. (org.). **Trichoderma: uso na agricultura**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2019. p. 45-160.

BOECHAT, C. L.; SANTOS, J. A. G.; ACCIOLY, A. M. de A. Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with “Fermented Bokashi Compost”. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 257-264, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i2.15133>

BOGIANI, J. C.; FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D. C.; SOFIATTI, V.; PERINA, F. J. **Sequestro de carbono em sistemas de produção de grãos e fibras em solo arenoso do Cerrado da Bahia.** Campinas-SP: Embrapa Territorial, 2020. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1124377>. Acesso em: 18 ago. 2021.

BONONI, L.; CHIARAMONTE, J. B.; PANSA, C. C.; MOITINHO, M. A.; MELO, I. S. Phosphorus-solubilizing *Trichoderma* spp. from Amazon soils improve soybean plant growth. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 2858, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59793-8>

BORGES FILHO, E. L.; MACHADO, E. C. Avaliação microbiana do solo e dos aspectos morfológicos de hortaliças após a adição de adubos orgânicos em hortas. **e-Scientia**, v. 6, n. 1, p. 08-15, 2013.

BRANCO, R. B.; SANTOS, L. G. de C.; GOTO, R.; ISHIMURA, I.; SCHLICKMANN, S.; CHIARATI, C. S. Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 75-80, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000100014>

BRASIL. **Alimentos regionais brasileiros.** 1. ed. Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2002. (F. Comunicação e Educação em Saúde 21).,.

BRASIL. **Lei n.º 10.831 de 23 de dezembro de 2003.** Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 2003. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm)

BRASIL. **Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF., 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 9 out. 2023.

BRASIL. **Manual de hortaliças não-convencionais.** Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2011.

BRASIL. **Instrução Normativa n.º 61, de 8 de julho de 2020.** Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 2020.

BRASIL. **Portaria n.º 52, de 15 de março de 2021.** Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-52-de-15-de-marco-de-2021-310003720>

BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 64, n. 1, p. 83-89, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201764010012>

BUÉE, M.; DE BOER, W.; MARTIN, F.; VAN OVERBEEK, L.; JURKEVITCH, E. The rhizosphere zoo: An overview of plant-associated communities of microorganisms, including phages, bacteria, archaea, and fungi, and of some of their structuring factors. **Plant and Soil**, v. 321, n. 1, p. 189–212, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9991-3>

CAMARGO FILHO, W. P.; OLIVEIRA, A. C. **Perfil da olericultura no Brasil e em São Paulo.** IEA-APTA-SAA, 2011. Disponível em: [https://www.cdrrs.sp.gov.br/projetolupa/estudos\\_lupa/Perfil\\_da\\_Olericultura\\_SP\\_2011-2012.pdf](https://www.cdrrs.sp.gov.br/projetolupa/estudos_lupa/Perfil_da_Olericultura_SP_2011-2012.pdf). Acesso em: 11 jan. 2021.

CAMPOS, R. A. da S.; LIMA, G. P. P.; JUNIOR, S.-S.; TAKATA, W. H. S.; SILVA, E. G. da. CRESCIMENTO E DESEMPENHO DE BERTALHA (*Basella alba* L.) EM FUNÇÃO DO TIPO DE PROPAGAÇÃO. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 11-18, 2012.

CANDIOTTO, L. Z. P. Agroecologia: Conceitos, princípios e sua multidimensionalidade. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 2, n. 2, p. 25, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.48075/amb.v2i2.26583>

CAPORAL, F. R. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. In: CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. (org.). **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. 1. ed. Brasília-DF: MDA, 2009. p. 111.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do Solo**. 2. ed. Piracicaba-SP: Esalq, 2016.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Bioterrorism Agents/Diseases (by category)**. Emergency Preparedness & Response. [s. l.], 2019. Disponível em: <https://emergency.cdc.gov/agent/agentlist-category.asp>. Acesso em: 4 out. 2023.

CHAER, G. M.; GAIAD, S.; SANTOS, A. B.; GROCHOSKI, R. Caracterização microbiológica do solo. In: PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; BONNET, A. (org.). **Monitoramento da revegetação do COMPERJ**: Etapa inicial. 1. ed. Brasília-DF: Embrapa, 2014. p. 159-173.

CHAER, G. M.; TÓTOLA, M. R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1381-1396, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000600016>

CHAGAS, A.; CHAGAS, L.; MARTINS, A.; OROZCO COLONIA, B.; OLIVEIRA, R. Soybean productivity with *Trichoderma asperellum* seed treatment in different regions of the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i4a1171>

CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAGAS, L. F. B.; MARTINS, A. L. L.; COLONIA, B. S. O.; OLIVEIRA, R. S. Soybean productivity with *Trichoderma asperellum* seed treatment in different regions of the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 4, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i4a1171>

CHANG, J.-C.; WU, S.-S.; LIU, Y.-C.; YANG, Y.-H.; TSAI, Y.-F.; LI, Y.-H.; TSENG, C.-T.; TANG, L.-C.; NAI, Y.-S. Construction and Selection of an Entomopathogenic Fungal Library From Soil Samples for Controlling *Spodoptera litura*. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, p. 596316, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.596316>

CHAO, H.-P.; CHANG, C.-C.; NIEVA, A. Biosorption of heavy metals on Citrus maxima peel, passion fruit shell, and sugarcane bagasse in a fixed-bed column. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 20, p. 3408-3414, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.12.027>

CHECOLI, M. B. **Silagens de cana-de-açúcar tratadas com *Lactobacillus kefir* e *L. brevis*: efeitos no perfil fermentativo e na estabilidade aeróbia**. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2014. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/5985>. Acesso em: 18 ago. 2021.

CHEN, B.; LIU, E.; TIAN, Q.; YAN, C.; ZHANG, Y. Soil nitrogen dynamics and crop residues. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 2, p. 429-442, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0207-8>

CHEN, M.; HUANG, Y.; LIU, H.; XIE, S.; ABBAS, F. Impact of different nitrogen source on the compost quality and greenhouse gas emissions during composting of garden waste. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 124, p. 326-335, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.03.006>

CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R. F. da; SILVA, V. R. da; BASSO, C. J. QUALIDADE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLÓGICA DE UM

LATOSSOLO COM DIFERENTES MANEJOS E FERTILIZANTES. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 615-625, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140462>

CHRISTEL, D. **The Use of Bokashi as a Soil Fertility Amendment in Organic Spinach Cultivation**. 2017. Dissertação (Mestrado Planta e Ciência do Solo) - University of Vermont, Burlington, Vermont, 2017. Disponível em: <https://scholarworks.uvm.edu/graddis/678>

CIESLAK, T. J.; KORTEPETER, M. G.; WOJTYK, R. J.; JANSEN, H.-J.; REYES, R. A.; SMITH, J. O.; NATO BIOLOGICAL MEDICAL ADVISORY PANEL. Beyond the Dirty Dozen: A Proposed Methodology for Assessing Future Bioweapon Threats. **Military Medicine**, v. 183, n. 1-2, p. e59-e65, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/milmed/usx004>

COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. Seja o doutor do seu sorgo. [S. l.]: **Encarte do Informações Agrônomicas**, n.º 100, 2002.

COELHO, J. D. Trigo: Produção e Mercados. **Caderno Setorial ETENE**, v. 5, n. 151, p. 11, 2021 a.

COELHO, J. D. Algodão: produção e mercados. **Caderno Setorial ETENE**, v. 6, n. 166, p. 11, 2021 b.

COLASSO, C. G. Vista do Armas Químicas de Guerra – Parte II. **Aspectos Toxicológicos**. v. 5, n. 1, p. 7-47, 2012.

CONDÉ, V. F.; OLIVEIRA, D. M.; OLIVEIRA, J. E. Z. Incidência e severidade de hérnia das crucíferas em solo tratado com biofertilizante tipo bokashi (*Plasmodiophora brassicae* w.) Em repolho (*Brassica oleracea* l. Var. Capitata). **Ciência e Natura**, v. 39, n. 1, p. 07–15, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X21445>

CONUS, L. A.; CARDOSO, P. C.; VENTUROSOS, L. dos R.; SCALON, S. de P. Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 67-74, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000400008>

CORDEIRO, A. A. S. **Manejo de espécies de cobertura do solo antecedendo o cultivo orgânico de repolho**. 2012. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2012.

CORDEIRO, A. A. S.; RODRIGUES, M. B.; GONÇALVES JÚNIOR, M.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. da S.; GUERRA, J. G. M. Organic cabbage growth using green manure in pre-cultivation and organic top dressing fertilization. **Horticultura Brasileira**, v. 36, p. 515-520, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620180415>

DARA, S. K. Non-Entomopathogenic Roles of Entomopathogenic Fungi in Promoting Plant Health and Growth. **Insects**, v. 10, n. 9, p. 277, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects10090277>

DARNHOFER, I.; LINDENTHAL, T.; BARTEL-KRATOCHVIL, R.; ZOLLITSCH, W. Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an

assessment based on organic principles. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 30, n. 1, p. 67-81, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/agro/2009011>

DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção de sistemas. In: **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina-PR: IAPAR, 1998.

DE PAULA, A. D. M. **Desempenho agrônomo, bromatológico e estabilidade fenotípica de sorgo silageiro em Uberlândia – MG**. 2016. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2016.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. C, N e P na Biomassa Microbiana. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. (org.). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo**. 1. ed. Porto Alegre-RS: Gênese, 1999. p. 389-411.

DÍAZ-GUTIÉRREZ, C.; ARROYAVE, C.; LLUGANY, M.; POSCHENRIEDER, C.; MARTOS, S.; PELÁEZ, C. *Trichoderma asperellum* as a preventive and curative agent to control Fusarium wilt in Stevia rebaudiana. **Biological Control**, v. 155, p. 104537, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104537>

DICK, R. P.; BREAKWELL, D. P.; TURCO, R. F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison, WI, USA: Soil Science Society of America, 1996. p. 247-272.

DONALD, E. L. de F.; SARRUGE, J. R.; SFREDO, G. J. Deficiências minerais em plantas de beralha (*Basella alba*, L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 40, n. 1, p. 553-573, 1983. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0071-12761983000100030>

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and Assessing Soil Quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (org.). **SSSA Special Publications**. Madison, WI, USA: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 1994. p. 1-21. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub35.c1>. Acesso em: 18 ago. 2021.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. de O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, v. 36, p. 640-645, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000500005>

DRUZHININA, I. S.; CHENTHAMARA, K.; ZHANG, J.; ATANASOVA, L.; YANG, D.; MIAO, Y.; RAHIMI, M. J.; GRUJIC, M.; CAI, F.; POURMEHDI, S.; SALIM, K. A.; PRETZER, C.; KOPCHINSKIY, A. G.; HENRISSAT, B.; KUO, A.; HUNDLEY, H.; WANG, M.; AERTS, A.; SALAMOV, A.; LIPZEN, A.; LABUTTI, K.; BARRY, K.; GRIGORIEV, I. V.; SHEN, Q.; KUBICEK, C. P. Massive lateral transfer of genes encoding plant cell wall-degrading enzymes to the mycoparasitic fungus *Trichoderma* from its plant-associated hosts. **PLOS Genetics**. 2018. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosgenetics/article?id=10.1371/journal.pgen.1007322>. Acesso em: 14 out. 2023.

DUTRA, L. S.; FERREIRA, A. P. Associação entre malformações congênitas e a utilização de agrotóxicos em monoculturas no Paraná, Brasil. **Saúde em Debate**, v. 41, p. 241-253, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-11042017S220>

DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. Cerrado, revolução verde e evolução do consumo de agrotóxicos. **Sociedade & Natureza**, v. 29, n. 3, p. 473-488, 2017.

EHLERS, E. A agricultura alternativa: uma visão histórica. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 24, n. Especial, p. 231-262, 1994.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro-RJ: Embrapa Solos, 1997.

EMBRAPA. **Sorgo para corte e pastejo**: Híbridos de sorgo sudão e sorgo bicolor - alternativas de forrageiras para corte e pastejo. Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491737/1/Sorgoparacorteepastejo.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.

EMBRAPA. **Novas cultivares de alface crespa suportam até dez dias mais o calor** - Portal Embrapa. Embrapa Hortaliças, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45214606/novas-cultivares-de-alface-crespa-suportam-ate-dez-dias-mais-o-calor>. Acesso em: 14 out. 2023.

EMYGDIO, B. M.; AFONSO-ROSA, A. P. S.; CELARO, M. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul**. Brasília: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1084535&biblioteca=vazio&busca=1084535&qFacets=1084535&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 27 jan. 2024.

EPELDE, L.; BURGESS, A.; MIJANGOS, I.; GARBISU, C. Microbial properties and attributes of ecological relevance for soil quality monitoring during a chemical stabilization field study. **Applied Soil Ecology**, v. 75, p. 1-12, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.10.003>

ESTEVEZ, B.; SUZUKI, M. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, vol. 12, n.º. 4, 2008; e v. 12, 2008. ISSN 1981-9366. Disponível em: <https://doi.org/10.4257/oeco.2008.1204.06>

FACCIN, F. C.; MARCHETTI, M. E.; SERRA, A. P.; ENSINAS, S. C. Frações granulométricas da matéria orgânica do solo em consórcio de milho safrinha com capim-marandu sob fontes de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 2000-2009, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016001200011>

FAO. **Food waste harms climate, water, land and biodiversity - new FAO report**. [s. l.], 2017. Disponível em: <http://www.unep.org/news-and-stories/press-release/food-waste-harms-climate-water-land-and-biodiversity-new-fao-report>. Acesso em: 7 dez. 2023.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations - Faostat**. [s. l.], 2017. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 13 out. 2023.

FENG, N.; GUO, X.; LIANG, S.; ZHU, Y.; LIU, J. Biosorption of heavy metals from aqueous solutions by chemically modified orange peel. **Journal of Hazardous Materials**, v. 185, n. 1, p. 49-54, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.08.114>



FERRAZ, J. V.; LOT, L. Fruta para consumo in natura tem boa perspectiva de renda. In: **AGRIANUAL 2007**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo - SP: FNP Consultoria e Comércio, 2006. p. 387-388.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

FERREIRA, L. E.; SILVA, I. F.; SOUZA, E. P.; SOUZA, M. A.; BORCHARTT, L. Caracterização física de variedades de sorgo submetidas a diferentes adubações em condição de sequeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 249-255, 2012.

FIBL. **Research Institute of Organic Agriculture**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.fibl.org/en>. Acesso em: 20 nov. 2021.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2012.

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; DUNDES, L. R. Rebrotas de soqueiras de sorgo em função da altura de corte e da adubação nitrogenada. **Ceres**, v. 55, n. 2, 2008. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3301>. Acesso em: 21 ago. 2021.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J. de; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K. de; MORAES, S. R. G. de; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 146-150, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200004>

FORMOWITZ, B.; ELANGO, F.; OKUMOTO, S.; MÜLLER, T.; BUERKERT, A. The role of “effective microorganisms” in the composting of banana (*Musa* spp.) residues. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 170, n. 5, p. 649-656, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jpln.200700002>

FRACETTO, F. J. C. **Estoque de carbono e nitrogênio e estrutura da comunidade de diazotróficas em solos de caatinga com plantio de mamona**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz - ESALQ, Piracicaba-SP, 2009.

FRANÇA, A. F. D. S.; OLIVEIRA, R. D. P.; MIYAGI, E. S.; SILVA, A. G. D.; PERÓN, H. J. M. C.; BASTO, D. D. C. Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 383-391, 2011.

GAO, M.; LIANG, F.; YU, A.; LI, B.; YANG, L. Evaluation of stability and maturity during forced-aeration composting of chicken manure and sawdust at different C/N ratios. **Chemosphere**, v. 78, n. 5, p. 614-619, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.10.056>

GEISSELER, D.; HORWATH, W.; SCOW, K. Soil Moisture and Plant Residue Addition Interact in Their Effect on Extracellular Enzyme Activity. **Pedobiologia**, v. 54, p. 71-78, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2010.10.001>

GHARECHAH, J.; KHARAZIAN, Z. A.; SARIKHAN, S.; JOUZANI, G. S.; AGHDASI, M.; HOSSEINI SALEKDEH, G. The dynamics of the bacterial communities developed in maize silage. **Microbial Biotechnology**, v. 10, n. 6, p. 1663-1676, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12751>

GHINI, R.; MENDES, M. D. L.; BETTIOL, W. Método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) como indicador de atividade microbiana no solo e supressividade a *Rhizoctonia solani*. **Summa Phytopathologica**, v. 24, n. 3-4, p. 239-241, 1998.

GIACOMOLLI, M. A. **Aplicação de técnica de biorremediação em solo contaminado com derivado de petróleo monitorando a atividade microbiológica (diacetato de fluoresceína) e índice de gás carbônico produzido (respirômetro de Bartha)**. 2015. Monografia (Engenharia Ambiental) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí-SC, 2015.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia - processos ecológicos em agricultura sustentável**. 1. ed. Porto Alegre-RS: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

GOMES, L. A. A.; SILVA, E. C.; FAQUIN, V. Recomendações de adubação para cultivos em ambiente protegido. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa-MG: UFV, 1999. p. 99-110.

GÓMEZ-VELASCO, D. A.; ÁLVAREZ-SOLÍS, J. D.; RUIZ-VALDIVIEZO, V. M.; ABUD-ARCHILA, M.; MONTES-MOLINA, J. A.; DENDOOVEN, L.; GUTIÉRREZ-MICELI, F. A. Enzymatic Activities in Soil Cultivated with Coffee (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon') and Amended with Organic Material. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 45, n. 19, p. 2529–2538, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00103624.2014.932375>

GOMIERO, T. Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: Findings and issues. **Applied Soil Ecology**, v. 123, HUMUSICA 3 - Reviews, Applications, Tools, p. 714-728, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.10.014>

GONTIJO NETO, M. M.; SILVA, R. V.; BORGHI, E.; RESENDE, Á. V.; MELO, C. J.; ABREU, S. C. **Alternativas de Integração Lavoura-Pecuária para Produção de Forragens e Recuperação de Pastagens Estudo de caso da Fazenda São Pedro, Unaí-MG**: Circular Técnica 257. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2019.

GONZÁLEZ F., H.; FUENTES M., N. Mecanismo de acción de cinco microorganismos promotores de crecimiento vegetal. **Revista de Ciencias Agrícolas**, v. 34, n. 1, p. 17-31, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22267/rcia.173401.61>

GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S. (ed.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 241-268.

GOULART, J. M. **Estratégias de produção in situ de biomassa de leguminosas arbustivas e arbórea para confecção de compostos fermentados empregados na fertilização de cenoura e alface consorciadas em cultivo orgânico**. 2020. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2020.

GOULART, R. G. T.; SANTOS, C. A.; OLIVEIRA, C. M.; COSTA, E. S. P.; OLIVEIRA, F. A.; ANDRADE, N. F.; CARMO, M. G. F. Desempenho agrônomo de cultivares de alface sob adubação orgânica em Seropédica, RJ. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 66–72, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v8i3.3011>

GRANGEIRO, L. C.; COSTA, K. R.; MEDEIROS, M. A.; SALVIANO, A. M.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S. L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 190–194, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200013>

GUARDA, V. D. A.; CAMPOS, L. J. M. **Bases ecofisiológicas da assimilação de carbono e suas implicações na produção de forragem**: Documentos, 7. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1008387/bases-ecofisiologicas-da-assimilacao-de-carbono-e-suas-implicacoes-na-producao-de-forragem>. Acesso em: 27 jan. 2024.

GUENET, B.; CAMINO-SERRANO, M.; TIFAFI, P. C. M.; MAIGNAN, F.; SONG, J. L.; JANSSENS, I. Impact of priming on global soil carbon stocks. *Global Change Biology*, v. 24, n. 5, p. 1873-1883, Environmental Change Journal Wiley Online Library, 2018.

GUERRA, J. G. M.; SANTOS, A. S. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. A. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre-RS: Metrópole, 2008.

GUILHERME, M.; REIS, A.; PAULINO, A.; MOIA, T.; MATTOSO, L.; TAMBOURGI, E. Pectin-Based Polymer Hydrogel as a Carrier for Release of Agricultural Nutrients and Removal of Heavy Metals from Wastewater. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 117, p. 3146-3154, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/app.32123>

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Zoneamento da Cultura do Sorgo. In: RODRIGUES, J. A. (Org.). **Cultivo do Sorgo - Sistema de Produção**, 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. E-book. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/748783>. Acesso em: 23 out. 2023.

GUZMÁN, I.; DÖBEREINER, J. Effectiveness and efficiency in the symbiosis of four crossinoculated tropical legumes. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA SÔBRE INOCULANTES PARA LEGUMINOSAS 1968, Porto Alegre-RS. **Anais...** Porto Alegre-RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1968. p. 81-91.

HEGER, T.; IMFELD, G.; MITCHELL, E. Special issue on “Bioindication in soil ecosystems”: Editorial note. **European Journal of Soil Biology**, v. 49, p. 1-4, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.02.001>

HERNÁNDEZ, T.; CHOCANO, C.; MORENO, J. L.; GARCÍA, C. Towards a more sustainable fertilization: Combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 196, p. 178-184, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.07.006>

HERNÁNDEZ, T.; CHOCANO, C.; MORENO, J. L.; GARCÍA, C. Use of compost as an alternative to conventional inorganic fertilizers in intensive lettuce (*Lactuca sativa* L.) crops-

Effects on soil and plant. **Soil and Tillage Research**, v. 160, p. 14-22, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.02.005>

HIDALGO, D.; CORONA, F.; MARTÍN-MARROQUÍN, J. M. Manure biostabilization by effective microorganisms as a way to improve its agronomic value. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v. 12, n. 10, p. 4649-4664, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02428-x>

HIGA, T.; PARR, J. F. **Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture**. [S. l.]: Internacional Nature Farming Research Center, 1994.

HIGASHIKAWA, F. S.; SILVA, C. A.; BETTIOL, W. Chemical and physical properties of organic residues. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1742-1752, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000500026>

HODGES, A. L.; KEMPEN, C. G.; MCCAIG, W. D.; PARKER, C. A.; MANTIS, N. J.; LARROCCA, T. J. TNF Family Cytokines Induce Distinct Cell Death Modalities in the A549 Human Lung Epithelial Cell Line when Administered in Combination with Ricin Toxin. **Toxins**, v. 11, n. 8, p. 450, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/toxins11080450>

HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; DANNER, H.; BRAUN, R. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. **Trends in Biotechnology**, v. 21, n. 6, p. 282-287, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-7799\(03\)00106-9](https://doi.org/10.1016/S0167-7799(03)00106-9)

HOMMA, S. K. **Nutri-Bokashi em respeito à natureza**. São Paulo-SP: Fundação Mokiti Okada, 2003.

HOMMA, S. K. **Efeito do manejo alternativo sobre a descompactação do solo, fungos micorrízicos arbusculares nativos e produção em poma convencional de tangor “murcott”**. 2005a. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz - ESALQ, Piracicaba-SP, 2005.

HORTIFRUTI BRASIL. Anuário 2018/2019. **Hortifruti Brasil**, v. 17, n. 185, p. 50, 2018.

HORWATH, W. **Chapter 12 - Carbon Cycling: The Dynamics and Formation of Organic Matter**. Boston: Academic Press, 2015. E-book. Disponível em: [https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference\\_id/6278172](https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/6278172). Acesso em: 27 jan. 2024.

HOSHINO, R. T.; ALVES, G. A.; MELO, T. R.; BARZAN, R. R.; FREGONEZI, G. A.; FARIA, R. T. Mineral and organic fertilization influence on the development of *Cattlianthe* “Chocolate drop”. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 475-482, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160405>

HOSSAIN, N.; ISLAM, M.; ALAMGIR, Dr. M.; KIBRIA, Md. G. Growth Response of Indian Spinach to Biogas Plant Residues. **IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 9, p. 01-06, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.9790/3008-09220106>

HOTTA, L. F. K. **Interação de progenies de alface do grupo americano por época de cultivo**. 2008. Dissertação de Mestrado (Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2008.

HU, C.; QI, Y. Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China. **European Journal of Agronomy**, v. 46, p. 63-67, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.12.003>

IBGE. **Produção de Maracujá no Brasil**. IBGE. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INCKEL, M.; SMET, P.; TERSMETTE, T.; VELDKAMP, T. **Agrodok-08-Preparation and use of compost**. Wageningen, 2005. Disponível em: [http://www.agromisa.org/wp-content/uploads/Agrodok-08-Preparation-and-use-of-compost\\_sample.pdf](http://www.agromisa.org/wp-content/uploads/Agrodok-08-Preparation-and-use-of-compost_sample.pdf)

INFANTE, D.; MARTÍNEZ, B.; GONZÁLEZ, N.; REYES, Y. MECANISMOS DE ACCIÓN DE Trichoderma FRENTE A HONGOS FITOPATÓGENOS. **Revista de Protección Vegetal**, v. 24, n. 1, p. 14-21, 2009.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENT - IFOAM. **Princípios da agricultura biológica**. IFOAM, 2020. Disponível em: [https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2020-05/poa\\_portuguese\\_web.pdf](https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2020-05/poa_portuguese_web.pdf). Acesso em: 27 jan. 2024.

JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R.; ZOTARELLI, L.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Mudanças no estoque de C do solo em áreas de produção de grãos: avaliação do impacto do manejo do solo. In: ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CAMARGO, F. A. (ed.). **Manejo de sistemas agrícolas: impacto no sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre-RS: Gênese, 2006. p. 35-57.

JESUS, A. S. S. de; OMMATI, J. E. M. Segurança alimentar e revolução verde: questionamentos atuais acerca da luta contra a fome no plano internacional. **Revista do Direito Público**, v. 12, n. 3, p. 191-215, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1980-511X.2017v12n3p191>

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 6ª edição ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2007.

KALBASI, A.; MUKHTAR, S.; HAWKINS, S. E.; AUVERMANN, B. W. Carcass Composting for Management of Farm Mortalities: A Review. **Compost Science & Utilization**, v. 13, n. 3, p. 180-193, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1065657X.2005.10702239>

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Quantifying effects of different agricultural land uses on soil microbial biomass and activity in Brazilian biomes: Inferences to improve soil quality. **Plant and Soil**, v. 338, p. 467-481, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0559-z>

KESZEI, A. P.; GOLDBOHN, R. A.; SCHOUTEN, L. J.; JAKSZYN, P.; VAN DEN BRANDT, P. A. Dietary N-nitroso compounds, endogenous nitrosation, and the risk of esophageal and gastric cancer subtypes in the Netherlands Cohort Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 97, n. 1, p. 135-146, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.043885>

KHALILI, E.; JAVED, M. A.; HUYOP, F.; RAYATPANAH, S.; JAMSHIDI, S.; WAHAB, R. A. Evaluation of *Trichoderma* isolates as potential biological control agent against soybean charcoal rot disease caused by *Macrophomina phaseolina*. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 30, n. 3, p. 479-488, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13102818.2016.1147334>

KHAN, Z.; DEY, S.; BILLAH, P. Effects of Vermicompost and Chemical Fertiliser on the Growth of Yield and Nutrient Content of *Ipomoea aquatica* and *Basella alba*. **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, v. 16, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.9734/JAERI/2018/44997>

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. 1. ed. Botucatu-SP: Agroecológica, 2001.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo-SP: Editora Ceres, 1985.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2007.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 1. ed. São Paulo-SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

KIPNGENO, P.; LOSENGE, T.; MAINA, N.; KAHANGI, E.; JUMA, P. Efficacy of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma asperellum* against *Pythium aphanidermatum* in tomatoes. **Biological Control**, v. 90, p. 92-95, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.05.017>

KORIN. **Korin Agricultura e Meio Ambiente**. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://korinagricultura.com.br/>. Acesso em: 4 out. 2023.

KOWALSKA, J. Effects of *Trichoderma asperellum* [t1] on *Botrytis cinerea* [Pers.: fr.], growth and yield of organic strawberry. **Acta Scientiarum Polonorum-hortorum Cultus**, v. 10, n. 4, p. 107-114, 2011.

KUMAR, A.; DUBEY, A. Rhizosphere microbiome: Engineering bacterial competitiveness for enhancing crop production. **Journal of Advanced Research**, v. 24, p. 337-352, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.04.014>

LASMINI, S. A.; NASIR, B.; Department of plant pest and disease, University of Tadulako, Palu - 94117, Indonesia; Hayati, N.; Department of horticulture, University of Tadulako, Palu - 94117, Indonesia; Edy, N.; Department of plant pest and disease, University OF Tadulako, Palu - 94117, INDONESIA. Improvement of soil quality using bokashi composting and NPK fertilizer to increase shallot yield on dry land. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 11, p. 1743–1749, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.11.p1435>

LEAL, M. A. A.; MATEUS, J. S.; AQUINO, A. M.; SANTOS, S. S. Avaliação da recuperação de nitrogênio contido em diferentes fertilizantes orgânicos por meio de bioensaio. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 63. Seropédica-RJ: Embrapa Agrobiologia, 2010. Disponível

em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110152/1/bot063-10.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2021.

LEE, S.; YAP, M.; BEHRINGER, G.; HUNG, R.; BENNETT, J. Volatile organic compounds emitted by *Trichoderma* species mediate plant growth. **Fungal Biology and Biotechnology**, v. 3, p. 7, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40694-016-0025-7>

LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo-SP: Sarvier, 2002.

LEIFHEIT, E. F.; VERESOGLOU, S. D.; LEHMANN, A.; MORRIS, E. K.; RILLIG, M. C. Multiple factors influence the role of arbuscular mycorrhizal fungi in soil aggregation—a meta-analysis. **Plant and Soil**, v. 374, n. 1, p. 523–537, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1899-2>

LEITE, A. C.; CABRAL, E. C.; SANTOS, D. A. P. dos; FERNANDES, J. B.; VIEIRA, P. C.; SILVA, M. F. da G. F. da. Isolamento do alcalóide ricinina das folhas de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) através de cromatografias em contracorrente. **Química Nova**, v. 28, p. 983–985, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000600009>

LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; IWATA, B. F.; LEMOS, J. O.; COSTA, C. N. **Matéria orgânica e indicadores biológicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob sistemas de produção de melancia de base ecológica no norte do Piauí**. Portal Embrapa. Teresina-PI: Embrapa Meio Norte, 2010. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 94. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/958162/materia-organica-e-indicadores-biologicos-de-um-latossolo-vermelho-amarelo-sob-sistemas-de-producao-de-melancia-de-base-ecologica-no-norte-do-piaui>. Acesso em: 18 ago. 2021.

LI, R.; JIANG, D.; ZHENG, M.; TIAN, P.; ZHENG, M.; XU, C. Microbial community dynamics during alfalfa silage with or without clostridial fermentation. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 17782, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74958-1>

LIANG, B.; ZHAO, W.; YANG, X.; ZHOU, J. **Fate of nitrogen-15 as influenced by soil and nutrient management history in a 19-year wheat–maize experiment**. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2012.12.007>

LIEW, S. Q.; CHIN, N. L.; YUSOF, Y. A. Extraction and Characterization of Pectin from Passion Fruit Peels. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 2, 2nd International Conference on Agricultural and Food Engineering (CAFE 2014) - New Trends Forward, p. 231–236, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.033>

LIMA, C. E. P.; FONTENELLE, M. R.; SILVA, L. R. B.; SOARES, D. C.; MOITA, A. W.; ZANDONADI, D. B.; SOUZA, R. B.; LOPES, C. A. Short-Term Changes in Fertility Attributes and Soil Organic Matter Caused by the Addition of EM Bokashis in Two Tropical Soils. **International Journal of Agronomy**, v. 2015, p. e754298, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2015/754298>

LIMA, J.; MORAES, W.; SILVA, S. M. G.; IBRAHIM, F. N.; SILVA JÚNIOR, A. C. Accumulation of nitrogen compounds and nitrate reductase activity in lettuce cultivated in different crop systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 3, p. 180–187, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/pat.v38i3.3325>

LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOF, L. O.; VILAS BOAS, R. C.; SILVA, W. G.; PEREIRA SILVA, A. L. [UNESP. Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2681, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2681>

LIMA, P. H. **Avaliação da adubação orgânica com composto fermentado aliada a cobertura morta do solo no desempenho agroeconômico de hortaliças em sucessão**. 2018. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2018.

LIMA, S. K.; GALIZA, M.; VALADARES, A.; ALVES, F. **Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil**. Brasília, DF: IPEA, 2020.

LIU, Q.; LI, X.; DESTA, S. T.; ZHANG, J.; SHAO, T. Effects of *Lactobacillus plantarum* and fibrolytic enzyme on the fermentation quality and in vitro digestibility of total mixed rations silage including rape straw. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 15, n. 9, p. 2087–2096, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61233-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61233-3)

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, p. 518–534, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; MARTINS FILHO, S.; REPOSSI, P. A. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de bertalha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, p. 18–24, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000200004>

LOPES, M. C.; FREIER, M.; MATTE, J. D.; GÄRTNER, M.; FRANZENER, G.; CASIMIRO, E. L. N.; SEVIGNANI, A. Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 211–215, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000200018>

LORD, J. M.; ROBERTS, L. M.; ROBERTUS, J. D. Ricin: structure, mode of action, and some current applications. **The FASEB Journal**, v. 8, n. 2, p. 201–208, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1096/fasebj.8.2.8119491>

LUCON, C. M. M.; CHAVES, A. L. R.; BACILIERI, S. **Trichoderma: O que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura**. São Paulo-SP: Secretaria de Agricultura e Abastacimento do Estado de São Paulo, 2014. Boletim técnico.

MAASS, V. **Bokashi mejorado y su efecto en un cultivo de perejil bajo manejo orgánico en invernadero**. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) - Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 2016. Disponível em: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.25672.11525>. Acesso em: 19 ago. 2021.

MACÊDO, A. J. S.; SANTOS, E.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F. Microbiology of silages: Literature Review. **Revista Electronica de Veterinaria**, v. 18, 2018.

MADEIRA, N. R.; SILVA, P. C.; BOTREL, N.; MENDONÇA, J. L.; SILVEIRA, G. S. R.; PEDROSA, M. W. **Manual de produção de hortaliças tradicionais**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013.



MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; SCHAFFERT, R. E. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (org.). **Sistemas de Produção Embrapa: Cultivo do sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

MAGRINI, F. E.; SARTORI, V. C.; FINKLER, R.; TORVES, J.; VENTURIN, L. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. **Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 146–151, 2011.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo-SP: Editora Ceres, 1980.

MANTOVANI, J. R.; BERNARDES, J. da S.; LANDGRAF, P. R. C. Jatropha press cake as organic fertilizer in lettuce cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 1089–1094, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n12p1089-1094>

MAPA. **Instrução Normativa n.º 64, de 18 de dezembro de 2008**. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 2008a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MAPA/IN0064-181208.PDF>. Acesso em: 13 set. 2021.

MAPA. **Instrução Normativa n.º 64, de 18 de dezembro de 2008**. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 2008b. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MAPA/IN0064-181208.PDF>. Acesso em: 13 set. 2021.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose Foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (org.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. 1. ed. Viçosa-MG: Imprensa Universitária UFV, p. 143–168. 1999.

MASOUDI, A.; WANG, M.; ZHANG, X.; WANG, C.; QIU, Z.; WANG, W.; WANG, H.; LIU, J. Meta-Analysis and Evaluation by Insect-Mediated Baiting Reveal Different Patterns of Hypocrealean Entomopathogenic Fungi in the Soils From Two Regions of China. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 1133, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01133>

MATA, M. G.; GUERRA, J. G. M.; PINHEIRO, E. F. M.; CEDDIA, M. B. Análise espaço-temporal dos atributos químicos do solo de um módulo de pesquisa em produção orgânica. In: AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; CHAGAS, C. I.; ZONTA, E. (org.). **Impactos ambientais provenientes da produção agrícola: experiências argentinas e brasileiras**. 1. ed. Rio de Janeiro-RJ: Editora Autografia, 2016. p. 165-197.

MAYER, J.; SCHEID, S.; WIDMER, F.; FLIESSBACH, A.; OBERHOLZER, H.-R. How effective are ‘Effective microorganisms® (EM)’? Results from a field study in temperate climate. **Applied Soil Ecology**, v. 46, n. 2, p. 230–239, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.08.007>

MELO, L.; SILVA, C.; DE OLIVEIRA DIAS, B. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100010>

MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T.; ARAGÃO, F. A. S. Melhoramento de hortaliças no Brasil. In: NICK, C.; BORÉM, A. (org.). **Melhoramento de hortaliças**. 1. ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2016. v. 1, p. 9-60.

MENDONÇA, V. M. M. **Alternativas para produção de mudas florestais utilizando resíduo da poda urbana e filmes biodegradáveis**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2019. Disponível em: <https://tede.ufrrj.br/jspui/handle/jspui/5489>

MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. **Trichoderma**: Uso na agricultura. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

MIGUEL, F. B.; GRIZOTTO, R. K.; FURLANETO, F. P. B. CUSTO DE PRODUÇÃO DE ALFACE EM SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 1-6, 2010.

MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 107-124, 1994. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90164-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90164-3)

MONDAL, M.; RANA, M. I. K.; DAFADER, N. C.; HAQUE, M. E. ul. Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in Indian spinach. **J. Agrofor. Environ.**, v. 5, p. 99-102, 2011.

MONNERAT, R. G.; QUEIROZ, P.; MARTINS, E. S.; PRACA, L. B.; SOARES, C. M. S. Controle de artropodes-praga com bacterias entomopatogenias. In: FONTES, E.; VALADARES-INGLIS, M. C. (org.). **Controle Biologico de Pragas da Agricultura**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2020. p. 167-200.

MORAIS, G.; DANIEL, J.; KLEINSHMITT, C.; ESTRADA, P. A. C.; FERNANDES, J.; NUSSIO, L. Additives for grain silages: a review. **Slovak J. Anim. Sci.**, v. 50, p. 42, 2017.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras-MG: UFLA, 2006.

MORENO, J.; MORMENEO, M. Microbiología y bioquímica del proceso de compostaje. In: MORENO, J.; MORAL, R. (org.). **Compostaje**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2011. p. 111-140.

MOTA, C. S.; CANO, M. A. O. RESPOSTAS FOTOSSINTÉTICAS E ACÚMULO DE MASSA EM PLANTAS JOVENS DE MACAÚBA SUBMETIDA AO DÉFICIT HÍDRICO CÍCLICO. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 850-858, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n409rc>

MOURA, Á. Q.; CORRÊA, E. B.; FERNANDES, J. D.; FILHO, A. F. M.; LEÃO, A. C.; BOAVA, L. P. EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA ALFACE SUBMETIDA A DIFERENTES COMPOSTOS ORGÂNICOS. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 155-163, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v10i1.9245>

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>

MURILLO-AMADOR, B.; MORALES-PRADO, L. E.; TROYO-DIÉGUEZ, E.; CÓRDOBA-MATSON, M. V.; HERNÁNDEZ-MONTIEL, L. G.; RUEDA-PUENTE, E. O.; NIETO-GARIBAY, A. Changing environmental conditions and applying organic fertilizers in *Origanum vulgare* L. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 549, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00549>

NADEU, E.; GOBIN, A.; FIENER, P.; VAN WESEMAEL, B.; VAN OOST, K. Modelling the impact of agricultural management on soil carbon stocks at the regional scale: the role of lateral fluxes. **Global Change Biology**, v. 21, n. 8, p. 3181-3192, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.12889>

NATESH, N. H. **Effects of nitrogen rate and planting date on growth, yield and chemical composition of malabar spinach (*Basella alba* L.) under canadian maritime climatic conditions**. Dalhousie University Halifax, Nova Scotia, 2019.

NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: **Methods of Soil Analysis**. [S. l.]: John Wiley & Sons, Ltd, 2015. p. 539-579. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c29>. Acesso em: 27 out. 2020.

NEVES, M. C. P.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, S. R.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. Sistema Integrado de Produção Agroecológica ou Fazendinha Agroecológica do Km 47. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (org.). **Agroecologia: princípios e técnica para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 147-172.

NICHOLLS, C.; ALTIERI, M. Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. **Journal of Ecosystem and Ecography**, v. 01, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4172/2157-7625.S5-010>

NIEDERLE, P. A.; ALMEIDA, L. A nova arquitetura dos mercados para produtos orgânicos: o debate da convencionalização. In: NIEDERLE, P. A.; ALMEIDA, L.; VEZZANI, F. M. (org.). **Agroecologia: práticas, mercados e políticas para uma nova agricultura**. Curitiba: Kairós, 2013. p. 23-68. *E-book*. Disponível em: <https://terrasedireitos.org.br/wp-content/uploads/2013/07/Livro-AGROECOLOGIA-FINAL-IMPRESSO.pdf>.

NIETO-JACOBO, M. F.; STEYAERT, J. M.; SALAZAR-BADILLO, F. B.; NGUYEN, D. V.; ROSTÁS, M.; BRAITHWAITE, M.; DE SOUZA, J. T.; JIMENEZ-BREMONT, J. F.; OHKURA, M.; STEWART, A.; MENDOZA-MENDOZA, A. Environmental Growth Conditions of *Trichoderma* spp. Affects Indole Acetic Acid Derivatives, Volatile Organic Compounds, and Plant Growth Promotion. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 102, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00102>

NIKITIN, A. N.; CHESHYK, I. A.; GUTSEVA, G. Z.; TANKEVICH, E. A.; SHINTANI, M.; OKUMOTO, S. Impact of effective microorganisms on the transfer of radioactive cesium into lettuce and barley biomass. **Journal of Environmental Radioactivity**, v. 192, p. 491-497, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.08.005>

NISHIO, M. **Microbial Fertilizers in Japan**. Japan: ASPAC Food & Fertilizer Technology Center, 1996.

NIU, X.; XIE, W.; ZHANG, J.; HU, Q. Biodiversity of Entomopathogenic Fungi in the Soils of South China. **Microorganisms**, v. 7, n. 9, p. 311, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/microorganisms7090311>

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios: solo, água e nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.

NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Indicadores microbiológicos da qualidade do solo. In: Sistemas Conservacionistas de Produção e Sua Interação com a Ciência do Solo 2013, Londrina-PR. Reunião Paranaense de Ciência do Solo. **Anais...** Londrina-PR: IAPAR, 2013. p. 539-544.

OGINO, C. M.; COSTA JUNIOR, G.; POPOVA, N. D.; MARTINES FILHO, J. G. Poder de compra, preço e consumo de fertilizantes minerais: uma análise para o centro-oeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 1, p. e220367, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.220367>

OGUNNIYI, D. S. Castor oil: A vital industrial raw material. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 9, p. 1086–1091, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.03.028>

OLIVEIRA, A. S.; WEINBERG, Z. G.; OGUNADE, I. M.; CERVANTES, A. A. P.; ARRIOLA, K. G.; JIANG, Y.; KIM, D.; LI, X.; GONÇALVES, M. C. M.; VYAS, D.; ADESOGAN, A. T. Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 4587–4603, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11815>

OLIVEIRA, J. Â. M.; OLIVEIRA, C. M. M. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos – MG - DOI: 10.7127/rbai.v12n600901. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, v. 12, n. 6, p. 3021-3027, 2019.

OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, A. M. A.; SANTOS, C. L. R.; FLORES, R. A.; BARBOSA, F. S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 157–164, 2014a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200005>

OLIVEIRA, E. A. G.; RIBEIRO, R. L. D.; LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ARAUJO, E. S.; ESPINDOLA, J. A. A. **Compostos orgânicos fermentados tipo 'bokashi' obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças**. Seropédica-RJ: Embrapa Agrobiologia, 2014b. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.

OLIVEIRA, N. G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. Plantio direto de alface adubada com cama de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 112–117, 2006.

OLIVEIRA, E. A. G. **Formulações tipo “bokashi” como fertilizantes orgânicos no cultivo de hortaliças. Seropédica.** 2015. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2015.

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 36–40, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000100007>

OLIVEIRA, J. R.; XAVIER, F. B.; DUARTE, N. D. F. Húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v5n22013508>. Acesso em: 5 jan. 2024.

OLIVEIRA, M. P.; MALAGOLLI, G. A.; CELLA, D. Mercado de fertilizantes: dependência de importações do Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 489–498, 2019.

OLIVEIRA, S. M.; FERREIRA, A. S. Change in Soil Microbial and Enzyme Activities in Response to the Addition of Rock-Phosphate-Enriched Compost. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 45, n. 21, p. 2794–2806, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00103624.2014.954286>

OLSNES, S.; KOZLOV, J. V. Ricin. **Toxicon: Official Journal of the International Society on Toxinology**, v. 39, n. 11, p. 1723–1728, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0041-0101\(01\)00158-1](https://doi.org/10.1016/s0041-0101(01)00158-1)

OMRANI, H.; SHAFAT, K.; EMROUZNEJAD, A. An Integrated Fuzzy Clustering Cooperative Game Data Envelopment Analysis Model with application in Hospital Efficiency. **Expert Systems With Applications**, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/326726776\\_An\\_Integrated\\_Fuzzy\\_Clustering\\_Cooperative\\_Game\\_Data\\_Envelopment\\_Analysis\\_Model\\_with\\_application\\_in\\_Hospital\\_Efficiency](https://www.researchgate.net/publication/326726776_An_Integrated_Fuzzy_Clustering_Cooperative_Game_Data_Envelopment_Analysis_Model_with_application_in_Hospital_Efficiency). Acesso em: 4 out. 2023.

ONU. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development.** [s. l.], 2015. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.

PADOVAN, M. P.; CARNEIRO, L. F.; FELISBERTO, G.; NASCIMENTO, J. S.; CARNEIRO, D. N. M. Milho cultivado em sucessão a adubos verdes em sistemas sob bases agroecológicas. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, v. 9, n. 4, p. 377–385, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i4.2705>

PAHLOW, G.; MUCK, R.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of Ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (org.). **Silage Science and Technology**. Madison, EUA: American Society of Agronomy, 2003. v. 42, p. 31–93. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c2>

PAIANO, D.; MOREIRA, I.; CARVALHO, P. L. D. O.; FURLAN, A. C.; SILVA, M. A. A.; KUTSCHENKO, M.; VOORSLUYS, T. Farelo de algodão na alimentação de suínos (30-90 kg). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 790–800, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402014000300016>

PAIVA, W. O.; MENEZES, J. M. Avaliação do desempenho agrônomo da bertalha (*Basella alba* L. syn *B. rubra*) em Ouro Preto D'Oeste. **Acta Amazônica**, v. 19, n. 1, p. 3–7, 1989.

PARAPOULI, M.; VASILEIADIS, A.; AFENDRA, A. S.; HATZILOUKAS, E. *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. **AIMS Microbiology**, v. 6, n. 1, p. 1–31, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3934/microbiol.2020001>

PARRELLA, R. A. **Desempenho agrônomo de híbridos de sorgo biomassa**. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.

PAUSTIAN, K.; LEHMANN, J.; OGLE, S.; REAY, D.; ROBERTSON, G. P.; SMITH, P. Climate-smart soils. **Nature**, v. 532, n. 7597, p. 49–57, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature17174>

PEDROZO, A.; GIRELLI DE OLIVEIRA, N. J.; ALBERTON, O.; PEDROZO, A.; GIRELLI DE OLIVEIRA, N. J.; ALBERTON, O. Biological nitrogen fixation and agronomic features of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) crop under different doses of inoculant. **Acta Agronômica**, v. 67, n. 2, p. 297–302, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.56375>

PEIXOTO, R. S.; CHAER, G. M.; FRANCO, N.; REIS JUNIOR, F. B.; MENDES, I. C.; ROSADO, A. S. A decade of land use contributes to changes in the chemistry, biochemistry and bacterial community structures of soils in the Cerrado. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 98, n. 3, p. 403–413, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10482-010-9454-0>

PENG, S.; GUO, T.; LIU, G. The effects of arbuscular mycorrhizal hyphal networks on soil aggregations of purple soil in southwest China. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 57, p. 411–417, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.10.026>

PERDOMO, L. L. Ñ.; TELLES, C. C.; JUNQUEIRA, A. M. R.; ALENCAR, E. R. de; FUKUSHI, Y. K. de M. Qualidade físico-química de hortaliças produzidas em cultivo consorciado. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1–6, 2018.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, J.; MUNIZ, P.; PEIXOTO, G.; GUIMARÃES, R.; COSTA CARVALHO, D. D. Growth promotion and productivity of lettuce using *Trichoderma* spp. commercial strains. **Horticultura Brasileira**, v. 37, p. 69–74, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620190111>

PIAN, L. B. **Influência da Fertilização de Origem Vegetal em Atributos Biológicos e Químicos do Solo e no Desempenho Agroeconômico de Hortaliças em Sistemas Orgânicos**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2019.

PIAN, L. B.; GUERRA, J. G. M.; BERBARA, R. L. L.; DE JESUS, M. S. C.; BARBOSA JUNIOR, J.; ARAÚJO, E. da S. Characterization, nitrogen availability, and agronomic efficiency of fermented composts in organic vegetable production. **Organic Agriculture**, v. 13, n. 3, p. 461–481, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13165-023-00439-0>

PINTO, D. F. P. **Composto bokashi com inóculo nativo e comercial, farinha de penas e a disponibilidade de nitrogênio e fósforo**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz - ESALQ, Piracicaba-SP, 2018.

POHAN, S.; AMRIZAL, A.; MASNI, E.; PUSPITASARI, W.; MALAU, N.; PASARIBU, R.; SIREGAR, R. **The Use of Bokashi Compost as a Soil Fertility Amendment in Increasing Vegetative Growth of Organic Tomato (*Lycopersicum Esculentum* Mill.)**. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4108/eai.18-10-2018.2287296>

QUEIROZ, V. A. V.; MENEZES, C. B.; BARROS, F. A. R.; MARTINO, H. S. D. **O sorgo na alimentação humana**: Informe Agropecuário. Belo Horizonte - MG: EPAMIG, 2014.

QUIROZ, M.; CÉSPEDES, C. Bokashi as an Amendment and Source of Nitrogen in Sustainable Agricultural Systems: a Review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 19, n. 1, p. 237–248, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42729-019-0009-9>

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: **R Foundation for Statistical Computing**. [s. l.], 2020. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

RASTOGI, M.; NANDAL, M.; KHOSLA, B. Microbes as vital additives for solid waste composting. **Heliyon**, v. 6, n. 2, p. e03343, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03343>

RECALDE, K. M. G.; CARNEIRO, L. F.; CARNEIRO, D. N. M.; FELISBERTO, G.; NASCIMENTO, J. S.; PADOVAN, M. P. Weed suppression by green manure in an agroecological system. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 546–552, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201562060006>

REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P. Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas. In: JOBIM, C. C.; CANTO, M. W. (org.). **Produção e utilização de forragens conservadas**. 1. ed. Maringá-PR: Masson, 2008. p. 9-40.

RENCHE, A. C.; CHRISTENSEN, W. F. **Methods of Multivariate Analysis**. 3. ed. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2012.

RESENDE, G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Produtividade e qualidade pós-colheita da alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 976-981, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000400023>

RESENDE, H.; OLIVEIRA, J. S.; MIRANDA, J. E. C.; LEITE, J. L. B. **Tecnologia e Custo da Silagem de Milho**. Juiz de Fora-MG: Embrapa Gado de Leite, 2016. Circular técnica.

REZENDE, G. M.; PIRES, D. A. D. A.; BOTELHO, P. R. F.; JÚNIOR, V. R. R.; SALES, E. C. J.; JAYME, D. G.; REIS, S. T. D.; PIMENTEL, L. R.; LIMA, L. O. B.; KANEMOTO, E. R.; MOREIRA, P. R. Características agrônômicas de cinco genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], cultivados no inverno, para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 2, p. 171-179, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v10n2p171-179>

RIBAS, P. P. R.; MATSUMURA, A. T. dos S.; SAND, S. T. V. D. Caracterização de isolados de Trichoderma e seu potencial para o controle biológico de patógenos do feijoeiro in vitro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 20, n. 1/2, p. 94-103, 2014.

ROBERTSON, G. P.; GROFFMAN, P. M. Nitrogen Transformations. In: **Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry**. [S. l.]: Elsevier, 2015. p. 421-446. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415955-6.00014-1>. Acesso em: 19 ago. 2021.

ROCHA, A. A.; ARAÚJO, E. S.; SANTOS, S. S.; GOULART, J. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALVES, B. J. R.; ROUWS, J. R. C. Ammonia Volatilization from Soil-Applied Organic Fertilizers. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS20180151>. Acesso em: 19 ago. 2021.

ROCHA, D. C. **Composição mineral e teor de nitrato em alface hidropônica baby leaf sob diferentes proporções NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e concentrações de molibdênio**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2019). Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/62076>. Acesso em: 18 ago. 2021.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 37-48, 2006.

RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do Sorgo**: Sistema de Produção, 2. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/994083>. Acesso em: 18 ago. 2021.

RONDINA, A. B. L.; TONON, B. C.; LESCANO, L. E. A. M.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ZANGARO, W. Plants of Distinct Successional Stages Have Different Strategies for Nutrient Acquisition in an Atlantic Rain Forest Ecosystem. **International Journal of Plant Sciences**, v. 180, n. 3, p. 186–199, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/701353>

ROP, N.; MUTUI, T.; KIPROP, E. Influence of nitrogen fertilizer on the growth, yield and quality of indian spinach (*Basella alba* L.). **Journal of Horticultural Science**, v. 6, n. 6, p. 111-117, 2012.

ROSA, W. J. **Cultura do Sorgo**. Belo Horizonte - MG: Emater-MG, 2012.

ROSSET, P.; ALTIERI, M. Á. **Agroecología, ciencia y política**. Barcelona: Icaria, 2018.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. Changes in Forage Quality During Harvest and Storage. In: **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**. [S. l.: s. n.]. p. 828-868. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/1994.foragequality.c20>

RUANGWONG, O.-U.; WONGLOM, P.; SUWANNARACH, N.; KUMLA, J.; THAOCHAN, N.; CHOMNUNTI, P.; PITIJA, K.; SUNPAPAO, A. Volatile Organic Compound from *Trichoderma asperelloides* TSU1: Impact on Plant Pathogenic Fungi. **Journal of Fungi**, v. 7, n. 3, p. 187, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jof7030187>

SAITER, O.; OLIVEIRA, L. A. A.; OLIVEIRA, E. A. G.; ARAUJO, D. B. **Efeito do adubo orgânico fermentado bokashi no desempenho agrônômico do brócolis americano microbacia de rio vieira - Teresópolis - RJ**: Programa Rio Rural. Teresópolis-RJ: Pesagro-Rio, 2016. Comunicado técnico.



SALA, F. C.; COSTA, C. P. da. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 187-194, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200002>

SALAMI, B. T.; BABAJIDE, A. P. Growth and shoot yield of *Basella alba* l. with harvesting frequency and varying application rates of poultry manure in the guinea savanna. **Journal of Sustainable Development**, v. 12, n. 1, p. 95-100, 2017.

SAMAD, A.; BRADER, G.; PFAFFENBICHLER, N.; SESSITSCH, A. Plant-Associated Bacteria and the Rhizosphere. In: VAN ELSAS, J. D.; TREVORS, J. T.; ROSADO, A. S.; NANNIPIERI, P. (ed.). **Modern Soil Microbiology**. Boca Raton - CA: CRC Press, 2019. p. 163–178. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/9780429059186-10>

SAMBUICHI, R. H.; MOURA, I. F.; MATTOS, L. M.; ÁVILA, M. L.; SPÍNOLA, P. A. C.; SILVA, A. P. M. **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília, DF: IPEA, 2017.

SANTI, A.; SCARAMUZZA, W. L.; NEUHAUS, A.; DALLACORT, R.; KRAUSE, W.; TIEPPO, R. C. Desempenho agrônômico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 338–343, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000200027>

SANTOS, C. A. B.; ROCHA, M. V. C.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. Cultivo agroecológico de berinjela sob doses de adubação orgânica em coberturas vivas perenes. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 311–316, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000200022>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, I. L. V. L.; SILVA, C. R. C.; SANTOS, S. L.; MAIA, M. M. D. Sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, p. 135–144, 2012.

SANTOS, L. A. C. Agroecologia e conhecimento tradicional: uma análise bibliométrica. **Tecnia**, v. 5, n. 1, p. 153-179, 2020.

SAPOZNIKOV, A.; ROSNER, A.; FALACH, R.; GAL, Y.; AFTALION, M.; EVGY, Y.; ISRAELI, O.; SABO, T.; KRONMAN, C. Intramuscular Ricin Poisoning of Mice Leads to Widespread Damage in the Heart, Spleen, and Bone Marrow. **Toxins**, v. 11, n. 6, p. 344, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/toxins11060344>

SARTORI, V. C.; SILVA-RIBEIRO, R. T.; SCUR, L.; PANSEIRA, M. R.; RUPP, L. C. D. **Cartilha para agricultores [recurso eletrônico]: adubação verde e compostagem: estratégias de manejo do solo para conservação das águas**. Caxias do Sul-RS: Universidade de Caxias do Sul, 2011. Disponível em: [https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/Aduba%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_Compostagem\\_2.pdf](https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/Aduba%C3%A7%C3%A3o_e_Compostagem_2.pdf). Acesso em: 19 ago. 2021.

SAYER, E. J.; BAXENDALE, C.; BIRKETT, A. J.; BRÉCHET, L. M.; CASTRO, B.; KERDRAON-BYRNE, D.; LOPEZ-SANGIL, L.; RODTASSANA, C. Altered litter inputs modify carbon and nitrogen storage in soil organic matter in a lowland tropical forest. **Biogeochemistry**, v. 156, n. 1, p. 115–130, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10533-020-00747-7>

SCHIEWER, S.; PATIL, S. B. Pectin-rich fruit wastes as biosorbents for heavy metal removal: Equilibrium and kinetics. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 6, p. 1896–1903, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.03.060>

SCHNÜRER, J.; ROSSWALL, T. Fluorescein Diacetate Hydrolysis as a Measure of Total Microbial Activity in Soil and Litter. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 43, n. 6, p. 1256–1261, 1982.

SCOTTON, J. C.; PEREIRA, J. S.; CAMPOS, A. A. B.; PINTO, D. F. P.; COSTA, W. L. F.; HOMMA, S. K. Different sources of inoculum to the bokashi provides distinct effects on the soil quality. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 3, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v7i3.411>. Acesso em: 19 ago. 2021.

SEAPA-MG. **Projeções do Agronegócio: Minas Gerais – 2017 a 2027**: Projeções de longo prazo 3ª ed. Belo Horizonte - MG: Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, 2017. Disponível em: [http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq\\_Relatorios/Publicacoes/projecoes\\_2017\\_a\\_2027.pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Publicacoes/projecoes_2017_a_2027.pdf).

SEDIYAMA, M. A. N.; MAGALHÃES, I. P. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; CARDOSO, D. S. C. P.; FONSECA, M. C. M.; CARVALHO, I. P. L. Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.) ‘Kaiser’. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 6, n. 2, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v6i2.308>. Acesso em: 19 ago. 2021.

SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SALGADO, L. T.; PEREIRA, P. C. Desempenho de cultivares de alface para cultivo hidropônico no verão e no inverno. **Científica**, v. 37, n. 2, p. 98–106, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2009v37n2p98>

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C. dos; LIMA, P. C. de. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, p. 829–837, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000008>

SHARMA, A.; SAHA, T. N.; ARORA, A.; SHAH, R.; NAIN, L. Efficient Microorganism Compost Benefits Plant Growth and Improves Soil Health in Calendula and Marigold. **Horticultural Plant Journal**, v. 3, n. 2, p. 67–72, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2017.07.003>

SHARMA, A.; SHARMA, R.; ARORA, A.; SHAH, R.; SINGH, A.; PRANAW, K.; NAIN, L. Insights into rapid composting of paddy straw augmented with efficient microorganism consortium. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 3, n. 2, p. 54, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40093-014-0054-2>

SHARMA, V. K.; CANDITELLI, M.; FORTUNA, F.; CORNACCHIA, G. Processing of urban and agro-industrial residues by aerobic composting: Review. **Energy Conversion and**

**Management**, v. 38, n. 5, p. 453–478, 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(96\)00068-4](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(96)00068-4)

SHIN, K.; VAN DIEPEN, G.; BLOK, W.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Variability of Effective Micro-organisms (EM) in bokashi and soil and effects on soil-borne plant pathogens. **Crop Protection**, v. 99, p. 168–176, 2017 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.025>

SILVA, C. F. **Doses de bokashi no crescimento de duas cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum*)**. 2016. Monografia (Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2016.

SILVA, D. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; JACQUES, R. J. S.; SILVEIRA, A. O.; SILVA, D. A. A.; RACHE, M. M.; PASSOS, V. H. G.; SILVA, B. R. Indicadores microbiológicos de solo em pastagem com aplicação sucessiva de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1585–1594, 2015a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20150138>

SILVA, T. C. da; SILVA, M. V. B. da; FERREIRA, E. G.; PEREIRA, O. G.; FERREIRA, C. L. de L. F. Papel da fermentação láctica na produção de silagem. **PUBVET**, v. 5, n. 1, p. 992–998, 2011.

SILVA, G. B. P. D.; HECKLER, L. I.; SANTOS, R. F. D.; DURIGON, M. R.; BLUME, E. Identificação e utilização de *Trichoderma* spp. armazenados e nativos no biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 33–42, 2015b. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n404rc>

SILVA, J. B. G.; MARTINEZ, M. A.; MATOS, A. T.; PIRES, C. S.; TERRAÇÃO, G. Mobilidade dos íons nitrato e amônio em área agrícola sob adubação com água residuária de bovinocultura de leite e torta de mamona. **Revista Engenharia na Agricultura - Reveng**, v. 25, n. 3, p. 200–211, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.13083/reveng.v25i3.678>

SILVA, J. M.; COSTA, E. P.; MURARO, L. S.; REGO, F. C. A.; GASPARINI, M. J.; SOARES, L. C. M.; LOPES, F. G.; SANTOS, M. D. Efeito de diferentes concentrações de ingestão de gossipol livre sobre morfometria testicular e qualidade seminal de touros da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 3, p. 673–680, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11481>

SILVA, M.; SIQUEIRA, E. R.; COSTA, J. L. da S. Hidrólise de diacetato de fluoresceína como bioindicador da atividade microbiológica de um solo submetido a reflorestamento. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1493–1496, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000500025>

SILVA, N. C.; NASCIMENTO, C. F.; NASCIMENTO, F. A.; DE RESENDE, F. D.; DANIEL, J. L. P.; SIQUEIRA, G. R. Fermentation and aerobic stability of rehydrated corn grain silage treated with different doses of *Lactobacillus buchneri* or a combination of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4158–4167, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13797>

SILVA, P. N. L. **Produção de beterraba em função de doses de bokashi e torta de mamona em cobertura**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2014.

SILVA, V. P. **Bactérias lácticas em silagem de alfafa e desempenho de bovinos de corte alimentados com silagens de estilosantes ou milho, com e sem concentrado proteico**. 2018. Tese (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2018.

SILVA, V. P.; PEREIRA, O. G.; LEANDRO, E. S.; DA SILVA, T. C.; RIBEIRO, K. G.; MANTOVANI, H. C.; SANTOS, S. A. Effects of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic potential on the fermentation profile and chemical composition of alfalfa silage in tropical conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 3, p. 1895–1902, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9792>

SILVA, V. V. **Efeito do pré-cultivo de adubos verdes na produção orgânica de brócolos (*Brassica oleraceae* var. *Itálica*) em sistema de plantio direto**. 2002. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2002.

SINGH, A. K.; RAI, A.; SINGH, N. Effect of long term land use systems on fractions of glomalin and soil organic carbon in the Indo-Gangetic plain. **Geoderma**, v. 277, p. 41–50, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.05.004>

SINGH, S.; NAIN, L. Microorganisms in the Conversion of Agricultural Wastes to Compost. **Proceedings of the Indian National Science Academy**, v. 80, p. 473–481, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.16943/ptinsa/2014/v80i2/4>

SIQUEIRA, A. P. P.; SIQUEIRA, M. F. B. **Bokashi: adubo orgânico fermentado**: Programa Rio Rural. Niterói-RJ: Pesagro-Rio, 2013. Manual técnico.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 1994.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Rússia limita exportações de fertilizantes e agrava crise de oferta dos insumos**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/russia-limita-exportacoes-de-fertilizantes-e-agrava-crise-de-oferta-dos-insumos/>. Acesso em: 13 out. 2023.

SONG, C.; LI, M.; QI, H.; ZHANG, Y.; LIU, D.; XIA, X.; PAN, H.; XI, B. Impact of anti-acidification microbial consortium on carbohydrate metabolism of key microbes during food waste composting. **Bioresource Technology**, v. 259, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.03.022>

SOTO, M. G. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. In: MELÉNDEZ, G. S. (ed.). **Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura**. Costa Rica: [s. n.], 2003. p. 20-49.

SOUNDY, P.; CANTIFLE, D. J. Improving lettuce transplant quality in response to nitrogen nutrition in a floatation production system. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 114, p. 294-303, 2001.

SOUSA, M. B. D. **Processo de desintoxicação da torta de mamona destinada à ração animal: secagem e simulação**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

SOUZA, E. D. S.; SILVA, F. D.; PACHECO, L. P.; LAROCA, J. S. V.; SOUZA, J. M.; BONETTI, J. A. Matéria orgânica do solo em sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil. *In*: SOUZA, E. D.; SILVA, F. D.; ASSMANN, T. S.; CARNEIRO, M. A. C.; CARNEIRO, P. C. F.; PAULINO, H. B. (org.). **Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil**. 1. ed. Tubarão-SC: Copiart, 2018. v. 1, p. 107-120.

SOUZA JÚNIOR, J. B. **Eficiência agrônômica da fertilização de alface em sistema de cultivo orgânico com compostos fermentados formulados com farelos de resíduos de cervejaria e de *Gliricidia sepium***. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2020.

SOUZA, W. L.; CIDRINI, I. A.; NEIVA JÚNIOR, A. P.; SILVA, M. D.; GERVÁSIO, J. R. S.; ABREU, M. J. I.; NASCIMENTO, D. C. Effect of rehydration with whey and inoculation with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on the chemical composition, microbiological dynamics, and fermentative losses of corn grain silage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6supl2, p. 3351–3364, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6Supl2p3351>

STEINER, F.; ECHER, M.; GUIMARÃES, V. Produção de Alface “Piraroxa” Afetada pela Adubação Nitrogenada com Fertilizante Orgânico e Mineral. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, p. 77–83, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v11n3p77-83>

SUNITHA, V. H.; DEVI, D. N.; SRINIVAS, C. Extracellular Enzymatic Activity of Endophytic Fungal Strains Isolated from Medicinal Plants. p. 9, 2013.

TAÍZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 2013.

TAYLOR, J. P.; WILSON, B.; MILLS, M. S.; BURNS, R. G. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, n. 3, p. 387–401, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(01\)00199-7](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(01)00199-7)

THANH, D. T.; TY, N. M.; HIEN, N. V.; BERG, H.; NGUYEN, T. K. O.; VU, P. T.; MINH, V. Q.; DA, C. T. Effects of organic fertilizers produced from fish pond sediment on growth performances and yield of Malabar and Amaranthus vegetables. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p. 1045592, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1045592>

THWAITES, C. L. Botulism and tetanus. **Medicine**, v. 45, n. 12, p. 739–742, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2017.09.004>

TIVET, F. SÁ, J. D. M.; LAL, R.; BORSZOWSKI, P. R.; BRIEDIS, C.; SANTOS, J. B.; SÁ, M. F. M.; HARTMAN, D. C.; EURICH, G.; FARIAS, A.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Soil organic carbon fraction losses upon continuous plow-based tillage and its restoration by diverse biomass-C inputs under no-till in sub-tropical and tropical regions of Brazil. **Geoderma**, v. 209–210, p. 214–225, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.06.008>

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. **Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação**. Documentos 57. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2003. Documentos.

TORRES, A. T.; QUIPUZCO, L. U.; MEZA, V. C. Influencia de la fermentación láctica (abono bokashi) en el pre-compost para la producción de biogás y biol en biodigestores tipo batch. **Anales Científicos**, v. 76, n. 2, p. 269, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.21704/ac.v76i2.791>

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1609–1618, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400025>

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 609–618, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000400013>

TRAN, Q. N. M.; MIMOTO, H.; KOYAMA, M.; NAKASAKI, K. Lactic acid bacteria modulate organic acid production during early stages of food waste composting. **The Science of the Total Environment**, v. 687, p. 341–347, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.113>

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; AZEVEDO-FILHO, J. A. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d'água. In: RAIJ, B. (ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas-SP: Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, 2014. p. 1–16.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação Orgânica de Hortalças e Frutíferas**. Campinas-SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 2013. Boletim técnico. Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas/83.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/83.pdf).

TRANNIN, I. C. B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1173–1184, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000500032>

TRIVEDI, P.; ROCHESTER, I. J.; TRIVEDI, C.; VAN NOSTRAND, J. D.; ZHOU, J.; KARUNARATNE, S.; ANDERSON, I. C.; SINGH, B. K. Soil aggregate size mediates the impacts of cropping regimes on soil carbon and microbial communities. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 91, p. 169–181, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.08.034>

USDA. **Product, supply and distribution Online**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>. Acesso em: 25 jul. 2021.

VACHERON, J.; DESBROSSES, G.; BOUFFAUD, M.-L.; TOURAINE, B.; MOËNNE-LOCCOZ, Y.; MULLER, D.; LEGENDRE, L.; WISNIEWSKI-DYÉ, F.; PRIGENT-COMBARET, C. Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 356, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00356>

VARNIER, C.; ROCHA, G. A.; CAMPOS, J. E.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; SIMONATO, M.; HIRATA, R. **Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual**. São Paulo-SP: SIMA/IG, 2019.

VIANA, J. S.; BORDA, C. A. R.; PALARETTI, L. F. Application of bokashi organic fertilizer in production of lettuce (*Lactuca sativa*). **Horticulture International Journal**, v. 4, n. 5, p. 200–201, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15406/hij.2020.04.00182>

VIDIGAL, M. V.; 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, p. 80–88, 1995.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. E-book. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175460/1/2017LV04.pdf>

VIERA, W.; NOBOA, M.; MARTINEZ, A.; BÁEZ, F.; JACOME, R.; MEDINA, L.; JACKSON, T. *Trichoderma asperellum* increases crop yield and fruit weight of blackberry (*Rubus glaucus*) under subtropical Andean conditions. **Vegetos**, v. 32, 2019 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42535-019-00024-5>

VILAR, D. A.; VILAR, M. S. A.; BRANDÃO, M. P.; ANJOS, C. J. F.; SILVA, A. E. **Plantas medicinais: um guia prático**. 1. ed. Aracaju-SE: Editora do Ifs, 2019. E-book. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/1104>. Acesso em: 20 ago. 2021.

VINODKUMAR, S.; INDUMATHI, T.; NAKKEERAN, S. *Trichoderma asperellum* (NVTa2) as a potential antagonist for the management of stem rot in carnation under protected cultivation. **Biological Control**, v. 113, p. 58–64, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.07.001>

WANG, X.; SELVAM, A.; LAU, S. S. S.; WONG, J. W. C. Influence of lime and struvite on microbial community succession and odour emission during food waste composting. **Bioresource Technology**, v. 247, p. 652–659, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.07.091>

WELC, M.; BÜNEMANN, E. K.; FLIESSBACH, A.; FROSSARD, E.; JANSKA, J. Soil bacterial and fungal communities along a soil chronosequence assessed by fatty acid profiling. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 49, p. 184–192, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.01.032>

WENG, Q.; ZHANG, X.; CHEN, W.; HU, Q. Secondary Metabolites and the Risks of *Isaria fumosorosea* and *Isaria farinosa*. **Molecules**, v. 24, n. 4, p. 664, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules24040664>

WESENDONCK, W. R.; KESSLER, A. de M.; RIBEIRO, A. M. L.; SOMENSI, M. L.; BOCKOR, L.; DADALT, J. C.; MONTEIRO, A. N. T. R.; MARX, F. R. Valor nutricional e energia metabolizável de subprodutos do trigo utilizados para alimentação de suínos em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 203–210, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000200011>

WIJAYANTO, T.; TUFAILA, M.; SARMAN, A. M. Influence of Bokashi Fertilizers on Soil Chemical Properties, Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Yield Components and Production. v. 13, p. 8, 2016.

WILLER, H.; LERNOUD, J. (ed.). **The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2019: STATISTICS & EMERGING TRENDS 2019**. Germany: FiBL & IFOAM – ORGANICS INTERNATIONAL, 2019.

WONGLOM, P.; ITO, S.; SUNPAPAO, A. Volatile organic compounds emitted from endophytic fungus *Trichoderma asperellum* T1 mediate antifungal activity, defense response and promote plant growth in lettuce (*Lactuca sativa*). **Fungal Ecology**, v. 43, p. 100867, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2019.100867>

XAVIER, M. C. G.; SANTOS, C. A.; COSTA, E. S. P.; CARMO, M. G. F. Produtividade de repolho em função de doses de bokashi. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 17-22, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.32404/rean.v6i1.2372>

XU, H.; WANG, R.; MRIDHA, A. U. Effects of Organic Fertilizers and a Microbial Inoculant on Leaf Photosynthesis and Fruit Yield and Quality of Tomato Plants. **Journal of Crop Production**, v. 3, p. 173–182, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1300/J144v03n01\\_15](https://doi.org/10.1300/J144v03n01_15)

YAMADA, K.; XU, H. Properties and Applications of an Organic Fertilizer Inoculated with Effective Microorganisms. **Journal of Crop Production**, v. 3, p. 255–268, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1300/J144v03n01\\_21](https://doi.org/10.1300/J144v03n01_21)

YITBAREK, M. B.; TAMIR, B. Silage Additives: Review. **Open Journal of Applied Sciences**, v. 04, n. 05, p. 258–274, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/ojapps.2014.45026>

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 127–130, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000100027>

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Nutrição e adubação da cultura da alface. In: PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. (org.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal - SP: FCAV/CAPES, 2016. p. 559-577.

ZHAO, L.; ZHANG, Y. Effects of phosphate solubilization and phytohormone production of *Trichoderma asperellum* Q1 on promoting cucumber growth under salt stress. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 8, p. 1588-1597, 2015. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60966-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60966-7)

ZVALO, V.; RESPONDEK, A. **Vegetable crops production guide for Nova Scotia**. Perennia, 2007. Disponível em: <https://nsnewfarmer.ca/wp-content/uploads/sites/5/2018/02/Spinach-Production-Guide.pdf>



## 8. ANEXOS

### 8.1 Tabelas de Dados

**Tabela A1.** Diâmetro parte aérea, área foliar, produção de massa fresca comercial, produção de massa fresca da "cabeça", produtividade de massa fresca e seca comercial, teor e quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de alface americana em função da aplicação de *T. asperellum*. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47.

<i>T. asperellum</i>	Caracterização fitotécnicas alface americana					
	DPA (cm pl <sup>-1</sup> )	Área foliar (cm <sup>2</sup> pl <sup>-1</sup> )	MFA (g pl <sup>-1</sup> )	MFCab (g pl <sup>-1</sup> )	PdMFC (Mg ha <sup>-1</sup> )	PdMSC (Mg ha <sup>-1</sup> )
Presença	26,5 a	2.721,0 a	323,1 a	232,8 a	65,1 a	3,5 a
Ausência	26,4 a	2.750,5 a	325,4 a	233,3 a	64,6 a	3,4 a
	N	P	K	Ca	Mg	
			(g kg <sup>-1</sup> )			-
Presença	29,68 a	6,42 a	59,28 a	10,92 a	2,91 a	-
Ausência	31,41 a	6,38 a	59,08 a	11,20 a	3,07 a	-
	N	P	K	Ca	Mg	-
			(kg ha <sup>-1</sup> )			-
Presença	115,85 a	24,90 a	229,94 a	42,27 a	11,98 a	-
Ausência	122,38 a	24,85 a	223,51 a	43,33 a	11,33 a	-

\* Média seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Presença e ausência de aplicação de *T. asperellum*. \*\* DPA – Diâmetro da parte aérea. pl – planta. MFA – massa fresca da parte aérea. MFCab – massa fresca da “cabeça”, PdMFC - Produtividade de massa fresca da parte aérea. PdMSC - Produtividade de massa seca da parte aérea da alface americana.

**Tabela A2.** Produção de massa fresca, área foliar, produtividade de massa fresca e seca, teor e quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de bertalha em função da presença ou ausência da aplicação de *Trichoderma asperellum*. SIPA – Fazendinha Agroecológica do Km 47.

<i>T. asperellum</i>	MFA (g pl <sup>-1</sup> )	Área foliar (cm <sup>2</sup> pl <sup>-1</sup> )	PdMFA (Mg ha <sup>-1</sup> )	PdMSA (Mg ha <sup>-1</sup> )	-
Presença	107,0 a	785,1 a	21,4 a	1,7 a	-
Ausência	110,0 a	805,5 a	22,0 a	1,8 a	-
	N	P	K	Ca	Mg
			Teor (g kg <sup>-1</sup> )		
Presença	17,31 a	5,51 a	26,92 a	12,81 a	7,47 a
Ausência	17,73 a	5,48 a	27,46 a	13,81 a	8,20 a
			Quantidade acumulada (kg ha <sup>-1</sup> )		
Presença	30,75 a	9,61 a	47,44 a	22,12 a	12,94 a
Ausência	32,88 a	9,88 a	51,27 a	24,71 a	14,90 a

\*Média seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Presença e ausência de aplicação de *T. asperellum*. MFA – massa fresca da parte aérea. PdMFA - Produtividade de massa fresca da parte aérea. PdMSA - Produtividade de massa seca da parte aérea da bertalha.

**Tabela A3.** Variáveis fitotécnicas de alface crespa, submetida à fertilização com compostos fermentados em doses crescentes, nas condições do Noroeste de Minas Gerais. 2020.

Variável		Doses de N				
		0	50	100	200	Média
Diâmetro (cm planta <sup>-1</sup> )	FMFT	19,2 Ab	24,9 Aa	26,6 Aa	28,3 Aa	24,7 A
	FAIFMj	20,0 Ab	21,91 Aab	24,6 Aa	25,4 Aa	23,0 A
	Média	19,6 c	23,4 b	25,6 a	26,9 a	
PMFA (g planta <sup>-1</sup> )	FMFT	91,2 Ac	18,2 Ab	213,3 Aa	242,9 Aa	178,9 A
	FAIFMj	94,2 Ab	142,9 Aa	188,7 Aa	216,7 Aa	160,6 A
	Média	92,7 c	155,5 b	201,0 a	229,8 a	
PMSA (g planta <sup>-1</sup> )	FMFT	4,8 Ac	8,4 Abc	10,9 Aab	12,5 Aa	9,1 A
	FAIFMj	4,9 Ac	7,5 Abc	10,3 Aba	12,3 Aa	8,8 A
	Média	4,9 d	7,9 c	10,6 b	12,4 a	
PdMFA (Mg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	18,2 Ac	33,6 Ab	42,7 Aa	48,6 Aa	35,8 A
	FAIFMj	18,8 Ab	28,6 Aab	37,7 Aa	43,3 Aa	32,1 A
	Média	18,5 c	31,1 b	40,2 a	45,9 a	
Teor de N (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	24,5 Ab	25,1 Ab	31,1 Aab	35,3 Aa	29,0 A
	FAIFMj	24,2 Aa	25,4 Aa	30,1 Aa	30,1 Aa	27,4 A
	Média	24,6 b	24,9 b	30,6 ab	32,7 a	
Qde acum. de N (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	23,9 Aa	41,6 Aa	68,4 Ab	88,1 Ab	55,5 A
	FAIFMj	23,8 Aa	38,0 Aa	62,2 Ab	72,7 Ab	49,2 A
	Média	23,8 b	39,8 b	65,3 a	80,4 a	
Teor de P (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	6,6 Aa	7,2 Aa	7,2 Aa	7,5 Aa	7,1 A
	FAIFMj	5,8 Aa	6,1 Aa	6,6 Aa	6,7 Aa	6,3 A
	Média	6,2 a	6,6 a	6,9 a	7,1 a	
Qde acum. de P (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	6,3 Ac	12,1 Ab	15,7 Aab	18,9 Aa	13,2 A
	FAIFMj	5,7 Ac	9,2 Abc	13,9 Aab	16,2 Aa	11,3 A
	Média	6,0 c	10,6 b	14,8 a	17,6 a	
Teor de K (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	42,8 Aa	48,0 Aa	57,6 Aa	57,0 Aa	51,4 A
	FAIFMj	42,7 Aa	54,9 Aa	57,3 Aa	64,6 Aa	54,9 A
	Média	42,8 a	51,5 a	53,7 a	54,8 a	
Qde acum. de K (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	41,5 Ac	80,8 Abc	126,3 Aa	143,0 Aa	97,9 A
	FAIFMj	42,6 Ac	80,3 Abc	114,5 Aab	158,6 Aa	99,0 A
	Média	42,0 c	80,6 bc	120,3 ab	150,8 a	
Teor de Ca (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	12,3 Aa	12,3 Aa	11,3 Aa	12,1 Aa	12,0 A
	FAIFMj	13,3 Aa	11,8 Aa	11,9 Aa	11,4 Aa	12,1 A
	Média	12,8 a	12,0 a	11,6 a	11,7 a	
Qde acum. de Ca (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	11,8 Ab	20,6 Aab	24,4 Aab	30,2 Aa	21,8 A
	FAIFMj	13,3 Ab	17,6 Aab	25,3 Aab	28,2 Aa	21,1 A
	Média	12,55 c	19,1 bc	24,9 ab	29,2 a	
Teor de Mg (g kg <sup>-1</sup> )	FMFT	3,2 Aa	4,3 Aa	3,9 Aa	3,5 Aa	3,7 A
	FAIFMj	3,5 Aa	3,0 Aa	3,1 Aa	2,8 Aa	3,1 A
	Média	3,4 a	3,7 a	3,5 a	3,2 a	

Continua...

Continuação da **Tabela A3.**

Variável		Doses de N				
		0	50	100	200	Média
Qde acum. de Mg (kg ha <sup>-1</sup> )	FMFT	3,0 Ab	7,4 Aa	8,3 Aa	8,8 Aa	6,9 A
	FAIFMj	3,5 Aa	4,5 Aa	6,5 Aa	6,9 Aa	5,4 A
	Média	3,3 b	6,0 ba	7,4 a	7,9 a	

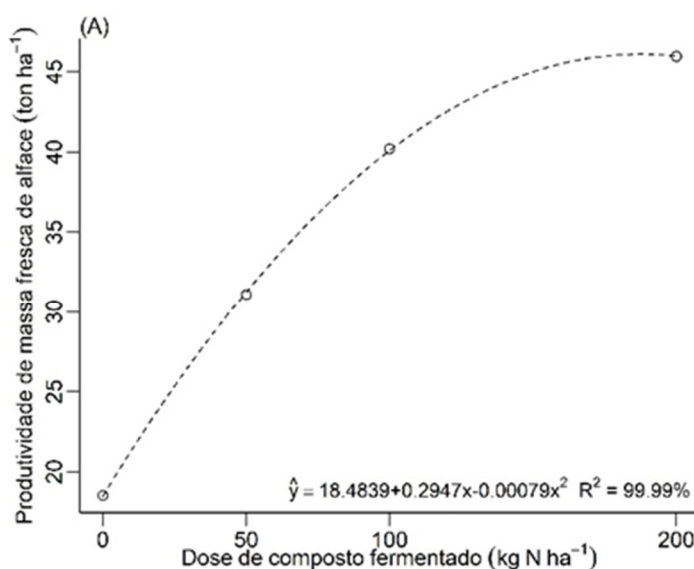
\*Letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas são estatisticamente significativas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). FMFT - Composto fermentado à base de farelo de mamona e de trigo. FAIFMj - Composto fermentado à base de farelo de algodão e de casca de maracujá. \*\* PMFA – produção de massa fresca da parte aérea da alface americana. PMSA – produção de massa seca da parte aérea da alface americana. PdMFA - Produtividade de massa fresca da parte aérea da alface americana. Qde acum.: Quantidade acumulada.

**Tabela A4.** Médias variável diâmetro (cm) do desdobramento de fontes de fertilizantes *versus* doses de nitrogênio e vice-versa. Arinos – MG, 2020.

Fonte composto fermentado	Diâmetro parte aérea alface crespa (cm planta <sup>-1</sup> )			
	Doses de nitrogênio <sup>2</sup>			
	0	50	100	200
FMFT <sup>1</sup>	19,2 Ac <sup>3</sup>	24,9 Ab	26,6 Aab	28,3 Aa
FAIFMj	20,0 Ab	21,9 Bb	24,6 Aa	25,4 Ba

<sup>1</sup>FMFT e FAIFMj, respectivamente, composto fermentado formulado com farelo de mamona e farelo de trigo e com farelo de algodão e farelo de casca de maracujá. <sup>2</sup>Doses baseadas nos teores de N total contidos nos compostos fermentados. <sup>3</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas e são estatisticamente diferentes pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## 8.2 Dados de Produtividade (Alface Crespa)



**Figura A1.** Produtividade média de alface crespa (cv Samira) em função de doses de fertilização de compostos fermentados formulados com farelos de mamona e de trigo (FMFT), e de algodão e casca de maracujá (FAIFMj), nas condições climáticas de Arinos – MG. Ano agrícola de 2020.

### 8.3 Dados de Experimento de Compostos Fermentados

**Variável analisada: PH dos compostos fermentados**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	15	2.077523	0.138502	74.190	0.0000
REP	3	0.009617	0.003206	1.717	0.1769
erro	45	0.084008	0.001867		
Total corrigido	63	2.171148			
CV (%) =	0.89				
Média geral:	4.8423437	Número de observações:		64	

**Variável analisada: CE dos compostos fermentados**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	15	11.286400	0.752427	2.499	0.0090
REP	3	0.353525	0.117842	0.391	0.7597
erro	45	13.546575	0.301035		
Total corrigido	63	25.186500			
CV (%) =	15.38				
Média geral:	3.5662500	Número de observações:		64	

**Variável analisada: Teor de N compostos fermentados (g kg<sup>-1</sup>)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAM	15	65.472811	4.364854	65.864	0.0000
BLOCO	3	0.343980	0.114660	1.730	0.1743
erro	45	2.982195	0.066271		
Total corrigido	63	68.798986			
CV (%) =	6.97				
Média geral:	3.6954688	Número de observações:		64	

**Variável analisada: Teor de P compostos fermentados (g kg<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	15	498.940286	33.262686	94.273	0.0000
REP	3	0.244555	0.081518	0.231	0.8744
erro	45	15.877470	0.352833		
Total corrigido	63	515.062311			
CV (%) =	7.35				
Média geral:	8.0782812	Número de observações:		64	

**Variável analisada: Teor de K compostos fermentados (g kg<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	15	1740.638000	116.042533	25.945	0.0000
REP	3	11.515838	3.838613	0.858	0.4697
erro	45	201.271962	4.472710		
Total corrigido	63	1953.425800			
CV(%) =	10.72				
Média geral:	19.7200000	Número de observações:		64	

**Variável analisada: Teor de Ca compostos fermentados (g kg<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	15	230.849025	15.389935	27.557	0.0000
REP	3	4.042960	1.347653	2.413	0.0790
erro	45	25.131877	0.558486		
Total corrigido	63	260.023863			
CV (%) =	18.82				
Média geral:	3.9713750	Número de observações:		64	

**Variável analisada: Teor de Mg compostos fermentados (g kg<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	15	79.844044	5.322936	10.521	0.0000
REP	3	2.629856	0.876619	1.733	0.1738
erro	45	22.767594	0.505947		
Total corrigido	63	105.241494			
CV (%) =	15.29				
Média geral:	4.6528125	Número de observações:		64	

**Variável analisada: Relação CN**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAM	15	588.736798	39.249120	50.709	0.0000
BLOCO	3	2.413105	0.804368	1.039	0.3844
erro	45	34.830020	0.774000		
Total corrigido	63	625.979923			
CV(%) =	7.41				
Média geral:	11.8660937	Número de observações:		64	

## 8.4 Experimento de Bioensaio de Sorgo Forrageiro

Variável analisada: Massa seca da parte área do sorgo forrageiro (g vaso <sup>1</sup> )					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0.190577	0.095288	0.164	0.8494
TRATAMENTO	22	437.606420	19.891201	34.195	0.0000
erro	44	25.594423	0.581691		
Total corrigido	68	463.391420			
CV (%) =	5.69				
Média geral:	13.3962319	Número de observações:	69		

Variável analisada: Teor de N da parte área do sorgo forrageiro (g kg <sup>-1</sup> )					
TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	22	515.062888	23.411949	73.158	0.0000
BLOCO	2	0.471263	0.235631	0.736	0.4847
erro	44	14.080857	0.320019		
Total corrigido	68	529.615008			
CV (%) =	8.66				
Média geral:	6.5303333	Número de observações:	69		

Variável analisada: Recuperação biológica de N (%)					
TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	8.421382	4.210691	0.285	0.7532
TRATAMENTO	21	12421.446212	591.497439	40.078	0.0000
erro	42	619.860752	14.758589		
Total corrigido	65	13049.728345			
CV (%) =	10.80				
Média geral:	35.5590909	Número de observações:	66		

## 8.5 Experimentos nas Condições da Baixada Fluminense - Alfaca Americana

Variável analisada: FLUORESCÊNCIA - FDA					
TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	588.513562	196.171187	2.443	0.2412
TRICHOD	1	58.405288	58.405288	0.727	0.4564
erro 1	3	240.891562	80.297187		
TRATA	6	4429.434368	738.239061	24.316	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	316.354525	52.725754	1.737	0.1406
erro 2	36	1092.957250	30.359924		
Total corrigido	55	6726.556555			
CV 1 (%) =	18.49				
CV 2 (%) =	11.37				
Média geral:	48.4541071	Número de observações:	56		

**Variável analisada: Diâmetro da "cabeça" da alface americana (g planta<sup>-1</sup>)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	12.748214	4.249405	2.573	0.2291
TRICHOD	1	0.140000	0.140000	0.085	0.7899
erro 1	3	4.954643	1.651548		
TRATA	6	371.340446	61.890074	19.290	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	2.571875	0.428646	0.134	0.9911
erro 2	36	115.503393	3.208428		
Total corrigido	55	507.258571			
CV 1 (%) =	4.85				
CV 2 (%) =	6.76				
Média geral:	26.4857143	Número de observações:	56		

**Variável analisada: Área foliar da alface americana (cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	4366722.549657	1455574.183219	3.312	0.1758
TRICHOD	1	11880.379207	11880.379207	0.027	0.8799
erro 1	3	1318413.933850	439471.311283		
TRATA	6	2850735.203611	475122.533935	1.523	0.1986
TRICHOD*TRATA	6	814327.533118	135721.255520	0.435	0.8505
erro 2	36	11230290.257843	311952.507162		
Total corrigido	55	20592369.857286			
CV 1 (%) =	24.23				
CV 2 (%) =	20.41				
Média geral:	2735.9085714	Número de observações:	56		

**Var. analisada: Massa fresca comercial parte aérea alface americana (g planta<sup>-1</sup>)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	29400.346091	9800.115364	5.439	0.0989
TRICHOD	1	77.667902	77.667902	0.043	0.8488
erro 1	3	5405.322834	1801.774278		
TRATA	6	155496.588543	25916.098090	12.465	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	18022.388036	3003.731339	1.445	0.2250
erro 2	36	74849.244050	2079.145668		
Total corrigido	55	283251.557455			
CV 1 (%) =	13.09				
CV 2 (%) =	14.06				
Média geral:	324.2691071	Número de observações:	56		

**Variável analisada: Massa fresca comercial alface americana (Mg ha<sup>-1</sup>)**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	1176.183820	392.061273	5.442	0.0988
TRICHOD	1	3.106716	3.106716	0.043	0.8488
erro 1	3	216.130820	72.043607		
TRATA	6	6219.995471	1036.665912	12.464	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	720.864521	120.144087	1.445	0.2251
erro 2	36	2994.144036	83.170668		
Total corrigido	55	11330.425384			
CV 1 (%) =	13.09				
CV 2 (%) =	14.06				
Média geral:	64.8544643	Número de observações:	56		

**Variável analisada: Massa fresca da "cabeça" da alface americana (g planta<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	18047.477020	6015.825673	37.987	0.0069
TRICHOD	1	2.875645	2.875645	0.018	0.9013
erro 1	3	475.099834	158.366611		
TRATA	6	83360.950350	13893.491725	19.486	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	3688.039093	614.673182	0.862	0.5318
erro 2	36	25667.293671	712.980380		
Total corrigido	55	131241.735612			
CV 1 (%) =	5.40				
CV 2 (%) =	11.46				
Média geral:	233.0512500	Número de observações:	56		

**Variável analisada: Massa seca da parte aérea comercial (Mg ha<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	3.746295	1.248765	4.059	0.1400
TRICHOD	1	0.012147	0.012147	0.039	0.8552
erro 1	3	0.922917	0.307639		
TRATA	6	18.594652	3.099109	13.302	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	2.707713	0.451286	1.937	0.1012
erro 2	36	8.387068	0.232974		
Total corrigido	55	34.370792			
CV 1 (%) =	16.04				
CV 2 (%) =	13.96				
Média geral:	3.4584023	Número de observações:	56		

**Variável analisada: Teor de N na parte aérea da alface americana (g kg<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	89.714286	29.904762	0.599	0.6578
TRICHOD	1	41.486429	41.486429	0.831	0.4291
erro 1	3	149.699286	49.899762		
TRATA	6	472.270000	78.711667	8.028	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	106.158571	17.693095	1.805	0.1259
erro 2	36	352.971429	9.804762		
Total corrigido	55	1212.300000			
CV 1 (%) =	23.12				
CV 2 (%) =	10.25				
Média geral:	30.5500000	Número de observações:	56		



Variável analisada: **Teor de P na parte aérea da alface americana (g kg<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	6.865320	2.288440	2.267	0.2595
TRICHOD	1	0.026145	0.026145	0.026	0.8824
erro 1	3	3.028820	1.009607		
TRATA	6	11.548018	1.924670	3.005	0.0174
TRICHOD*TRATA	6	2.791118	0.465186	0.726	0.6313
erro 2	36	23.055236	0.640423		
Total corrigido	55	47.314655			
CV 1 (%) =	15.71				
CV 2 (%) =	12.51				
Média geral:	6.3966071	Número de observações:	56		

Variável analisada: **Teor de K na parte aérea da alface americana (g kg<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	1984.760757	661.586919	1.946	0.2992
TRICHOD	1	0.592457	0.592457	0.002	0.9693
erro 1	3	1020.156357	340.052119		
TRATA	6	989.199875	164.866646	1.767	0.1337
TRICHOD*TRATA	6	635.571168	105.928528	1.136	0.3619
erro 2	36	3358.069786	93.279716		
Total corrigido	55	7988.350400			
CV 1 (%) =	31.16				
CV 2 (%) =	16.32				
Média geral:	59.1850000	Número de observações:	56		

Variável analisada: **Teor de Ca na parte aérea da alface americana (g kg<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	22.302105	7.434035	1.056	0.4828
TRICHOD	1	1.157187	1.157187	0.164	0.7124
erro 1	3	21.128748	7.042916		
TRATA	6	39.597275	6.599546	1.473	0.2151
TRICHOD*TRATA	6	19.441625	3.240271	0.723	0.6337
erro 2	36	161.291871	4.480330		
Total corrigido	55	264.918812			
CV 1 (%) =	23.99				
CV 2 (%) =	19.14				
Média geral:	11.0612500	Número de observações:	56		

Variável analisada: **Teor de Mg na parte aérea da alface americana (g kg<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	1.137934	0.379311	0.901	0.5330
TRICHOD	1	0.334802	0.334802	0.796	0.4381
erro 1	3	1.262291	0.420764		
TRATA	6	2.557918	0.426320	2.438	0.0442
TRICHOD*TRATA	6	0.534611	0.089102	0.510	0.7971
erro 2	36	6.295500	0.174875		
Total corrigido	55	12.123055			
CV 1 (%) =	21.65				
CV 2 (%) =	13.96				
Média geral:	2.9966071	Número de observações:	56		

Variável analisada: **Quantidade acumulada N parte aérea alface americana (kg ha<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	2939.230240	979.743413	1.447	0.3844
TRICHOD	1	597.809523	597.809523	0.883	0.4167
erro 1	3	2031.428124	677.142708		
TRATA	6	38585.585040	6430.930840	13.475	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	5900.685891	983.447648	2.061	0.0826
erro 2	36	17180.787076	477.244085		
Total corrigido	55	67235.525895			
CV 1 (%) =	21.85				
CV 2 (%) =	18.34				
Média geral:	119.1209149	Número de observações:	56		

Variável analisada: **Quantidade acumulada de P na parte aérea alface americana (kg ha<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	580.205707	193.401902	8.203	0.0587
TRICHOD	1	0.043784	0.043784	0.002	0.9683
erro 1	3	70.731456	23.577152		
TRATA	6	1507.289463	251.214911	12.164	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	218.221175	36.370196	1.761	0.1351
erro 2	36	743.476996	20.652139		
Total corrigido	55	3119.968581			
CV 1 (%) =	19.52				
CV 2 (%) =	18.27				
Média geral:	24.8791279	Número de observações:	56		

Variável analisada: **Quantidade acumulada K na parte aérea alface americana (kg ha<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	25665.120126	8555.040042	2.808	0.2095
TRICHOD	1	578.571982	578.571982	0.190	0.6924
erro 1	3	9139.621074	3046.540358		
TRATA	6	118861.738482	19810.289747	6.747	0.0001
TRICHOD*TRATA	6	6459.559212	1076.593202	0.367	0.8952
erro 2	36	105701.452927	2936.151470		
Total corrigido	55	266406.063803			
CV 1 (%) =	24.34				
CV 2 (%) =	23.90				
Média geral:	226.7243151	Número de observações:	56		

Variável analisada: **Quantidade acumulada Ca na parte aérea alface americana (kg ha<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	1352.560883	450.853628	3.143	0.1860
TRICHOD	1	15.619491	15.619491	0.109	0.7631
erro 1	3	430.384608	143.461536		
TRATA	6	3763.215098	627.202516	4.312	0.0022
TRICHOD*TRATA	6	398.121786	66.353631	0.456	0.8358
erro 2	36	5236.543445	145.459540		
Total corrigido	55	11196.445311			
CV 1 (%) =	27.98				
CV 2 (%) =	28.17				
Média geral:	42.8068621	Número de observações:	56		

Variável analisada: **Quantidade acumulada Mg na parte aérea alface americana (kg ha<sup>-1</sup>)**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	55.750878	18.583626	1.178	0.4479
TRICHOD	1	5.947587	5.947587	0.377	0.5826
erro 1	3	47.310502	15.770167		
TRATA	6	323.150817	53.858469	8.168	0.0000
TRICHOD*TRATA	6	24.388379	4.064730	0.616	0.7157
erro 2	36	237.368470	6.593569		
Total corrigido	55	693.916632			
CV 1 (%) =	34.07				
CV 2 (%) =	22.03				
Média geral:	11.6563659	Número de observações:	56		

## 8.6 Bertalha Cultivada em Sucessão à Alface Americana

**Variável analisada: Massa fresca planta bertalha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	402.402805	201.201402	2.414	0.2929
INOCULANTE	1	93.721610	93.721610	1.124	0.4001
erro 1	2	166.706633	83.353317		
COMPOSTO_O	6	14739.565424	2456.594237	30.779	0.0000
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	381.847090	63.641182	0.797	0.5814
erro 2	24	1915.562629	79.815110		
Total corrigido	41	17699.806190			
CV 1 (%) =	8.42				
CV 2 (%) =	8.24				
Média geral:	108.4804762	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Área foliar bertalha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	4930.830433	2465.415217	0.376	0.7266
INOCULANTE	1	4384.380343	4384.380343	0.669	0.4993
erro 1	2	13105.753843	6552.876921		
COMPOSTO_O	6	611940.509090	101990.084848	12.121	0.0000
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	107931.221224	17988.536871	2.138	0.0859
erro 2	24	201938.441457	8414.101727		
Total corrigido	41	944231.136390			
CV 1 (%) =	10.18				
CV 2 (%) =	11.53				
Média geral:	795.2761905	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Produtividade massa fresca bertalha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	16.096112	8.048056	2.414	0.2929
INOCULANTE	1	3.748864	3.748864	1.124	0.4001
erro 1	2	6.668265	3.334133		
COMPOSTO_O	6	589.582617	98.263769	30.779	0.0000
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	15.273884	2.545647	0.797	0.5814
erro 2	24	76.622505	3.192604		
Total corrigido	41	707.992248			
CV 1 (%) =	8.42				
CV 2 (%) =	8.24				
Média geral:	21.6960952	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Variável analisada: Produtividade massa seca bortalha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0.092128	0.046064	0.527	0.6551
INOCULANTE	1	0.056588	0.056588	0.647	0.5056
erro 1	2	0.174955	0.087477		
COMPOSTO_O	6	4.694133	0.782355	15.372	0.0000
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	0.216090	0.036015	0.708	0.6466
erro 2	24	1.221489	0.050895		
Total corrigido	41	6.455383			
CV 1 (%) =	16.52				
CV 2 (%) =	12.60				
Média geral:	1.7906140	Número de observações:		42	

**Variável analisada: CN massa seca bortalha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	2.056133	1.028067	0.045	0.9573
INOCULANTE	1	4.249752	4.249752	0.184	0.7095
erro 1	2	46.125790	23.062895		
COMPOSTO_O	6	89.965981	14.994330	2.939	0.0270
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	38.440781	6.406797	1.256	0.3143
erro 2	24	122.461410	5.102559		
Total corrigido	41	303.299848			
CV 1 (%) =	22.47				
CV 2 (%) =	10.57				
Média geral:	21.3747619	Número de observações:		42	

**Variável analisada: Teor de nitrogenio massa seca bortalha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	7.461429	3.730714	0.219	0.8201
INOCULANTE	1	1.802143	1.802143	0.106	0.7757
erro 1	2	34.004286	17.002143		
COMPOSTO_O	6	61.359048	10.226508	2.441	0.0551
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	17.376190	2.896032	0.691	0.6588
erro 2	24	100.547619	4.189484		
Total corrigido	41	222.550714			
CV 1 (%) =	23.53				
CV 2 (%) =	11.68				
Média geral:	17.5214286	Número de observações:		42	

**Variável analisada: Teor de fósforo massa seca beralha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	8.032019	4.016010	19.954	0.0477
INOCULANTE	1	0.013038	0.013038	0.065	0.8229
erro 1	2	0.402533	0.201267		
COMPOSTO_O	6	4.375095	0.729183	3.206	0.0186
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	1.253962	0.208994	0.919	0.4987
erro 2	24	5.458914	0.227455		
Total corrigido	41	19.535562			
CV 1 (%) =	8.16				
CV 2 (%) =	8.68				
Média geral:	5.4976190	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Teor de potássio massa seca beralha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	429.868300	214.934150	8.758	0.1025
INOCULANTE	1	2.933571	2.933571	0.120	0.7625
erro 1	2	49.085357	24.542679		
COMPOSTO_O	6	82.465481	13.744247	0.454	0.8351
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	332.168262	55.361377	1.828	0.1359
erro 2	24	726.791143	30.282964		
Total corrigido	41	1623.312114			
CV 1 (%) =	18.22				
CV 2 (%) =	20.24				
Média geral:	27.1885714	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Teor de cálcio massa seca beralha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	97.340319	48.670160	2.571	0.2800
INOCULANTE	1	10.400238	10.400238	0.549	0.5358
erro 1	2	37.860148	18.930074		
COMPOSTO_O	6	76.189490	12.698248	1.700	0.1642
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	27.258395	4.543066	0.608	0.7213
erro 2	24	179.255800	7.468992		
Total corrigido	41	428.304390			
CV 1 (%) =	32.68				
CV 2 (%) =	20.53				
Média geral:	13.3138095	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Teor de magnésio massa seca beralha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1.938271	0.969136	0.210	0.8264
INOCULANTE	1	5.683393	5.683393	1.232	0.3826
erro 1	2	9.225443	4.612721		
COMPOSTO_O	6	10.546181	1.757697	2.384	0.0599
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	3.107457	0.517910	0.702	0.6505
erro 2	24	17.697219	0.737384		
Total corrigido	41	48.197964			
CV 1 (%) =	27.41				
CV 2 (%) =	10.96				
Média geral:	7.8364286	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Quantidade acumulada nitrogênio massa seca beralha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	100.466448	50.233224	0.426	0.7011
INOCULANTE	1	47.726170	47.726170	0.405	0.5896
erro 1	2	235.608627	117.804314		
COMPOSTO_O	6	2535.406179	422.567697	10.700	0.0000
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	94.082177	15.680363	0.397	0.8735
erro 2	24	947.784042	39.491002		
Total corrigido	41	3961.073644			
CV 1 (%) =	34.12				
CV 2 (%) =	19.75				
Média geral:	31.8133620	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Quantidade acumulada fósforo massa seca beralha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	17.274601	8.637300	2.002	0.3331
INOCULANTE	1	0.762953	0.762953	0.177	0.7150
erro 1	2	8.628528	4.314264		
COMPOSTO_O	6	89.687750	14.947958	6.446	0.0004
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	5.138222	0.856370	0.369	0.8912
erro 2	24	55.656779	2.319032		
Total corrigido	41	177.148833			
CV 1 (%) =	21.31				
CV 2 (%) =	15.63				
Média geral:	9.7459599	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Quantidade acumulada potássio massa seca bertalha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	2368.608047	1184.304024	4.407	0.1850
INOCULANTE	1	152.889756	152.889756	0.569	0.5294
erro 1	2	537.513560	268.756780		
COMPOSTO_O	6	5327.184627	887.864105	4.176	0.0052
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	2064.709965	344.118328	1.618	0.1853
erro 2	24	5103.040892	212.626704		
Total corrigido	41	15553.946848			
CV 1 (%) =	33.22				
CV 2 (%) =	29.54				
Média geral:	49.3546368	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Quantidade acumulada cálcio massa seca bertalha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	237.977372	118.988686	1.095	0.4773
INOCULANTE	1	70.023173	70.023173	0.645	0.5063
erro 1	2	217.291500	108.645750		
COMPOSTO_O	6	320.465779	53.410963	1.826	0.1363
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	71.578516	11.929753	0.408	0.8665
erro 2	24	702.059721	29.252488		
Total corrigido	41	1619.396062			
CV 1 (%) =	44.51				
CV 2 (%) =	23.10				
Média geral:	23.4178269	Número de observações:	42		

**Variável analisada: Quantidade acumulada magnésio massa seca bertalha**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1.165621	0.582810	0.015	0.9849
INOCULANTE	1	43.069323	43.069323	1.131	0.3991
erro 1	2	76.191249	38.095624		
COMPOSTO_O	6	222.168581	37.028097	8.579	0.0000
INOCULANTE*COMPOSTO_	6	30.021255	5.003542	1.159	0.3601
erro 2	24	103.591088	4.316295		
Total corrigido	41	476.207115			
CV 1 (%) =	44.24				
CV 2 (%) =	14.89				
Média geral:	13.9520476	Número de observações:	42		



## 8.7 Experimento no Noroeste de Minas – Alface Crespa

**Variável analisada: Diâmetro da parte aérea de alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	3.140833	1.570417	0.368	0.7311
TRAT	1	18.726667	18.726667	4.385	0.1713
erro 1	2	8.540833	4.270417		
DOSE	3	183.580000	61.193333	57.391	0.0000
TRAT*DOSE	3	14.430000	4.810000	4.511	0.0244
erro 2	12	12.795000	1.066250		
Total corrigido	23	241.213333			
CV 1 (%) =	8.66				
CV 2 (%) =	4.33				
Média geral:	23.866667	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Massa fresca da parte aérea de alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1078.380208	539.190104	0.335	0.7488
TRAT	1	2002.940104	2002.940104	1.246	0.3804
erro 1	2	3215.098958	1607.549479		
DOSE	3	64335.903646	21445.301215	53.550	0.0000
TRAT*DOSE	3	899.966146	299.988715	0.749	0.5435
erro 2	12	4805.645833	400.470486		
Total corrigido	23	76337.934896			
CV 1 (%) =	23.62				
CV 2 (%) =	11.79				
Média geral:	169.7604167	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Produtividade de massa fresca da parte aérea de alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	43.135208	21.567604	0.335	0.7488
TRAT	1	80.117604	80.117604	1.246	0.3804
erro 1	2	128.603958	64.301979		
DOSE	3	2573.436146	857.812049	53.550	0.0000
TRAT*DOSE	3	35.998646	11.999549	0.749	0.5435
erro 2	12	192.225833	16.018819		
Total corrigido	23	3053.517396			
CV 1 (%) =	23.62				
CV 2 (%) =	11.79				
Média geral:	33.9520833	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Produção de massa seca da parte aérea de alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1.289058	0.644529	0.211	0.8261
TRAT	1	0.828817	0.828817	0.271	0.6547
erro 1	2	6.122908	3.061454		
DOSE	3	192.674817	64.224939	59.035	0.0000
TRAT*DOSE	3	0.887750	0.295917	0.272	0.8445
erro 2	12	13.055033	1.087919		
Total corrigido	23	214.858383			
CV 1 (%) =	19.56				
CV 2 (%) =	11.66				
Média geral:	8.9441667	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor N na parte aérea alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	99.484300	49.742150	56.503	0.0174
TRAT	1	14.601600	14.601600	16.586	0.0553
erro 1	2	1.760700	0.880350		
DOSE	3	293.904850	97.968283	5.798	0.0109
TRAT*DOSE	3	30.010333	10.003444	0.592	0.6320
erro 2	12	202.758867	16.896572		
Total corrigido	23	642.520650			
CV 1 (%) =	3.32				
CV 2 (%) =	14.56				
Média geral:	28.2275000	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor P na parte aérea alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0.218658	0.109329	0.220	0.8195
TRAT	1	4.067267	4.067267	8.193	0.1035
erro 1	2	0.992808	0.496404		
DOSE	3	2.757683	0.919228	2.343	0.1246
TRAT*DOSE	3	0.189833	0.063278	0.161	0.9204
erro 2	12	4.708333	0.392361		
Total corrigido	23	12.934583			
CV 1 (%) =	10.48				
CV 2 (%) =	9.32				
Média geral:	6.7241667	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor K na parte aérea alface crespa**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	554.303008	277.151504	4.672	0.1763
TRAT	1	74.483267	74.483267	1.256	0.3790
erro 1	2	118.650108	59.325054		
DOSE	3	1126.781333	375.593778	3.132	0.0656
TRAT*DOSE	3	81.373400	27.124467	0.226	0.8764
erro 2	12	1439.171617	119.930968		
Total corrigido	23	3394.762733			
CV 1 (%) =	14.50				
CV 2 (%) =	20.61				
Média geral:	53.1266667	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor Ca na parte aérea alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	40.928008	20.464004	4.817	0.1719
TRAT	1	0.069338	0.069338	0.016	0.9100
erro 1	2	8.496325	4.248163		
DOSE	3	4.981913	1.660638	0.410	0.7484
TRAT*DOSE	3	3.403979	1.134660	0.280	0.8385
erro 2	12	48.548733	4.045728		
Total corrigido	23	106.428296			
CV 1 (%) =	17.11				
CV 2 (%) =	16.70				
Média geral:	12.0429167	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor Mg na parte aérea alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	4.113958	2.056979	2.148	0.3177
TRAT	1	2.269350	2.269350	2.369	0.2636
erro 1	2	1.915675	0.957837		
DOSE	3	0.803300	0.267767	0.421	0.7413
TRAT*DOSE	3	2.217550	0.739183	1.162	0.3645
erro 2	12	7.632100	0.636008		
Total corrigido	23	18.951933			
CV 1 (%) =	28.60				
CV 2 (%) =	23.31				
Média geral:	3.4216667	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Quantidade de N acumulada na parte aérea alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	495.517225	247.758613	2.486	0.2868
TRAT	1	240.793350	240.793350	2.416	0.2603
erro 1	2	199.300975	99.650487		
DOSE	3	11539.038633	3846.346211	40.589	0.0000
TRAT*DOSE	3	193.609350	64.536450	0.681	0.5804
erro 2	12	1137.172067	94.764339		
Total corrigido	23	13805.431600			
CV 1 (%) =	19.07				
CV 2 (%) =	18.60				
Média geral:	52.3350000	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Quantidade de P acumulada na parte aérea alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0.899575	0.449788	0.132	0.8831
TRAT	1	23.403750	23.403750	6.886	0.1197
erro 1	2	6.797925	3.398963		
DOSE	3	456.880283	152.293428	27.537	0.0000
TRAT*DOSE	3	4.886283	1.628761	0.295	0.8286
erro 2	12	66.365033	5.530419		
Total corrigido	23	559.232850			
CV 1 (%) =	15.05				
CV 2 (%) =	19.20				
Média geral:	12.2475000	Número de observações:		24	

**Variável analisada: Quantidade de K acumulada na parte aérea alface crespa**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	843.524175	421.762087	1.807	0.3562
TRAT	1	6.784067	6.784067	0.029	0.8803
erro 1	2	466.796608	233.398304		
DOSE	3	40327.494717	13442.498239	26.703	0.0000
TRAT*DOSE	3	576.761133	192.253711	0.382	0.7679
erro 2	12	6040.968550	503.414046		
Total corrigido	23	48262.329250			
CV 1 (%) =	15.52				
CV 2 (%) =	22.80				
Média geral:	98.4275000	Número de observações:		24	

**Variável analisada: Quantidade de Ca acumulada na parte aérea alface**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	190.150908	95.075454	1.857	0.3501
TRAT	1	2.406667	2.406667	0.047	0.8485
erro 1	2	102.417508	51.208754		
DOSE	3	939.762433	313.254144	13.897	0.0003
TRAT*DOSE	3	21.145633	7.048544	0.313	0.8159
erro 2	12	270.491383	22.540949		
Total corrigido	23	1526.374533			
CV 1 (%) =	33.36				
CV 2 (%) =	22.14				
Média geral:	21.4483333	Número de observações:		24	

**Variável analisada: Quantidade de Mg acumulada na parte aérea alface crespa**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	20.046325	10.023163	6.511	0.1331
TRAT	1	14.260417	14.260417	9.263	0.0931
erro 1	2	3.078958	1.539479		
DOSE	3	77.383550	25.794517	6.934	0.0058
TRAT*DOSE	3	9.086750	3.028917	0.814	0.5103
erro 2	12	44.641850	3.720154		
Total corrigido	23	168.497850			
CV 1 (%) =	20.22				
CV 2 (%) =	31.43				
Média geral:	6.1375000	Número de observações:		24	

## 8.8. Experimento de Sorgo Forrageiro

Variável analisada: Produtividade de massa fresca sorgo forrageiro

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	65.053958	32.526979	0.283	0.7792
TRAT	1	69.870938	69.870938	0.609	0.5169
erro 1	2	229.526875	114.763438		
DOSE	3	721.349479	240.449826	2.942	0.0762
TRAT*DOSE	3	31.641979	10.547326	0.129	0.9411
erro 2	12	980.859167	81.738264		
Total corrigido	23	2098.302396			
CV 1 (%) =	29.62				
CV 2 (%) =	25.00				
Média geral:	36.1645833	Número de observações:	24		

Variável analisada: Produtividade de massa seca sorgo forrageiro

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1.754008	0.877004	0.497	0.6680
TRAT	1	0.161704	0.161704	0.092	0.7907
erro 1	2	3.529408	1.764704		
DOSE	3	20.184979	6.728326	2.833	0.0831
TRAT*DOSE	3	0.107412	0.035804	0.015	0.9975
erro 2	12	28.496983	2.374749		
Total corrigido	23	54.234496			
CV 1 (%) =	23.18				
CV 2 (%) =	26.89				
Média geral:	5.7304167	Número de observações:	24		

Variável analisada: Teor de N massa seca sorgo forrageiro

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	6.975700	3.487850	52.726	0.0186
TRAT	1	15.456150	15.456150	233.653	0.0043
erro 1	2	0.132300	0.066150		
DOSE	3	8.033250	2.677750	0.811	0.5119
TRAT*DOSE	3	14.628583	4.876194	1.477	0.2704
erro 2	12	39.622867	3.301906		
Total corrigido	23	84.848850			
CV 1 (%) =	1.84				
CV 2 (%) =	12.97				
Média geral:	14.0075000	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor de p massa seca sorgo forrageiro**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0.338508	0.169254	3.325	0.2312
TRAT	1	0.601667	0.601667	11.820	0.0752
erro 1	2	0.101808	0.050904		
DOSE	3	0.809900	0.269967	2.572	0.1028
TRAT*DOSE	3	0.104967	0.034989	0.333	0.8015
erro 2	12	1.259483	0.104957		
Total corrigido	23	3.216333			
CV 1 (%) =	9.84				
CV 2 (%) =	14.13				
Média geral:	2.2933333	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor de K massa seca sorgo forrageiro**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	78.192100	39.096050	5.509	0.1536
TRAT	1	6.060150	6.060150	0.854	0.4530
erro 1	2	14.194800	7.097400		
DOSE	3	20.389033	6.796344	0.906	0.4671
TRAT*DOSE	3	43.157750	14.385917	1.917	0.1807
erro 2	12	90.058767	7.504897		
Total corrigido	23	252.052600			
CV 1 (%) =	8.01				
CV 2 (%) =	8.23				
Média geral:	33.2700000	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor de Ca massa seca sorgo forrageiro**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0.166225	0.083113	10.548	0.0866
TRAT	1	0.028704	0.028704	3.643	0.1965
erro 1	2	0.015758	0.007879		
DOSE	3	0.376312	0.125437	2.316	0.1275
TRAT*DOSE	3	0.151246	0.050415	0.931	0.4558
erro 2	12	0.650017	0.054168		
Total corrigido	23	1.388263			
CV 1 (%) =	3.18				
CV 2 (%) =	8.35				
Média geral:	2.7887500	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor de Mg massa seca sorgo forrageiro**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1.436033	0.718017	3.478	0.2233
TRAT	1	0.814017	0.814017	3.943	0.1855
erro 1	2	0.412933	0.206467		
DOSE	3	0.661817	0.220606	4.743	0.0209
TRAT*DOSE	3	0.292683	0.097561	2.098	0.1540
erro 2	12	0.558100	0.046508		
Total corrigido	23	4.175583			
CV 1 (%) =	16.58				
CV 2 (%) =	7.87				
Média geral:	2.7408333	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Quantidade acumulada de N massa seca sorgo forrageiro**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	783.769733	391.884867	0.823	0.5485
TRAT	1	1060.010417	1060.010417	2.227	0.2742
erro 1	2	952.091033	476.045517		
DOSE	3	5921.216817	1973.738939	2.913	0.0779
TRAT*DOSE	3	770.654683	256.884894	0.379	0.7698
erro 2	12	8130.881300	677.573442		
Total corrigido	23	17618.623983			
CV 1 (%) =	26.94				
CV 2 (%) =	32.14				
Média geral:	80.9808333	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Quantidade acumulada de P massa seca sorgo forrageiro**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1.395008	0.697504	0.061	0.9424
TRAT	1	16.900817	16.900817	1.481	0.3478
erro 1	2	22.827258	11.413629		
DOSE	3	34.684967	11.561656	1.047	0.4073
TRAT*DOSE	3	3.057750	1.019250	0.092	0.9629
erro 2	12	132.510733	11.042561		
Total corrigido	23	211.376533			
CV 1 (%) =	26.25				
CV 2 (%) =	25.82				
Média geral:	12.8683333	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Quantidade acumulada de K massa seca sorgo forrageiro**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	646.693358	323.346679	0.191	0.8396
TRAT	1	19.674704	19.674704	0.012	0.9240
erro 1	2	3386.188508	1693.094254		
DOSE	3	15011.317246	5003.772415	1.442	0.2793
TRAT*DOSE	3	1254.347046	418.115682	0.121	0.9463
erro 2	12	41633.881733	3469.490144		
Total corrigido	23	61952.102596			
CV 1 (%) =	21.64				
CV 2 (%) =	30.98				
Média geral:	190.1520833	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Quantidade acumulada de Ca massa seca sorgo forrageiro**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	7.350058	3.675029	0.377	0.7262
TRAT	1	0.039204	0.039204	0.004	0.9552
erro 1	2	19.495308	9.747654		
DOSE	3	112.664612	37.554871	1.818	0.1975
TRAT*DOSE	3	3.440812	1.146937	0.056	0.9821
erro 2	12	247.895500	20.657958		
Total corrigido	23	390.885496			
CV 1 (%) =	19.64				
CV 2 (%) =	28.60				
Média geral:	15.8929167	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Quantidade acumulada de Mg massa seca sorgo forrageiro**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	48.684925	24.342463	29.868	0.0324
TRAT	1	28.080067	28.080067	34.454	0.0278
erro 1	2	1.630008	0.815004		
DOSE	3	82.206300	27.402100	1.563	0.2494
TRAT*DOSE	3	4.666700	1.555567	0.089	0.9649
erro 2	12	210.336400	17.528033		
Total corrigido	23	375.604400			
CV 1 (%) =	5.82				
CV 2 (%) =	26.99				
Média geral:	15.5100000	Número de observações:	24		



## 8.9 Experimento Sorgo Rebrotado – Arinos

**Variável analisada: Massa fresca rebrotado sorgo forrageiro – Arinos – MG**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	77.635425	38.817712	3.985	0.2006
TRATAM	1	0.000267	0.000267	0.000	0.9963
erro 1	2	19.480858	9.740429		
DOSE	3	9.152733	3.050911	0.423	0.7397
TRATAM*DOSE	3	11.672067	3.890689	0.540	0.6640
erro 2	12	86.477850	7.206488		
Total corrigido	23	204.419200			
CV 1 (%) =	22.91				
CV 2 (%) =	19.71				
Média geral:	13.6200000	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Massa seca rebrotado sorgo forrageiro – Arinos – MG**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1.762433	0.881217	4.166	0.1936
TRATAM	1	0.064067	0.064067	0.303	0.6373
erro 1	2	0.423033	0.211517		
DOSE	3	0.141750	0.047250	0.229	0.8742
TRATAM*DOSE	3	0.103500	0.034500	0.167	0.9163
erro 2	12	2.472400	0.206033		
Total corrigido	23	4.967183			
CV 1 (%) =	22.61				
CV 2 (%) =	22.31				
Média geral:	2.0341667	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor de N Massa seca rebrotado sorgo forrageiro – Arinos – MG**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	38.370775	19.185388	2.873	0.2582
TRATA	1	7.763438	7.763438	1.163	0.3937
erro 1	2	13.354225	6.677113		
DOSE	3	5.376146	1.792049	0.416	0.7445
TRATA*DOSE	3	5.783879	1.927960	0.448	0.7233
erro 2	12	51.650200	4.304183		
Total corrigido	23	122.298663			
CV 1 (%) =	20.06				
CV 2 (%) =	16.11				
Média geral:	12.8787500	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Quantidade acumulada de N Massa seca rebrota sorgo-Arinos- MG**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	1.762433	0.881217	4.166	0.1936
TRATAM	1	0.064067	0.064067	0.303	0.6373
erro 1	2	0.423033	0.211517		
DOSE	3	0.141750	0.047250	0.229	0.8742
TRATAM*DOSE	3	0.103500	0.034500	0.167	0.9163
erro 2	12	2.472400	0.206033		
Total corrigido	23	4.967183			
CV 1 (%) =	22.61				
CV 2 (%) =	22.31				
Média geral:	2.0341667	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Teor de n massa seca sorgo forrageiro sucessão - Arinos - Mg**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	38.370775	19.185388	2.873	0.2582
TRATAM	1	7.763438	7.763438	1.163	0.3937
erro 1	2	13.354225	6.677113		
DOSE	3	5.376146	1.792049	0.416	0.7445
TRATAM*DOSE	3	5.783879	1.927960	0.448	0.7233
erro 2	12	51.650200	4.304183		
Total corrigido	23	122.298663			
CV 1 (%) =	20.06				
CV 2 (%) =	16.11				
Média geral:	12.8787500	Número de observações:	24		

**Variável analisada: Quantidade acumulada de N massa seca sorgo - Arinos - Mg**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	21.243508	10.621754	0.113	0.8988
TRATAM	1	69.700417	69.700417	0.739	0.4807
erro 1	2	188.755808	94.377904		
DOSE	3	14.737300	4.912433	0.083	0.9683
TRATAM*DOSE	3	5.634483	1.878161	0.032	0.9922
erro 2	12	712.776417	59.398035		
Total corrigido	23	1012.847933			
CV 1 (%) =	37.27				
CV 2 (%) =	29.56				
Média geral:	26.0683333	Número de observações:	24		