

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA**  
**ORGÂNICA**

**DISSERTAÇÃO**

**Práticas Sustentáveis no Cultivo de Milho: Um  
Estudo Realizado no Município de Taiobeiras, Estado  
de Minas Gerais**

**Welder Lopes Loyola**

**2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO CULTIVO DE MILHO:  
UM ESTUDO REALIZADO NO MUNICÍPIO DE TAIÓBEIRAS, ESTADO  
DE MINAS GERAIS**

**Welder Lopes Loyola**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Norma Gouvêa Rumjanek**

Dissertação submetida como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agricultura Orgânica**,  
no Curso de Pós Graduação em  
Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ  
Fevereiro/2024

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

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001

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

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

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

L923p      Loyola, Lopes Welder, 26/08/1994-  
Práticas sustentáveis no cultivo de milho de  
milho: um estudo realizado no município de Taiobeiras,  
Estado de Minas Gerais / Welder Lopes Loyola. -  
Campinas, 2024.  
82 f.: il.

Orientadora: Norma Gouvêa Rumjanek.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Pós Graduação em Agricultura  
Orgânica, 2024.

1. Solo. 2. Microbioma rizosférico. 3.  
Inoculante. 4. Composto. 5. Gongocomposto. I. Gouvêa  
Rumjanek, Norma, 1953-, orient. II Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. Pós Graduação em  
Agricultura Orgânica III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**WELDER LOPES LOYOLA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Agricultura Orgânica, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, área de concentração em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29 /02/2024

---

Dra. Norma Gouvêa Rumjanek - Embrapa Agrobiologia  
(Orientadora- Presidente da Banca)

---

Dra. Lindete Míria Vieira Martins (Membro Titular)

---

Dr. Jhonatan Marins Goulart (Membro Titular)



**ATA DE DEFESA DE TESE Nº 166/2024 - PPGAO (12.28.01.00.00.00.36)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

**(Assinado digitalmente em 11/07/2024 13:31 )**

**JHONATAN MARINS GOULART**

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.347-##

**(Assinado digitalmente em 24/07/2024 13:55 )**

**LINDETE MÍRIA VIEIRA MARTINS**

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.075-##

**(Assinado digitalmente em 11/07/2024 14:54 )**

**NORMA GOUVÊA RUMJANEK**

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.817-##

**(Assinado digitalmente em 14/07/2024 10:13 )**

**WELDER LOPES LOYOLA**

DISCENTE

Matrícula: 2022#####3

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/documentos/> informando seu número: **166**, ano: **2024**, tipo: **ATA DE DEFESA DE TESE**, data de emissão: **11/07/2024** e o código de verificação: **35c5ed8e08**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico essa dissertação a todos os agricultores familiares em especial aos que trabalham de forma sustentável e orgânica.

Dedico ao meu filho Lincoln, que veio entre o primeiro e segundo ano do mestrado. Fazendo este momento iluminado, feliz e desafiador ao mesmo tempo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e Nossa Senhora Aparecida por me oportunizar ter saúde de almejar e conseguir concluir um sonho de ser mestre e aperfeiçoar minha carreira profissional. Segundamente dedico aos meus pais, Hildebrando Souza Loyola e Maria Emília Lopes Loyola por valorizar a importância da educação em minha vida.

A minha companheira Thamires Paula Sena, que sempre me incentivou a dar continuidade aos meus estudos, bem como, me apoiou nos momentos de dificuldade e me presentou com a benção de ser pai do Lincoln Sena Loyola.

Aos meus Sogro(a)s, Renilva Paula e Nilton Sena pelo apoio e atenção.

A minhas irmãs Raissa e Natalia, que sempre acreditaram em mim.

A minha avó Felícia, por sua resiliência e amor.

A minha orientadora Norma Gouvêa Rumjanek, que despertou em mim interesse e inflamou meu entusiasmo e me mostrou que posso ir mais longe em minha caminhada.

Dedico aos companheiros do PPGAO, por todos os momentos vivenciados nesses 2 anos de mestrado.

Dedico aos colegas do alojamento da Pós-Graduação da UFRRJ, que nos concederam moradia, alimentação e compartilharam fraternidade em nossa caminhada.

Para finalizar, a todos os professores que fazem parte do PPGAO fica aqui meu agradecimento, pois foram fundamentais durante a formação.

## RESUMO

Loyola, Welder Lopes. **Práticas sustentáveis no cultivo de milho: um estudo realizado no município de Taiobeiras, Estado de Minas Gerais**. 2024. 65p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (*Zea mays*), porém, a cadeia produtiva é muito dependente da importação de insumos agrícolas. Entre as alternativas capazes de contribuir para o aumento da produção e preservação do solo, o enriquecimento dos microbiomas ou comunidades microbianas rizosféricas – fungos, protozoários e bactérias – que coexistem e interagem com as plantas têm recebido cada vez mais atenção. Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito do enriquecimento do microbioma na produção do milho a partir da adição de (1) composto da Escola Família Agrícola Nova Esperança (EFANE), (2) gongocomposto, (3) mistura do composto EFANE com gongocomposto; (4) inoculante líquido contendo as estirpes Ab-v5 e Ab-v6 de *Azospirillum brasilense*, e (5) amostra de solo transplantado de área de alta fertilidade com histórico de manejo agroecológico; além do controle não tratado. O experimento foi implantado durante a safra de verão em 14/11/2022, em área com histórico de práticas agroecológicas no município de Taiobeiras, Minas Gerais. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) composto por 6 tratamentos e 6 repetições. Cada parcela recebeu 128 sementes, distribuídas em 32 berços. O espaçamento foi de 0,60 cm entre berços e entrelinhas. As avaliações da altura da parte aérea foram realizadas quinzenalmente. Aos 60 dias após o plantio, foram determinados o número de folhas, o diâmetro do colmo e a altura da primeira espiga. Aos 120 dias do experimento foram determinados o número de plantas por área útil, o número de espigas por berço, a massa acumulada de 100 sementes, o número e a massa acumulada de grãos por espiga. Entre os parâmetros observados a massa acumulada de 100 sementes demonstrou, que os tratamentos que receberam a mistura do composto EFANE com o gongocomposto, somente o composto EFANE e o inoculante comercial apresentaram uma média de 29,16 g. Este valor é cerca de 5% superior ao controle. A média dos índices de produtividade calculada para esses tratamentos é de 13,39 Mg ha<sup>-1</sup> que corresponde a um valor 36,5% superior ao controle. A produtividade foi estimada utilizando a fórmula (Número de plantas por área x Número médio de espigas por planta x Peso médio dos grãos por espiga). Esses resultados sugerem que o enriquecimento do microbioma rizosférico do milho pode ser uma prática alternativa sustentável capaz de incrementar a produtividade da cultura, de atender às necessidades agrícolas, bem como, de potencializar o efeito das comunidades microbianas presentes na rizosfera.

**Palavras-chave:** Solo. Microbioma rizosférico. Inoculante. Composto. Gongocomposto.



## ABSTRACT

Loyola, Welder Lopes. **Sustainable practices in corn cultivation: a study carried out in the municipality of Taiobeiras, State of Minas Gerais.** 2024. 65p. Dissertation (Master's in Organic Agriculture). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

Brazil is the third largest producer of corn (*Zea mays*) in the world, however, the production chain is very dependent on the import of agricultural inputs. Among the alternatives capable of contributing to increased soil production and preservation, the enrichment of microbiomes or rhizospheric microbial communities – fungi, protozoa and bacteria – that coexist and interact with plants has received increasing attention. This study aimed to evaluate the effect of microbiome enrichment on corn production from the addition of (1) compost from Escola Família Agrícola Nova Esperança (EFANE), (2) gongocompost, and (3) mixture of EFANE compost with gongocompost ; or inoculation with (4) liquid inoculant containing the Ab-v5 and Ab-v6 strains of *Azospirillum brasilense*, and (5) soil sample transplanted from a high fertility area with a history of agroecological management; beyond the untreated control. The experiment was implemented during the summer harvest on 11/14/2022, in an area with a history of agroecological practices in the municipality of Taiobeiras, Minas Gerais. The experimental design was randomized blocks (DBC) consisting of 6 treatments and 6 replications. Each plot received 128 seeds, distributed in 32 cradles. The spacing was 0.60 cm between plants and between rows. The aerial part height assessments were carried out biweekly. At 60 days after planting, the number of leaves, stem diameter and height of the first ear were determined. At 120 days of the experiment, the number of plants per useful area, the number of ears per cob, the accumulated mass of 100 seeds, the number and accumulated mass of grains per ear were determined. Among the parameters observed, the accumulated mass of 100 seeds demonstrated that the treatments that received the mixture of the EFANE compound with the gongocompound, only the EFANE compound and the commercial inoculant presented an average of 29.16 g. This value is approximately 5% higher than the control. The average productivity index calculated for these treatments is 13.39 Mg ha<sup>-1</sup>, which corresponds to a value 36.5% higher than the control. Productivity was estimated using the formula (Number of plants per area x Average number of ears per plant x Average weight of grains per ear). These results suggest that enriching the corn rhizospheric microbiome can be a sustainable alternative practice capable of increasing crop productivity, meeting agricultural needs, as well as enhancing the effect of microbial communities present in the rhizosphere.

**Keywords:** Corn. Soil. Rhizospheric microbiome. Inoculant. Compost. Gongocompost.

## **LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS**

EFANE	Escola Família Agrícola Nova Esperança.
CONAFER	Confederação Nacional de Agricultores Familiares e Empreendedores Familiares Rurais.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
MPCP	Microrganismos Promotores de Crescimento de Plantas.
SAFs	Sistemas Agroflorestais.
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IC	Inoculante comercial.
CE+GC	Mistura do composto EFANE com gongocomposto.
GC	Gongocomposto
CE	Composto EFANE
TS	Transplante de solo

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diâmetro do colmo, altura da primeira espiga e número de folhas da cultivar de milho Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG .....	32
Tabela 2. Altura da Parte Aérea ao longo de 75 dias do desenvolvimento do milho cultivar Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG .....	33
Tabela 3. Número de plantas; Número de espigas por berço e número de grãos por espiga do milho da cultivar de milho Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG .....	35
Tabela 4. Massa Acumulada de 100 grãos da cultivar de milho Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG .....	36
Tabela 5. Massa acumulada de grãos espiga <sup>-1</sup> ; Comprimento da espiga (cm), diâmetro da espiga (mm) da cultivar de milho Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG .....	38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases de Desenvolvimento da Cultura do Milho.....	4
Figura 2. Diagrama conceitual do holobioma em plantas cultivadas.....	8
Figura 3. Área da Escola Família Agrícola Nova Esperança (EFANE). ....	11
Figura 4. Frasco contendo inoculante líquido a base de <i>Azospirillum brasiliense</i> .....	13
Figura 5. Montagem da leira de gongocompostagem em parceria com os estudantes da EFANE .....	15
Figura 6. Detalhe do capim colônio na montagem da gongocomposteira .....	15
Figura 7. Aula prática sobre produção de composto EFANE com a contribuição dos estudantes.....	17
Figura 8. Montagens das pilhas do composto EFANE com contribuição dos estudantes .....	17
Figura 9. Composto EFANE sendo finalizado com a contribuição dos estudantes .....	18
Figura 10. Composto EFANE finalizado com contribuição dos estudantes.....	18
Figura 11. Fotografia aérea da área experimento .....	21
Figura 12. Detalhe da área experimental manejada com os princípios da agroecologia .....	22
Figura 13. Detalhe da área que não possui histórico de manejo agroecológico .....	22
Figura 14. Área doadora de topsolo com histórico de plantio de milho .....	23
Figura 15. Manejo inicial do solo pelos estudantes da turma Semeadores da esperança .....	23
Figura 16. Embalagem de sementes híbridas da cultivar al bandeirante .....	24
Figura 17. Croqui experimental da disposição das parcelas correspondentes aos blocos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, com a identificação das plantas das áreas úteis .....	25
Figura 18. Esquema de área útil .....	26
Figura 19. Casualização das parcelas com identificação dos blocos .....	27
Figura 20. Figura 20 – Participação dos estudantes no desenvolvimento do delineamento e implantação do experimento.....	28
Figura 21. Medição do diâmetro do colmo do milho cultivar al bandeirante.....	31
Figura 22. Altura da parte aérea ao longo de 75 dias do desenvolvimento do milho da cultivar de milho al bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, mg.....	34
Figura 23. Diferentes números de plantas de milho por berço .....	35
Figura 24. Algumas espigas que foram utilizadas para medição de comprimento e diâmetro.....	38
Figura 25. Adensamento do milho Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG .....	39

Figura 26. Produtividade de milho da cultivar de milho Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG .....	40
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 A importância da cultura do milho ( <i>Zea mays</i> ) .....	3
2.2 Fisiologia da produção do milho .....	4
2.3 O milho na agricultura familiar.....	5
2.4 O microbioma .....	5
2.4.1 Ecossistemas e o microbioma rizosférico .....	7
2.5 A interação planta-microrganismo do milho .....	8
2.6 O Gongocomposto.....	10
2.7 O composto EFANE .....	11
2.8 Inoculante Líquido .....	13
2.9 Área doadora de Topsolo com histórico de manejo agroecológico .....	14
<b>3. METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS).....</b>	<b>16</b>
3.1 Produção do gongocomposto.....	16
3.2 Produção do composto EFANE.....	18
3.3 Inoculante líquido: <i>Azospirillum brasilense</i> , cepas ABV5 e ABV6.....	22
3.4 Coleta de amostras .....	22
3.5 Experimento de campo .....	25
3.6 Determinações .....	31
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
4.1 Número de folhas aos sessenta dias; Diâmetro do colmo e altura da primeira espiga .	33
4.2 Altura da Parte Aérea ao longo de 75 dias do desenvolvimento do milho .....	35
4.3 Número de plantas; Número de espigas por berço e número de grãos por espiga do milho da cultivar de milho Al Bandeirante.....	36
4.4 Massa de 100 grãos.....	38
4.5 Características das espigas: massa acumulada de grãos, comprimento e diâmetro.....	39
4.6 Produtividade .....	41
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>8 ANEXOS .....</b>	<b>54</b>
Anexo 1. Resultados das análises do solo área do experimento.....	54
Anexo 2. Área doadora de topsolo .....	55
Anexo 3. Tabela de análise de variância .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

O território do Alto Rio Pardo de Minas Gerais é repleto de peculiaridades econômicas como as feiras livres que ocorrem aos sábados, mercados locais que garantem renda; geográficas como os rios; culturais como as festas, as danças e as comidas típicas e ambientais com grande diversificação da fauna e flora. Para além, é um grande produtor de olerícolas e culturas anuais em especial feijão e milho provenientes da agricultura familiar.

Inserida neste cenário está a Escola Família Agrícola Nova Esperança (EFANE), que propõe aos agricultores familiares a prática de tecnologias apropriadas ao desenvolvimento sustentável e solidário no semiárido. É perceptível que mesmo as áreas produtivas das famílias sendo pequenas, existe uma pressão para atender a demanda do mercado da agricultura convencional.

Portanto, estes usam grandes quantidades de agrotóxicos e insumos químicos, principalmente no cultivo do feijão e milho, gerando um ciclo vicioso insustentável que segue uma via contrária à preservação da flora, da fauna e à manutenção de agroecossistemas naturais e à demanda pela produção de alimentos saudáveis.

Pensando em superar este cenário o estudo buscou descobrir quais práticas/tecnologias se apresentam como alternativa a preservação da flora, fauna, à manutenção de agroecossistemas naturais, bem como, manter a boa produtividade do milho?

Por outro lado, a EFANE, desenvolve uma série de práticas agroecológicas com os estudantes e suas famílias, tais como: adubação verde, compostagem, defensivos naturais e biofertilizantes entre outras. Há também o trabalho de conscientização dos agricultores sobre a necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando o uso de práticas sustentáveis na produção de milho.

Em vista disso, e em busca de alternativas viáveis para a boa produtividade do milho, bem como, diminuir o uso de produtos químicos e substratos comerciais, o trabalho objetivou em avaliar o efeito de práticas sustentáveis no enriquecimento do microbioma durante a produção do milho. Foram testadas a adição de (1) composto EFANE, (2) gongocomposto, (3) mistura do composto EFANE com gongocomposto; (4) inoculante líquido contendo as estirpes Ab-v5 e Ab-v6 de *Azospirillum brasilense*, e (5) amostra de solo transplantado de área de alta fertilidade com histórico de manejo agroecológico; além do controle não tratado.

Entendendo que é de extrema importância entender o ecossistema e as relações existentes para que a cadeia produtiva seja benéfica ao homem e a natureza. Á adoção destas

práticas agroecológicas promove as relações que se fazem presentes entre as plantas cultivadas e o meio que as circundam.

Publicações recentes sugerem uma oportunidade de se realizar estudos que contribuam para o enriquecimento do microbioma rizosférico. Antecipa-se que o presente estudo gerou práticas capazes de atender às necessidades agrícolas de maneira sustentável.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A importância da cultura do milho (*Zea mays*)

O milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos (GARCIA *et al.*, 2006).

O milho, um dos três cereais mais plantados no mundo, apresenta 150 espécies diferentes e, apesar do grande uso na culinária, a maior demanda é pela indústria de ração animal, em torno de 53% da demanda total, em comparação à demanda para consumo humano de cerca de 2% (ABIMILHO, 2021).

Segundo Coêlho (2021), no Brasil os maiores produtores de milho são (na ordem): Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais na safra (2021/2022). A produção do Mato Grosso é superior ao total das demais regiões do país (CONAB, 2023a).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a agricultura familiar se destaca pela expressiva produção de alimentos, em especial pela produção de milho e por outros alimentos tais como: mandioca, pecuária leiteira, gado de corte, ovinos, caprinos, olerícolas, feijão, cana, arroz, suínos, aves, café, trigo, mamona, fruticulturas e hortaliças. Portanto, o milho é uma das principais culturas agrícolas, pois apresenta uma das maiores produtividades entre os cereais produzidos no Brasil e no mundo.

É importante ressaltar que a produção mineira é bastante diversificada do ponto de vista tecnológico, variando de pequenas áreas com cultivo de variedades que contam com baixos níveis de adubação voltadas à subsistência, até grandes áreas com híbridos altamente especializados, incluindo transgênicos, que contam com quantidades elevadas de adubação, alta tecnologia de plantio e colheita.

De encontro a estas percepções, o milho apresenta grande importância econômica e social para os agricultores do Norte de Minas Gerais. Neste sentido, é constante o interesse por tecnologias que possam aumentar a produtividade, a resistência a pragas e doenças, bem como, a capacidade da cultura em manter boas taxas de produtividade mesmo em condições climáticas desfavoráveis. Tal fato tem motivado uma gama de estudos e experimentos para atender essa demanda.

## 2.2 Fisiologia da produção do milho

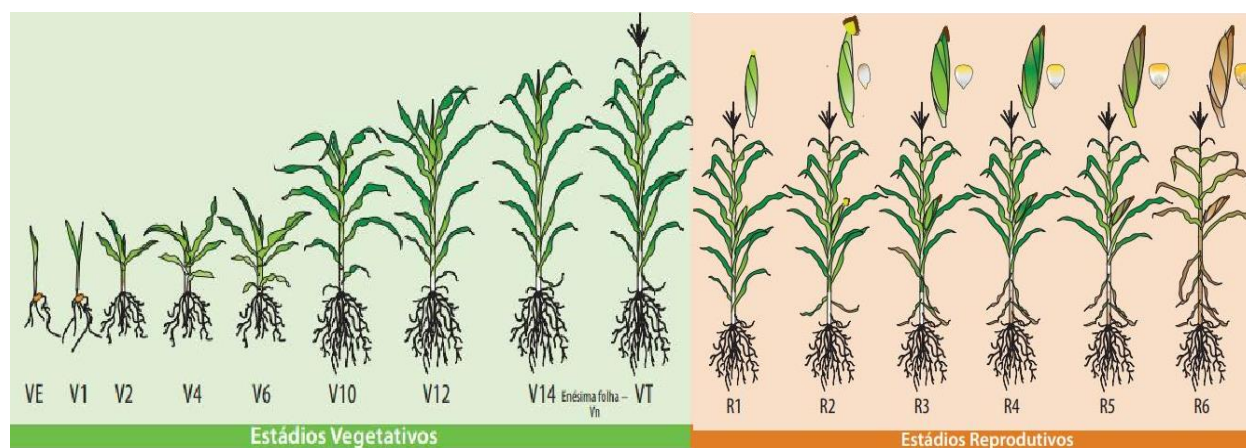
O milho é uma planta que faz parte da família Poaceae, é uma espécie anual, ereta, monoico-monoclina, classificada no grupo das plantas C4, com ampla adaptação a diferentes condições ambientais (NUNES, 2020).

Vários fatores fisiológicos, como temperatura, umidade do solo, nutrição mineral e disponibilidade de água, bem como, a adequada disponibilidade de nutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio, são essenciais para o desenvolvimento e bons índices produtivos (COELHO, 2006).

Com aproximadamente 0,3 g, a semente de milho possui a capacidade de gerar uma planta com cerca de dois metros de altura, e com potencial de produzir de 600 a 1.000 sementes (MAGALHAES, 2002).

O milho para atingir seu potencial produtivo máximo, requer temperatura alta, entre 24 e 30°C, com radiação solar elevada e adequada disponibilidade hídrica do solo. A quantidade mínima de água exigida pela é de 350 a 500 mm, no entanto sua produtividade máxima é alcançada entre 500 e 800 mm de água durante o seu ciclo (NUNES, 2020).

Estas exigências estão conectadas as fases fenológicas, que são bases para a compreensão das etapas mais críticas e mais exigentes no desenvolvimento e produção do milho (Figura 1).



**Figura 1 - Fases de Desenvolvimento da Cultura do Milho**

Fonte: Ciampitti et al. (2011).

Ataque de insetos e problemas fitossanitários comprometem os aspectos fisiológicos do milho que conseqüentemente tem o seu desenvolvimento e produtividade comprometidos. Pragas e fitopatógenos afetam a área fotossintética e como efeito ocorre a diminuição e produção de energia para a planta. Estes fatores, afetam a capacidade da planta em absorver

nutrientes e água (VALICENTE, 2015).

### **2.3 O milho na agricultura familiar.**

A cultura do milho tem grande importância social e econômica, por ser um alimento de baixo custo, pela viabilidade do cultivo em grande ou em pequena escala e, principalmente, por ser a base de várias cadeias agroindustriais (SILVEIRA *et al.*, 2021).

Segundo a Confederação Nacional de Agricultores Familiares e Empreendedores Familiares Rurais (CONAFER, 2020), metade da produção do milho brasileiro vem das propriedades de mais de um milhão de pequenos produtores; o país é o terceiro produtor mundial depois dos EUA e China

O milho é uma cultura fundamental para a agricultura familiar brasileira, sendo uma das culturas que mais acessa créditos para investimento de custeio pelo PRONAF, o Programa Nacional da Agricultura Familiar, além de ficar com boa parte do Seguro da Agricultura Familiar e do seguro Garantia-Safra, Conafer (2020).

Ainda em conformidade com a Conafer (2020), a importância econômica do milho caracteriza-se pelas várias formas de consumo, desde a alimentação, a ração animal até a indústria de alta tecnologia.

Em Minas Gerais, dados da Emater-MG estimam que a agricultura familiar seja responsável pela produção de 67% do feijão, 49% do milho, 52% do leite e 84% da mandioca no estado. Estas porcentagens destacam a viabilidade produtiva, econômica e social.

O município de Taiobeiras, Minas Gerais, localizado na região norte do estado se destaca pela grande diversidade de culturas perenes e anuais produzidas. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2017, Taiobeiras conta com cerca de 3669 hectares utilizadas no cultivo de culturas temporárias.

Quanto à cultura do milho, segundo o IBGE (2017), o município possui 647 propriedades rurais que plantam com finalidade para grãos que produziram 335 toneladas em uma área de 409 hectares. Já quanto à finalidade de milho forrageiro o município possui 28 propriedades rurais que produziram 463 toneladas em uma área de 34 hectares.

Estes dados sugerem que a região possui potencial produtivo e que as práticas para o enriquecimento do microbioma podem contribuir para o aumento dos índices produtivos.

### **2.4 O microbioma**

O microbioma refere-se à população microbiana que está presente no solo, que interage com a planta localizada no sistema radicular próximo a ele chamado de microbioma rizosférico, (JAT *et al.*, 2021).

O solo é essencial para toda a biosfera, além de ser um importante meio de crescimento microbiano apresentando alta heterogeneidade, onde existem diversos nichos ecológicos que permitem que microrganismos formem uma variedade de comunidades microbianas complexas que exercem funções essenciais para o desenvolvimento e sustentação da vida.

Dentro desta maior abrangência, apresenta-se o estudo do microbioma dos solos, amplamente desafiador, principalmente em função da grande diversidade nas formas de vida contidas neste ambiente e a heterogeneidade do mesmo (CARDOSO *et al.*, 2016).

Conforme Cotta (2016), o solo encontra-se estruturado de maneira heterogênea e descontínua, o que possibilita a ocorrência de micro-habitats que irão variar entre si em função das suas características físicas e químicas e da disponibilidade de nutrientes, sendo essa variação também em função do tempo e do espaço.

Mesmo assim, este pode sofrer com diversas interferências externas como ações dos seres humanos. Pois, a industrialização da agricultura resultou na intensificação das práticas de cultivo usando enormes quantidades de pesticidas e fertilizantes químicos que danificam os recursos naturais (RAY *et al.*, 2020).

Este cenário se faz presente no cultivo do milho, pois em sua grande maioria, o sistema de produção é o convencional caracterizado pelo grande uso de insumos químicos. Neste sentido, a adoção de novas tecnologias que possibilitem o menor uso de fertilizantes e o maior uso de bioinsumos, como os biofertilizantes, se demonstra como um meio capaz de atender à crescente demanda das necessidades produtivas da sociedade de maneira sustentável.

Neste sentido, May (2022), destaca que é de extrema importância conhecer o microbioma, que pode ser definido como um grupo de microrganismos (bactérias, fungos e protozoários) que convivem e interagem com organismos eucariotos como plantas e animais. Neste sentido, Ray *et al* (2020) afirmam que as plantas e o solo abrigam milhões de microrganismos, que coletivamente formam uma comunidade microbiana conhecida como microbioma.

Um microbioma eficaz pode oferecer benefícios ao seu hospedeiro, incluindo

promoção do crescimento das plantas, eficiência no uso de nutrientes e controle de pragas e fitopatógenos. Portanto, há uma necessidade imediata de trazer o potencial funcional do microbioma associado a plantas e sua inovação na produção agrícola, (RAY *et al.*, 2020).

Segundo Franca (2021), estima-se que um grama de solo contém cerca de um bilhão de bactérias, cem mil fungos, além de protozoários e algas representando mais de dez mil espécies de diferentes microrganismos. Esses microrganismos realizam diversas atividades, entre elas, a manutenção da fertilidade do solo através da ciclagem de nutrientes e às etapas finais da degradação da matéria orgânica.

Portanto, o conhecimento do manejo de culturas, meio ambiente e do microbioma apresenta grande potencial para o desenvolvimento de práticas visando o aumento da produtividade. É reconhecido que o uso de microrganismos como um bioinsumo agrícola é capaz de substituir vários insumos de alto impacto ambiental (KOUR *et al.*, 2020).

Desta forma, a possibilidade de alterar a utilização de insumos agrícolas químicos por insumos agrícolas menos agressivos, como os insumos biológicos é capaz de reduzir os impactos ambientais negativos (NARCISA-OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Portanto, um método cada vez mais explorado é a transferência de microbiomas adaptados a certas condições ambientais naturais ou criadas artificialmente (TOSI *et al.*, 2020).

Já Zolla *et al* (2013), apontam que os microbiomas com histórico de exposição a uma determinada espécie vegetal, ou seja, as comunidades de microrganismos que coexistem, também podem ser recuperada e transferida.

Este tipo de estudo se faz necessário, uma vez que é sobre tais solos e seus respectivos microbiomas que se sustentam biomas de grande biodiversidade, ou mesmo áreas de cultivo agrícola com elevada produtividade e importância econômica (CARDOSO *et al.*, 2016).

#### **2.4.1 Ecossistemas e o microbioma rizosférico**

Para (BAREA *et al.*, 2005), o microbioma e a saúde do ecossistema das populações microbianas em diferentes associações com plantas e o solo são conhecidos por influenciarem a aptidão da planta a estabilidade do solo e sustentabilidade do ecossistema natural e dos agroecossistemas.

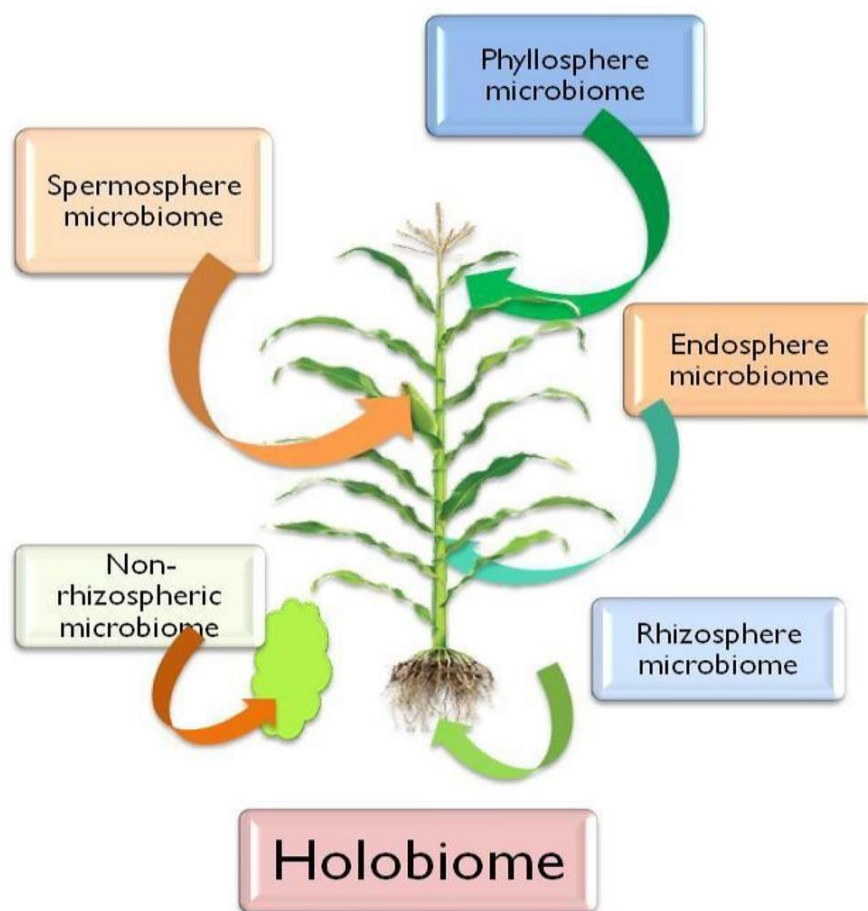
Além disso, o microbioma também ajuda na defesa contra patógenos por competição de nichos, garantindo fácil disponibilidade de nutrientes, liberação de metabólitos secundários e indução de resistência sistêmica que ativa o sistema de defesa da planta contra um ataque inicial de patógenos (KEFI *et al.* 2015; SALEEM *et al.* 2017).

A rizosfera é a região próxima as raízes que influenciada pelas secreções das raízes das plantas caracterizada por um microbioma próprio formado a partir de microrganismos presentes no solo dessa região chamado de rizosfera ou microbioma radicular ou rizosférico, (JAT *et al.*, 2021). A rizosfera apresenta uma alta atividade microbiana, uma vez, que os exsudados radiculares são facilmente disponibilizados para os microrganismos como fonte de energia, que assim desempenham um impacto significativo nas raízes e no desenvolvimento da planta.

## **2.5 A interação planta-microrganismo**

Micróbios benéficos presentes nos solos ajudam as plantas a absorver mais nutrientes do solo além de minimizar os estresses bióticos e abióticos (JACOBY *et al.*, 2017 ).

A dinâmica biológica que acontece no solo é de imensurável riqueza, uma vez, que promove a interação entre os microrganismos e as plantas. Ou seja, a presença de microrganismos se expande por toda a planta criando assim diferentes microbiomas que são tão presentes que devem ser considerados como parte integradora da vida da planta como apresentado na Figura 2.



**Figura 2 - Diagrama conceitual do holobioma em plantas cultivadas.**

Fonte – (JAT et al., 2021). Microbiome for sustainable agriculture: a review with special reference to the corn production system. Arch Microbiol.

Uma opção para aumentar a produtividade agrícola de forma natural e sustentável é a utilização de microrganismos, como bactérias e fungos promotores do crescimento vegetal (SOUTO *et al.*, 2020).

Atualmente, inúmeros autores têm reconhecido o papel crucial dos microrganismos no ecossistema e sua ação benéfica no desenvolvimento das plantas. A diversidade de microrganismos do solo é determinante para a produtividade vegetal e a sustentabilidade do mesmo.

Os benefícios da comunidade microbiana para as plantas podem ocorrer de inúmeras formas, seja pela mobilização e transporte de nutrientes, aumento da área de absorção das raízes, produção de fito-hormônios e de compostos orgânicos e proteção das plantas contra patógenos (GOMES *et al.*, 2016).

De acordo, com (GOMES *et al.*, 2016), os microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCP) que se destacam são as bactérias gram-negativas dos

gêneros *Azospirillum*, *Gluconacetobacter*, *Pseudomonas* e *Rhizobium*, e gram-positivas dos gêneros *Bacillus* e *Paenibacillus*.

A grande prevalência dos trabalhos mostra a predominância do filo Proteobacteria na rizosfera de milho, principalmente as classes  $\alpha$ -,  $\beta$ -, and  $\gamma$ -Proteobacteria (CHAUHAN *et al.*, 2011; PEIFFER *et al.*, 2013; TURNER *et al.*, 2013; JOHNSTON-MONJE *et al.*, 2016).

Os gêneros *Burkholderia*, *Pantoea*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Massilia*, *Sphingobium*, *Sphingomonas*, *Agrobacterium*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, e *Ochrobactrum* são mais comumente encontrados na rizosfera de milho, porém muitos deles podem também ser endofíticos (JOHNSTON-MONJE *et al.*, 2016). É de extrema importância ressaltar que as comunidades de microrganismos variam de acordo com a localização geográfica, condições ambientais, qualidade do solo, genótipo da planta e estágio de desenvolvimento (RAMAKRISHNA; YADAV; LI, 2019).

## 2.6 O Gongocomposto

No Brasil a produtividade agrícola tradicional aumenta a cada ano associada a geração de resíduos oriundos desta atividade, que nem sempre têm uma destinação e aproveitamento adequados, se tornando um potencial problema meio ambiente (ANTUNES, 2021). Os resíduos podem ocasionar a poluição de corpos d'água ou podem servir como fonte de inóculo às pragas e doenças, inimigas das culturas agrícolas.

Neste sentido, surge a gongocompostagem, uma biotecnologia que se baseia na atividade alimentar de diplópodes, conhecidos popularmente como gongolos ou piolhos-de-cobra (ANTUNES *et al.*, 2018).

Os diplópodes podem ser encontrados em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, exercendo um papel fundamental para melhoria da fertilidade do solo (Hopkin; Read, 1992). Os gongolos são capazes de mobilizar nutrientes presentes na serapilheira e desta forma, apresentam potencial para enriquecerem o solo com Nitrogênio, Carbono, Cálcio, Magnésio, Fosforo e Potássio (SMIT *et al.*, 2002).

De maneira complementar, Antunes (2021), destaca que o enriquecimento do solo se deve a uma elevada capacidade de consumo de serapilheira associada a uma elevada atividade microbiana nas fezes dos diplópodes.

De acordo, com Antunes (2021), este é uma opção natural, segura e ecológica para



a recuperação da fertilidade o solo degradado e para o fornecimento de substâncias, como nutrientes, fitohormônios, antioxidantes e enzimas que promovem o crescimento das plantas.

Deste modo, o gongocomposto se apresentou como uma opção acessível e viável ao para o experimento e para os pequenos agricultores da região, pois ele é capaz de unir características físicas, biológicas e químicas que favorecem o aumento dos nutrientes no solo, bem como, o desenvolvimento das plantas.

## **2.7 O composto EFANE**

No Alto Rio Pardo de Minas é perceptível que os solos estão cada vez mais degradados tornando as lavouras menos produtivas. Neste sentido, a Escola Família Agrícola Nova Esperança (EFANE), vem trabalhando de maneira agroecológica dando enfoque na criação e utilização de alternativas que reduzam a dependência das plantas de fertilizantes químicos e melhorem a sua capacidade de crescimento em diferentes tipos de solo de baixa fertilidade.

A EFANE, que está situada em uma região semiárida que para Silva (2006), são regiões caracterizadas, de modo geral, pela aridez do clima, deficiência hídrica associada à imprevisibilidade das precipitações pluviométricas, e presença de solos pobres em matéria orgânica.

Nesta perspectiva, a EFANE ao longo de mais de 10 anos de funcionamento sempre adotou em sua área uma série de práticas sustentáveis no Semiárido, tais como: reflorestamento, rotação de cultura, adubação verde, compostagem entre outras (Figura 3).



**Figura 3** – Área da Escola Família Agrícola Nova Esperança (EFANE).

Pensando em suprir a deficiência dos solos em matéria orgânica, (ROSA *et al.*, 2013) salientam que uma alternativa é o uso de composto orgânico, um adubo natural, preparado com produtos de origem vegetal e animal, que contém nutrientes para as plantas, em diferentes quantidades. É formado por matéria orgânica, que é um fator de grande importância para tornar a terra mais adequada para o desenvolvimento das plantas.

Neste sentido, a compostagem é definida pela Norma ABNT NBR 13591/1996 como sendo o processo de decomposição biológica dos resíduos orgânicos, realizado em condições aeróbias, por meio da ação de um conjunto diversificado de organismos (ABNT, 1996).

A compostagem se trata de uma prática de baixo custo, cujo o principal objetivo é a conversão de resíduos orgânicos em um fertilizante orgânico rico em micro e macronutrientes. A produção de composto orgânico EFANE é uma excelente forma de aproveitamento dos restos vegetais (capins, restos de alimentos e podas de árvores frutíferas entre outras) e animais (bovino, suíno, ovino e aves) oriundos das atividades agropecuárias desenvolvidas na escola.

É importante destacar a formação do composto quanto à relação Carbono e Nitrogênio (N). São fontes de carbono: gramíneas, podas de árvores, restos culturais, capins e palhadas em geral. E são fonte de nitrogênio: esterco, torta de mamona ou palhadas de leguminosas (ROSA; Borges, 2014).

Compostos oriundos de vegetais e animais são muito utilizados na agricultura de base ecológica, contribuindo significativamente para o aumento da produção vegetal,

causando menores impactos edáficos, climáticos e econômicos, (PAZOTTO *et al.*, 2002).

## 2.8 Inoculante Líquido

Atualmente, a demanda por alimentos é crescente, e está diretamente relacionada à necessidade do aumento da produtividade agrícola. Por outro lado, os consumidores, estão cada vez mais informados e exigentes quanto aos padrões de qualidade dos alimentos que consomem.

Tal, conscientização converge com os preceitos de segurança alimentar e de sustentabilidade difundidos atualmente, ou seja, há uma preocupação para que não se utilizem os recursos naturais de maneira indiscriminada, que causem danos ao meio ambiente (NETO *etal.*, 2010).

Portanto, ao decorrer dos anos a agricultura aderiu a uma série de tecnologias que trouxeram inovações, buscando principalmente o aumento de produção, a redução dos custos e ao mesmo tempo diminuir os impactos ambientais.

Neste sentido, diversas empresas agrícolas investiram significativamente na produção de fertilizantes e inoculantes que contém bactérias promotoras de crescimento de plantas, quegeram rendimentos econômicos e sociais.

As bactérias do gênero *Azospirillum* abrangem um grupo de microrganismos de vida livre promotoras de crescimento de plantas. O gênero ficou mundialmente conhecido durante a década de 1970, com a descoberta da capacidade de fixação biológica do nitrogênio dessas bactérias quando em associação com gramíneas, pela pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Dra. Johanna Döbereiner (HUNGRIA, 2011).

Segundo a Embrapa (2019), a tecnologia de inoculação com *Azospirillum* no milho é utilizada em várias regiões no Brasil, contribuindo para o aumento de produtividade e redução de custos das lavouras.

Em conformidade com a Embrapa (2019), a inoculação de bactérias que realizam esse processo de forma natural para fornecer nitrogênio para a planta, consegue substituir ou reduzir o uso de adubos sintéticos. Além do ganho econômico, a inoculação com *Azospirillum* no milho traz benefícios ambientais com a redução na emissão de gases do efeito estufa.

Desse modo, foi utilizado o inoculante líquido *Azospirillum brasilense* uma mistura das estirpes Ab-v5 e Ab-v6. A espécie *Azospirillum brasilense*, é caracterizada

pela atividade de promoção de crescimento de plantas. O mesmo inoculante possui densidade de 1,00g/cm<sup>3</sup> tendo em sua composição água como solvente/suporte e aditivos como fonte de nitrogênio, vitaminas, carbono e minerais, (Figura 4).



**Figura 4 – Frasco contendo inoculante líquido a base de *Azospirillum brasilense***

## **2.9 Área doadora de Topsoil com histórico de manejo agroecológico.**

O solo representa vida, pois existe grande interação biótica em quantidade e diversidade, entre si e com os componentes minerais e orgânicos do solo, sendo assim, o solo é entendido como um sistema vivo, complexo e dinâmico, (PRIMAVESI *et al.*, 2003).

Portanto, na área selecionada como doadora de solo para o transplante para a área experimental, o manejo adotado fundamenta-se na utilização de práticas edáficas como a não utilização de queimadas, o uso de adubação (orgânica e verde), aumento da produção vegetal, adequação da cultura ao tipo de solo entre outros.

Por outro lado, adotam-se também práticas vegetativas, tais como, alternância de capinas, cobertura morta, rotação de culturas, quebra-ventos, cordão de vegetação permanente, recomposição de matas ciliares próximos a área, cultivo em faixas e

consórcio deculturas.

Outras práticas utilizadas na área doadora do transplante de solo são consórcio de culturas, preparo do solo, cultivo mínimo, plantio direto, plantio em nível, terraceamento, irrigação por gotejamento e sistema de drenagem eficaz.

### 3. METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

#### 3.1 Produção do gongocomposto

O processo de produção do gongocomposto foi conduzido na propriedade da Escola Família Agrícola Nova Esperança (EFANE), localizada no município de Taiobeiras, MG. A cidade integra o território do Alto Rio Pardo, região do Norte de Minas Gerais que faz fronteira com o estado da Bahia onde compõe a área do Semiárido brasileiro.

Nessas condições, o gongocomposto foi produzido em uma gongocomposteira localizada abaixo de um abacateiro, próximo a um bananal e uma área de preservação ambiental da EFANE (figuras 5 e 6). A área apresenta um local sombreado com pouca elevação o que facilita o sistema de drenagem e manejo.

Os resíduos vegetais foram coletados no jardim da escola, onde foram obtidos resíduos de podas de *Hibiscus rosa-sinensis* e aparas de grama. Outras fontes importantes utilizadas foram às folhas secas de *Musa acuminata Cavendish subgroup*, além do capim colônia nativo da região, que constituíram a gongocomposteira.

Conforme, Antunes *et al.*, (2016), a utilização de resíduos de aparas de grama, ramos e folhas de gliricídia e flemingia, sabugo de milho e casca de coco na produção de gongocomposto entre outros, verificou-se que o gongolo da espécie *Trigoniulus corallinus* foi capaz de decompor resíduos vegetais de origem agrícola e urbana, enriquecendo o composto egerando fontes de cálcio, magnésio e fósforo.

Todos os resíduos, foram acumulados em leiras de aproximadamente 1,50 m de largura, por um período de 120 a 180 dias. Para produção da gongocompostagem foram acrescentados cerca de 2000 mil diplópodes da espécie *Trigoniulus corallinus*, doados pela pesquisadora da Embrapa Agrobiologia Maria Elizabeth Fernandes Correia. A espécie *T. corallinus*, se destaca pela cor vermelha intensa e pela facilidade de ser encontrada nos ambientes agrícolas.





**Figura 5** – Montagem da leira de gongocompostagem em parceria com os estudantes da EFANE.



**Figura 6** – Detalhe do capim coloniã na montagem da gongocomposteira.

A produção de gongocomposto é utilizada para fins pedagógicos nas disciplinas de Fundamentos de Agricultura e Pecuária; Fundamentos de agroecologia; Manejo da Biodiversidade e Sistemas Agroflorestais (SAFs); e na disciplina de Sistema de Produção vegetal I e II que são ministradas no 1º e 2º do ensino médio integrado ao curso técnico em agropecuária.

Ao longo do processo de gongocompostagem foi observada e registrada a umidade do material quinzenalmente, utilizando-se um higrômetro. Neste sentido, após a montagem das pilhas e para o bom desenvolvimento do gongolário, foi verificado a umidade, a mesma apresentou uma variação entre 50 e 80%.

Devido ao período de estiagem, as leiras receberam mensalmente um incremento com material oriundo da área de preservação ambiental (APP), folhas e matéria orgânica,

e de um Sistema agroflorestal (SAFs), poda das frutíferas e capim colônião. Para obtenção do húmus o mesmo foi peneirado em peneira de malha com abertura de 2 mm.

O gongocomposto obtido para o experimento foi considerado como uma ótima alternativa para a EFANE e para os pequenos produtores da região no tocante à obtenção de substratos orgânicos, principalmente para o reaproveitamento de uma vasta gama de resíduos orgânicos que são produzidos, bem como, para reduzir a aquisição de insumos externos gerando economia e sustentabilidade.

### **3.2 Produção do composto EFANE**

A produção do composto EFANE passou a ser realizada trimestralmente na escola. Esta prática favorece a saúde do solo, a redução da erosão de doenças de plantas, bem como, manutenção da temperatura e estabilização do pH do solo e o aproveitamento da matéria orgânica para atender a demanda de adubação da horta, da área de fruticultura e dos sistemas Agroflorestais (SAFs).

O composto EFANE também é utilizado para fins pedagógicos nas disciplinas de Fundamentos de Agricultura e Pecuária; Fundamentos de agroecologia; Manejo da Biodiversidade e Sistemas Agroflorestais (SAFs) que compõem a matriz curricular do curso técnico em agropecuária da EFA.

Neste sentido, a produção das leiras de composto ocorre nas aulas da disciplina de Fundamentos de Agricultura e Pecuária ministrada à turma semeadores da esperança 1º ano do ensino médio. Após uma aula teórica, a turma inicia a preparação do composto EFANE no campo experimental. Todo o material utilizado na preparação do composto tem origem na propriedade da EFA.

Portanto, as leiras para a produção do composto EFANE foram feitas a partir de camadas de resíduos animais criados na propriedade como os suínos, as aves, os caprinos e os bovinos, e os resíduos vegetais provenientes de capins nativos como o capim colônião *Panicum maximum* e restos culturais de alface, salsa, berinjela, jiló, beterraba, cenoura, couve, rúcula, coentro, abóbora, maracujá, repolho, couve-flor, taioba, palha de cana-de-açúcar, palhada de milho, palhada de feijão e sorgo, bem como, sobras de alimentos da cozinha, principalmente, casca de ovo.

Todo material foi disposto na proporção de 30:1, de acordo a (SARTORI *et al.*, 2016), que indica para cada parte de nitrogênio, na forma de esterco, devem estar presentes 30 partes de carbono na forma de palhada, para que a compostagem se realize



com eficiência.

Ainda em conformidade a SARTORI *et al.*, (2016), o processo de compostagem consiste em criar condições e dispor, em local adequado, as matérias-primas ricas em nutrientes orgânicos e minerais, que contenham, relação C:N favorável.

Neste sentido, as leiras possuíram a largura de 1 metro na base e comprimento conforme a disponibilidade de resíduos.

As leiras foram montadas à sombra em área aberta, cobertas com capim seco para evitar a perda excessiva de umidade. O composto EFANE foi considerado pronto para o uso quando apresentou aspecto homogêneo e textura semelhante à terra, cerca de 90 dias após o início do processo. As figuras 7, 8, 9 e 10 mostram as etapas e a técnica para a produção do composto EFANE junto aos estudantes da escola.



**Figura 7** – Aula prática sobre produção de composto EFANE com a contribuição dos estudantes.



**Figura 8** – Montagens das pilhas do composto EFANE com contribuição dos estudantes.



**Figura 9** – Composto EFANE sendo finalizado com a contribuição dos estudantes.



**Figura 10** – Composto EFANE finalizado com contribuição dos estudantes.

Devido à grande quantidade de resíduos vegetais e animais que foram geradas na área produtiva da EFANE o processo de compostagem foi em leiras. Por ser um processo biológico, a compostagem requer algumas condições para se alcançar uma degradação de eficiente, como temperatura, umidade, aeração, pH e relação carbono/nitrogênio (AZEVEDO, 1993). Portanto, após a montagem das pilhas foi realizado o controle da temperatura e da umidade das leiras.

São definidas três fases ao longo do processo de compostagem (BRASIL, 2017a). Inicialmente, observa-se a fase mesofílica que possui grande manifestação de fungos mesófilos e actinobactérias quando ocorrem a degradação de substâncias orgânicas mais resistentes.

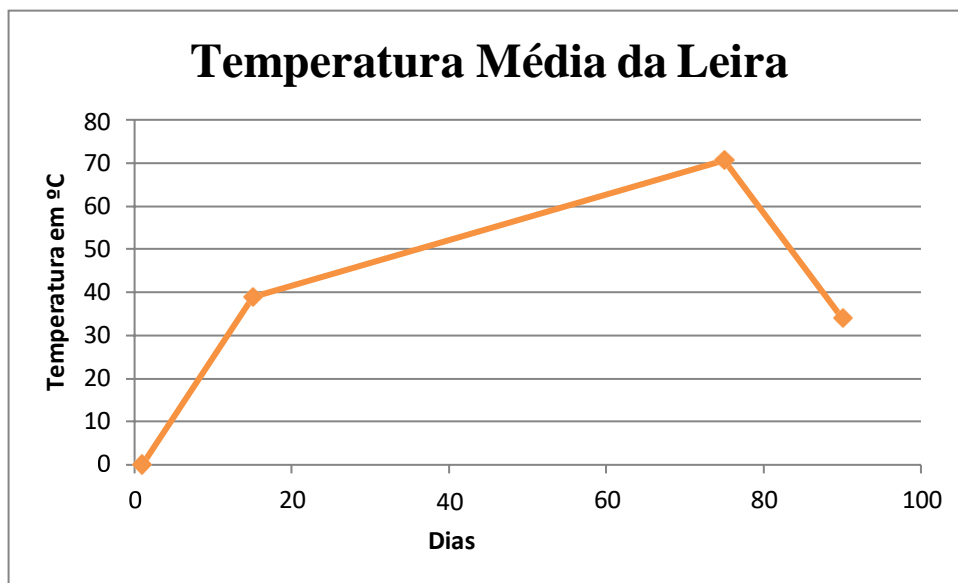
Em seguida ocorre a fase termofílica indicativa da presença de microrganismos termófilos aeróbicos, em especial as bactérias. Nesta fase a uma intensa decomposição de matéria orgânica acompanhada de grande geração de calor e vapor de água e da redução do potencial hidrogeniônico (pH) que resulta na volatilização da amônia, (BRASIL, 2017a).

Por fim, na terceira etapa observa-se o resfriamento e o resfriamento da pilha e a maturação do composto com a devido a formação de substâncias húmicas. Nessa fase há umaredução da atividade microbiana o que contribui para a estabilização da temperatura. Assim, o aumento da temperatura está relacionado a intensa atividade microbiológica, enquanto a sua diminuição indica uma redução na atividade dos microrganismos (LIMA *et al.*, 2017).

Neste sentido, a temperatura da pilha foi monitorada utilizando-se um termômetro em cada sete dias. O revolvimento das leiras, foi realizado de acordo a temperatura e umidade visando favorecer a atividade microbiana durante o processo de compostagem (MANU *et al.*, 2019).

Portanto, ao longo dos noventa dias de processo da produção de composto EFANE foram verificadas as temperaturas mostradas no (gráfico 1). Aos 40 dias após o início de formação da pilha a temperatura era de 38, 9 °C, alcançando 70, 6 °C, após 70 dias decaindo para 33,9 °C.





**Gráfico 1** - Variação térmica da leira de compostagem durante 90 dias.

Ao final de 90 dias, obteve-se um composto orgânico com boa textura e aparência. Este foi peneirado em tela metálica hexagonal 0,46 mm e utilizado no experimento.

### 3.3 Inoculante líquido: *Azospirillum brasilense*, cepas ABV5 e ABV6

Para se ter sucesso na utilização do inoculante é necessário manter a embalagem sempre fechada em local coberto, ventilado, ao abrigo de luz em temperatura ambiente (15 a 25 °C). A embalagem pode ser disposta sobre pallets e não deve ser armazenada próximo a alimentos para humanos ou animais.

Segundo a Total Biosolutions Agriculture, é primordial seguir as recomendações de acordo as culturas: soja (*Glycine max*) 100 ml do inoculante para cada 50 kg de sementes; feijão (*Phaseolus vulgaris*) 100 ml do inoculante para 50 kg de sementes; trigo (*Triticum sp.*):

100 ml do inoculante para 50 kg de sementes; pastagem (*Brachiaria sp.*): 100 ml do inoculante para cada 5 kg de semente; arroz (*Oryza sativa L.*) 100 ml do inoculante 50 kg de sementes.

O milho (*Zea mays*) deve receber 100 ml do inoculante para cada saco de sementes (60.000 de sementes). Outra importante informação são as doses que devem ser utilizadas no sulco: 200 mL ha<sup>-1</sup>; e na área total: 300 mL ha<sup>-1</sup>.

O inoculante foi agitado a fim de ser homogeneizado. Em seguida foi feito o cálculo da dosagem seguindo as recomendações. Posteriormente o inoculante foi misturado com as sementes. Como recomendado, o plantio foi feito após 24 horas da inoculação.

### 3.4 Coleta de amostras

Em uma área de 0,2192 hectares (Figura 11) da propriedade da EFANE, foram coletadas amostras simples de solo, que foram misturadas em um recipiente, até ficarem homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta.



**Figura 11** – Fotografia aérea da área experimento.

Estas amostras são provenientes de uma área que apresenta solo bem estruturado com histórico de manejo agroecológico (Figura 12), ou seja, onde é adotado o manejo do solo através de práticas como a rotação, sucessão e consórcio de culturas que contribuem para o incremento de matéria orgânica, por meio do uso de plantas de cobertura ou adubos verdes, associando-se a essas práticas o uso de fertilizantes orgânicos, ou mesmo organominerais, que forneçam nutrientes de forma adequada aos cultivos (ALCÂNTARA, 2017).

Essa área inclui uma parte declivosa, onde o solo não era manejado a cerca de 12 anos, e portanto, se encontrava compactado e não possuía histórico de manejo agroecológico (Figura 13), foram coletadas cinco amostras compostas, correspondentes a cada nível de declividade. É importante salientar que a área mais baixa do experimento ao longo dos anos vem recebendo diversas adubações com composto, sendo plantado anualmente alho, cebola, couve e repolho.

As amostras de solo foram preparadas e, em seguida, registradas para a realização das análises laboratoriais. Esse preparo visa adequar a amostra aos procedimentos analíticos no laboratório e promover sua homogeneização, Teixeira et al., (2017).



**Figura 12** – Detalhe da área experimental manejada com os princípios da agroecologia.



**Figura 13** – Detalhe da área que não possui histórico de manejo agroecológico.

A análise do solo foi realizada pelo Laboratório de Química Agrícola (LQA) da Embrapa Agrobiologia para obtenção de um diagnóstico da fertilidade das áreas conforme (anexo 1).

Foram também coletadas amostra compostas de solo de uma área de 0,224 hectare selecionada como doadora de solo superficial (Figura 14), que apresenta histórico de plantio de milho com altos índices de produtividade, sem problemas fitossanitários onde é empregadoo manejo agroecológico.





**Figura 14** – Área doadora de topsolo com histórico de plantio de milho.

Os resultados da análise do solo feito pelo Laboratório de Química Agrícola (LQA) da Embrapa Agrobiologia, referente à área doadora de solo superficial apresentaram os resultados que constam no (Anexo 2).

### **3.5 Experimento de campo**

A área do experimento possui um histórico de preparo convencional do solo onde anualmente era feito uma aração a 25 cm de profundidade e 2 gradagens para facilitar a semeadura e desenvolvimento do sistema radicular.

Nesta área, se adota as seguintes práticas: uso de caldas alternativas; consórcio de culturas, rotação de culturas, cobertura morta, adubação orgânica e controle alternativo de pragas. Ao longo, dos últimos 12 anos foram implantadas as culturas de milho, feijão, maniva, maracujá e batata doce sempre utilizando das praticas citadas anteriormente.

Devido à falta de recurso, a área do experimento foi preparada manualmente por meio de limpeza e, posteriormente, abertura de berços (Figura 15).



**Figura 15** – Manejo inicial do solo pelos estudantes da turma Semeadores da esperança.

Foram utilizadas sementes híbridas da cultivar Al Bandeirante (Figura 16), um material rústico que apresenta bom potencial produtivo próximo aos 8.000 kg por hectare, com boa relação custo/benefício, com índice reduzido de plantas acamadas e quebradas.

Esta variedade é bem adaptada ao clima regional, além disso foi utilizada no experimento por ser uma variedade que a ampla maioria dos agricultores rurais da região utilizam em suas propriedades, pois é a semente disponibilizada pelos sindicatos dos trabalhadores rurais da região.

Outras características interessantes desta variedade diz respeito ao seu ciclo semiprecoce, florescimento aos 65 dias e ao grão semiduro. Além disso, a planta atinge uma altura média de 2,4m e produz espigas a uma altura média de 1,35 m o que facilita o manejo de colheita. A cultivar Al Bandeirante apresenta dupla finalidade: produção de grãos ou silagem.

É importante destacar que a embalagem contém 60.000 sementes sendo recomendada uma semente por berço obtendo-se uma população no verão entre 55.000 a 60.000 de plantas/hectare.



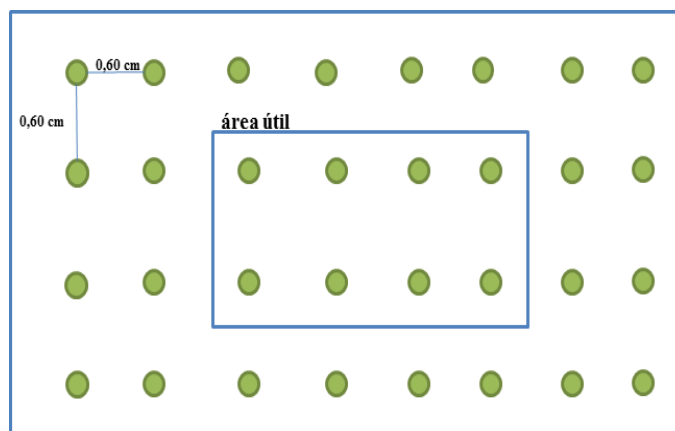


[illegible]

**Figura 17** - Croqui experimental da disposição das parcelas correspondentes aos blocos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, com a identificação das plantas das áreas úteis.

Os blocos foram separados pela marcação do sistema de irrigação. O espaçamento foi de 0,60 cm entre plantas entrelinhas. O experimento de campo foi composto por cinco tratamentos e um controle absoluto: fertilização com o composto EFANE, fertilização com o gongocomposto, fertilização com o composto EFANE misturado ao Gongocomposto, aplicação do inoculante comercial contendo as estirpes de *Azospirillum brasilense* Ab-v5 e Ab-v6 e aplicação de um transplante de solo de uma área com histórico de manejo agroecológico.

É importante frisar que nem todas as sementes germinaram e que não ocorreu desbaste. O espaçamento utilizado é o mesmo que os agricultores da região e que se é adotada a EFANE, (Figura 18).



**Figura 18** - Esquema da área útil

Posteriormente, foi realizado a casualização das parcelas com identificação dos blocos e dos tratamentos como disposta na figura 19.

<b>Parcela</b>	<b>tratamento</b>	<b>bloco</b>
1	Mistura dos 2	1
2	inoc comercial	1
3	Comp. EFANE	1
4	controle	1
5	Gongocomposto	1
6	Transplante de solo	1
7	Gongocomposto	2
8	Mistura dos 2	2
9	controle	2
10	inoc comercial	2
11	Transplante de solo	2
12	Comp. EFANE	2
13	Transplante de solo	3
14	Gongocomposto	3
15	controle	3
16	inoc comercial	3
17	Mistura dos 2	3
18	Comp. EFANE	3
19	Comp. EFANE	4
20	controle	4
21	Mistura dos 2	4
22	Transplante de solo	4
23	inoc comercial	4
24	Gongocomposto	4
25	Gongocomposto	5
26	controle	5
27	Mistura dos 2	5
28	Comp. EFANE	5
29	Transplante de solo	5
30	inoc comercial	5
31	Transplante de solo	6
32	controle	6
33	Gongocomposto	6
34	Mistura dos 2	6
35	Comp. EFANE	6
36	inoc comercial	6

**Figura 19** - Casualização das parcelas com identificação dos blocos

A inoculação com transplante de solo foi realizada adicionando diretamente na cova no momento da semeadura, 1 cm<sup>3</sup> de solo superficial coletado de 0 a 10 cm de profundidade da área doadora.

A adição de gongocomposto ou composto EFANE foi realizada por meio da aplicação de 200 cm<sup>3</sup> diretamente na cova no dia anterior ao plantio. Enquanto no tratamento que recebeu o gongocomposto e o composto EFANE, foram aplicados 100 cm<sup>3</sup> de cada compostono dia anterior ao plantio. No transplante de solo foi acrescentando durante a semeadura 1 cm<sup>3</sup> de terra superficial, coletado de 0 a 10 cm de profundidade da área doadora.

De acordo com calendário de plantio da cultura de milho utilizado na região, o experimento foi realizado durante a safra de verão, dezembro de 2022.

A implantação de todas as etapas do experimento, contou com a participação dos estudantes da EFANE (Figura 20).



**Figura 20** – Participação dos estudantes no desenvolvimento do delineamento e implantação do experimento.

Foram analisadas a taxa de desenvolvimento do milho no campo de inicialmente de 7 em 7 dias e posteriormente de 15 em 15 dias. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura das plantas aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a germinação das sementes; número de plantas na área útil que possui papel importante para se conhecer o rendimento da lavoura de milho, uma vez que pequenas variações na densidade têm grande influência no rendimento final; número de espigas; massa acumulada de 100 sementes; diâmetro do colmo; número de folhas planta<sup>-1</sup> aos 60 dias; diâmetro e comprimento de espiga; massa acumulada de grão espiga<sup>-1</sup> e a produtividade.

Os dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e aplicação do teste de Scott-Knott para determinação do contraste entre os diferentes tratamentos, exceto os dados da altura das plantas que foram analisados por regressão linear durante o período de 15 aos 75 dias após a germinação, um teste estatístico chave e muito útil para análise de datasets em diversas áreas do conhecimento, principalmente nas áreas que intersectam as biológicas GUIMARÃES (2018). A análise visa verificar se existe uma diferença significativa entre as médias e se os fatores exercem influência em alguma variável dependente.

### 3.6 Determinações

Foram realizadas as seguintes determinações para a cultura do milho.

**Altura da parte aérea até os 75 dias:** foi determinada com trena, tomando-se a distância entre o nível do solo e a inserção da folha bandeira. Os valores correspondem à média das plantas na área útil. Os resultados foram expressos em metros.

**Diâmetro do colmo:** Foi determinada tomando 8 plantas da área útil manualmente utilizando um paquímetro tomando-se a medida no terceiro nó da planta a partir do solo e os resultados foram expressos em milímetros.

**Número de plantas:** Foram contabilizadas pós germinação. Também foram contabilizadas as plantas correspondentes à área útil.

**Número de folhas planta<sup>-1</sup>:** No início do pendramento do milho foi contabilizado o número de folhas de cada planta. Foram contabilizadas o número total de folhas da área útil.

**Altura da primeira espiga:** Foi determinada com trena, tomando-se a distância entre o nível do solo e a inserção da primeira espiga. Foram contabilizadas na área útil.

**Massa acumulada de grãos espiga<sup>-1</sup>:** Foram coletadas 8 espigas, depois de secas foram debulhadas. Os grãos de cada espigas foram pesados separadamente e em seguida foi somado o peso de cada espiga e dividido por 8 obtendo-se a média.

**Massa de 100 grãos:** Para determinação da massa de grãos foram tirados 100 grãos. Esperou-se o material ficar totalmente seco ao sol, pois não possuía estufa de circulação forçada de ar. sendo o valor expresso em gramas.

**Número de espigas área útil:** Foram contadas as espigas da área útil e depois dividido pelo numero de plantas para se obter uma média.

**Número de grãos espiga<sup>-1</sup>:** Após a colheita de 8 espigas da área útil, estas foram debulhadas, depois realizou-se a contagem do número de fileiras espiga<sup>-1</sup> e o número de grãos nas fileiras. O resultado da multiplicação destes dois valores correspondeu a uma estimativa do número de grãos por espiga e depois obteve-se a média utilizando o valor total de grãos e dividido por 8.

**Produtividade de grãos:** Corrigindo-se o grau de umidade para 13%, com os valores expressos em Mg ha<sup>-1</sup>. Após a semeadura o milho foi colhido entre 120 e 130 dias.

**Diâmetro de espiga:** Foi realizado após a colheita manual das espigas quando estavam totalmente secas. Utilizou-se de um paquímetro, mediu-se a parte central da espiga. A avaliação foi feita em 8 espigas sem palha escolhidas da área útil de cada parcela e os valores expressos em centímetros.

**Comprimento de espigas:** Foi determinada após a colheita manual nos estádios, utilizou-se régua graduada, tomando-se a distância entre a base e a ponta da espiga. A avaliação foi feita em 8 espigas sem palha na área útil de cada parcela sendo os valores expressos em centímetros.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Número de folhas aos sessenta dias; Diâmetro do colmo e altura da primeira espiga

Em geral, as raízes recebem produtos fotossintetizados, principalmente das folhas basais, enquanto os órgãos e tecidos, localizados na parte apical, são supridos pelas folhas superiores. Cerca de 50% dos carboidratos acumulados nos grãos de milho são provenientes das folhas localizadas no terço superior do colmo, aproximadamente 30% das folhas localizadas no terço médio e o restante das folhas distribuídas na parte basal (FORNASIERI FILHO, 2007).

Ao analisar o número de folhas aos 60 DAG, observou-se que as folhas estavam inseridas em várias posições do caule o que indica o bom desenvolvimento do milho, segundo Fornasieri Filho (2007), uma vez que contribui com o suprimento de metabólitos para as demais partes da planta, inclusive para a formação das espigas.

O número de folhas foi significativamente superior nas plantas que receberam gongocomposto e o composto EFANE, além do controle ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). O maior desenvolvimento das folhas pode aumentar o potencial produtivo do milho em decorrência do incremento da intensidade fotossintética. Portanto, quanto maior o número de folhas, maior será a capacidade de produção e armazenamento de fotoassimilados.

Por outro lado, não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos para as variáveis: diâmetro do colmo e altura da primeira espiga (Figura 21).

O diâmetro do colmo indica a capacidade de armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente na formação dos grãos (BRITO *et al.*, 2014). Apesar de não ter sido constatada diferença significativa, observa-se que o aumento no número de folhas observado nas plantas controle e nas que receberam a aplicação de gongocomposto não está relacionado ao maior diâmetro do colmo, ao contrário do que foi observado para os demais tratamentos.



**Figura 21** – Medição do diâmetro do colmo do milho cultivar al bandeirante.

Tem sido sugerido que o esterco de caprino melhora substancialmente o diâmetro do colmo e pode assegurar maior número de espigas (GOMES *et al.*, 2019). É possível que a proporção de esterco caprino utilizada na produção do composto EFANE, tenha contribuído para o maior diâmetro verificado nos tratamentos que receberam composto EFANE.

**Tabela 1** - Diâmetro do colmo, altura da primeira espiga e número de folhas da cultivar de milho Al Bandeirante aos 60 DAG nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG.

<b>Tratamentos</b>	<b>Nº folhas por planta</b>	<b>Diâmetro do colmo (cm)</b>	<b>Altura da primeira espiga (cm)</b>
Controle	13,2 a	2,33	100,3
Gongocomposto	13,0 a	2,42	96,8
Composto EFANE	12,2 a	2,68	98,7
Mistura composto EFANE e gongocomposto	11,0 b	2,54	101,0
Inoculante comercial	10,8 b	2,45	98,3
Transplante de solo	10,3 b	2,22	100,3
CV (%)	14,7	13,9	5,3

Número de folhas: médias identificadas com letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ); dados normais ( $p = 0,1173$ ) e homogêneos ( $p = 0,0610$ ).

Diâmetro do colmo: não houve diferença significativa entre os tratamentos (NS); dados normais ( $p = 0,7230$ ) e homogêneos ( $p = 0,3944$ ).

Altura da primeira espiga: não houve diferença significativa entre os tratamentos (NS); dados normais ( $p = 0,9893$ ) e homogêneos ( $p = 0,3121$ ).



A altura da primeira espiga é uma variável morfológica que tem relação direta com as perdas de grãos durante a colheita (LI *et al.*, 2007). A maior disponibilidade de fotoassimilados é capaz de influenciar a altura da primeira espiga de milho. No presente estudo, essa variável não foi influenciada pelos tratamentos realizados.

#### 4.2 Altura da Parte Aérea ao longo de 75 dias do desenvolvimento do milho

De acordo com REPKE *et al.*, (2012), a altura de planta em milho, é uma característica de natureza quantitativa. A altura de plantas de milho é influenciada principalmente pela variação de população de plantas (PEREIRA, 2014).

A partir da estimativa dos dados obtidos para a altura da parte aérea (Tabela 2), demonstra-se que houve interação significativa entre os tratamentos e a época da determinação. A partir dos 45 DAG, as plantas que receberam a mistura EFANE com gongocomposto, o composto EFANE e o inoculante comercial foram iguais estatisticamente entre si, porém foram significativamente superiores ao controle em cerca de 15%..

Após 60 e 75 dias da germinação, as aplicações da mistura EFANE com gongocomposto ou do composto EFANE se destacaram dos demais tratamentos, alcançando valores aproximadamente 28% maiores do que o do controle. Enquanto a aplicação do inoculante comercial e do gongocomposto, apresentaram valores cerca de 17% superior em relação ao controle.

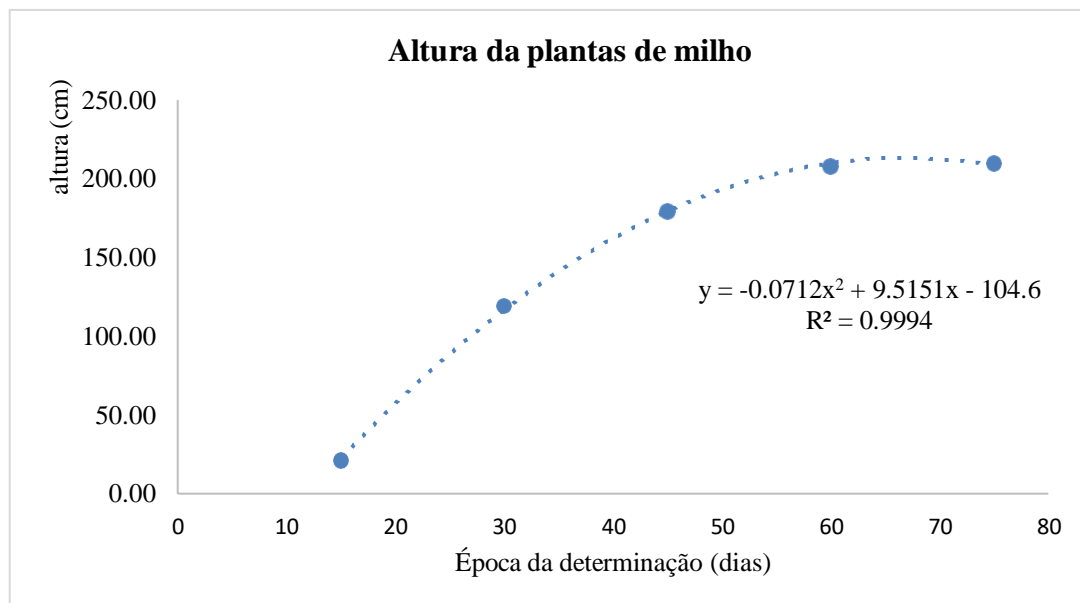
**Tabela 2:** Altura quinzenal da parte aérea do milho cultivar Al Bandeirante durante 75 DAG nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG.

Tratamentos	Época da avaliação (DAG)					Média geral
	15	30	45	60	75	
CE+GC	25,3 a	122,0a	194,2 a	234,8 a	240,3 a	163,3 a
CE	20,5 a	118,4 a	189,0 a	225,4 a	226,6 a	156,0 b
IC	22,5 a	119,8 a	188,6 a	215,8 b	217,5 b	152,8 b
GC	19,8 a	119,0 a	169,3 b	207,2 b	208,2 b	144,7 c
TS	20,3 a	119,0 a	168,4 b	182,7 c	183,2 c	134,7 d
controle	16,8 a	117,1 a	165,7 b	179,8 c	181,7 c	132,2 d

Médias identificadas com letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott ( $p < 0,01$ ).

Tratamentos: CE+GC, mistura composto EFANE e gongocomposto; CE, composto EFANE; IC, inoculante comercial; GC, gongocomposto; TS, transplante de solo; e controle.

Em seguida foi realizada a análise de regressão (anexo 3) da média de cada tratamento em relação ao tempo de observação. O melhor modelo determinado para a regressão foi o quadrático (Figura 22). Foi estimado que o milho da cultivar Al Bandeirante nas condições de estudo, atingiu altura máxima de 213,2 cm após 66 dias da emergência.



**Figura 22** - Altura da parte aérea de milho cultivar de milho Al Bandeirante durante 75 nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, mg.

#### 4.3 Número de plantas; Número de espigas por berço e número de grãos por espiga do milho da cultivar de milho Al Bandeirante

Os A área útil recebeu 32 sementes distribuídas em 8 berços. Na parcela controle contabilizou-se uma média de 24,2 plantas que foi significativamente diferente dos tratamentos efetuados que variaram de 26,3 a 29,5 plantas (Figura 23). Além disso, o número de plantas na área útil de cada tratamento diferiu significativamente em relação ao tratamento (Tabela 3).

Os tratamentos que receberam a mistura do composto EFANE com o gongocomposto e o inoculante comercial apresentaram uma média de 29,1 plantas na área útil, o que representa cerca de 20% superior ao controle. Os demais tratamentos não diferiram entre si e apresentaram uma média de 26,8 plantas na área útil ou cerca de 10% superior ao controle. Esses resultados indicam que houve uma diferença na taxa de germinação das sementes que foi dependente do tratamento.



**Figura 23** – Diferentes números de plantas de milho por berço

A análise da variável número de espigas por berço revelou diferenças significativas entre os tratamentos que seguiu o padrão observado para a variável número de plantas por área útil (Tabela 3). Os tratamentos: mistura do composto EFANE com o gongocomposto e o inoculante comercial apresentaram maiores quantidades de espigas por berço, 2,93 e 2,78, respectivamente, o que corresponde a um acréscimo de 36,3 e 29,3% em relação ao controle (Tabela 3). Os demais tratamentos apresentaram uma média de 2,32 espigas por berço ou um aumento de 8% em relação ao controle. Esses resultados indicam que tanto a aplicação da mistura do composto EFANE com o gongocomposto, como o inoculante comercial alteraram tanto a taxa de germinação, como o número de espigas por berço, sugerindo que esses dois tratamentos podem ter complementado aspectos nutricionais e hormonais.

Ao quantificar o número de grãos por espiga, verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3). O maior número de grãos por espiga foi observado no tratamento que recebeu a aplicação do inoculante comercial que apresentou 53,9% a mais do que o controle. Para os demais tratamentos, embora haja diferenças significativas, observa-se uma faixa reduzida de aumento em relação ao controle, de 15,5 a 4,3%. Uma espiga de milhotípica tem entre 500 e 800 grãos sob cultivo em ambientes favoráveis e práticas adequadas de produção (<https://www.graoorganico.com.br/graoorganico/2020/01/27/o-milagre-do-milho/>,

consultado em 4/6/2024). Os valores encontrados no presente estudo variaram de 494 a 760, caracterizando o bom desempenho da cultura. O número de grãos por espiga pode ser influenciado por diferentes níveis de N conforme estudo de (IQBAL *et al.*, 2015). A presença do inoculante comercial composto por bactérias diazotróficas ao promover a atividade de fixação biológica do N, pode estar associado ao resultado obtido.

**Tabela 3: Número de plantas, número de espigas por berço e número de grãos por espiga de milho da cultivar Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG.**

Tratamentos	Número de plantas na área útil	Número de espigas por berço	Número de grãos por espiga
Inoculante comercial	28,83 a	2,78 a	760,00 a
Mistura composto EFANE e gongocomposto	29,50 a	2,93 a	570,50 b
Gongocomposto	26,33 b	2,43 b	555,83 c
Transplante de solo	26,67 b	2,28 b	529,67 d
Composto EFANE	27,33 b	2,26 b	515,17 e
Controle	24,17 c	2,15 b	493,83 f
Cv (%)	4,54	8,82	0,74

Médias na coluna identificadas com letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,0001$ ).

#### 4.4 Massa de 100 grãos

O A massa seca de 100 grãos é um indicador que permite determinar antecipadamente a produtividade da cultura em quilogramas por hectare, estando também associado à qualidade das sementes (<https://www.seed.ab.ca/thousand-kernel-weight-test-whats-it-all-about/>; consultado em 4/6/24). A determinação dessa variável é utilizada para a adequação da densidade populacional da plantação, sendo possível estipular a densidade de plantio, expressa em quilogramas, necessária para uma determinada gleba.

A massa seca de 100 grãos (Tabela 4), que receberam a mistura do composto EFANE com o gongocomposto, somente o composto EFANE e o inoculante comercial apresentaram uma média de 29,16 g. Esta média é cerca de 10% superior ao controle, enquanto os demais tratamentos não diferiram significativamente do controle. Apesar do aumento expressivo no número de grãos por espiga observado para o tratamento que recebeu o inoculante comercial, esse comportamento não refletiu na massa seca de 100 grãos.

Sobre a massa seca de 100 grãos deve-se enfatizar a importância da taxa da perda de umidade do grão de milho que é muito dependente da temperatura e da movimentação do ar, da umidade relativa e do teor da umidade do grão. O secamento está altamente relacionado

com as características híbridas, como a orientação da espiga, a densidade de plantio, a impermeabilidade e o comprimento da palha, e a dureza do grão (MAÇANEIRO, 2022).

Os dados sugerem que os tratamentos que receberam a mistura do composto EFANE com o gongocomposto, o composto EFANE ou o inoculante comercial produziram sementes com qualidade superior ao controle, possivelmente devido a características nutricionais dos compostos e, especificamente ao enriquecimento com N pelo inoculante comercial.

**Tabela 4: Massa Acumulada de 100 grãos de milho da cultivar Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG.**

Tratamentos	Massa acumulada de 100 grãos (g)
Mistura composto EFANE e gongocomposto	29,33 a
Composto EFANE	29,33 a
Inoculante comercial	28,83 a
Transplante de solo	27,67 b
Gongocomposto	27,67 b
Controle	26,50 b

CV = 4.36 %.

Médias identificadas com letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott ( $p < 0,01$ ).

Dados normais ( $p = 0.9264$ ) e homogêneos ( $p = 0.8261$ ).

#### **4.4 Características das espigas: massa acumulada de grãos, comprimento e diâmetro**

A aferição da massa acumulada de grãos por espiga mostrou diferenças significativas em função dos diferentes tratamentos (Tabela 5). A massa acumulada de grãos por espiga que recebeu a aplicação do inoculante comercial foi cerca de 67% superior ao controle, seguida das plantas tratadas com a mistura do composto EFANE com o gongocomposto, que apresentou valores 27,8% superiores ao controle.

Quanto aos demais tratamentos, calcula-se uma média de 15% superior ao controle. Novamente o inoculante comercial foi capaz de promover a maior massa

acumulada de grãos por espiga, semelhante ao que foi observado para a variável número de grãos por espiga. Os resultados sugerem que a massa do grão não foi o determinante para essa resposta, já que os valores obtidos para a massa seca de 100 grãos são semelhantes entre si para os três tratamentos: mistura composto EFANE e gongocomposto, composto EFANE e inoculante comercial. Os melhores resultados obtidos para essa variável quando foi aplicado o inoculante comercial, parece ter sido proveniente do maior número de grãos observado.

Em relação ao diâmetro e comprimento das espigas (Tabela 5), os tratamentos que mais contribuíram para estas variáveis foram a aplicação do inoculante comercial, da mistura do composto EFANE com o gongocomposto de solo e do transplante de solo, calculando-se valores médios de cerca de 6,3 e 26,9% superiores ao controle para o diâmetro e ao comprimento. Os demais tratamentos não diferiram do controle.



**Figura 24** – Algumas espigas que foram utilizadas para medição de comprimento e diâmetro

Os coeficientes de variação obtidos foram de 2,82% para o diâmetro da espiga, e 5,47% para o comprimento da espiga, o que segundo SCAPIM (1995), indica uma boa precisão na condução do experimento.

Dos tratamentos, o transplante de solo chama a atenção, pois foi capaz de influenciar positivamente o diâmetro e o comprimento de espiga apesar de não ter se destacado para as outras variáveis. A aplicação de N em doses crescentes é capaz de influenciar positivamente no desenvolvimento da espiga, tanto em relação ao seu comprimento, como ao diâmetro (FERREIRA *et al.* 2013).

Os autores sugerem que aumento do comprimento e do diâmetro da espiga está

relacionado ao aumento da produtividade, o que não foi o caso das plantas de milho que receberam a aplicação de transplante de solo e que tiveram baixa massa acumulada de grãos por espiga, reduzido número de grãos por espiga, o que resultou em baixa produtividade em comparação aos outros tratamentos. Talvez o aprofundamento do conhecimento dos microbiomas que são transferidos por estes tratamentos, possa ajudar no entendimento dos resultados obtidos.

**Tabela 5: Massa acumulada de grãos por espiga e diâmetro e comprimento da espiga (cm) da cultivar de milho Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG.**

Tratamento	Massa acumulada de grãos por espiga	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)
Inoculante comercial	219,1 a	5,03 a	19,47 a
Mistura composto EFANE e gongocomposto	167,3 b	5,08 a	20,03 a
Transplante de solo	146,6 c	4,95 a	20,22 a
Composto EFANE	151,1 c	4,87 b	17,68 b
Gongocomposto	153,8 c	4,78 b	16,98 b
Controle	130,9 d	4,72 b	15,68 c
CV (%)	4,85	2,82	5,47

**Massa Acumulada de grão por espiga:** médias identificadas com letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,001$ ); dados normais ( $p = 0,9079$ ) e homogêneos ( $p = 0,8338$ ).

**Diâmetro da espiga:** médias identificadas com letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,01$ ); dados normais ( $p = 0,6448$ ) e homogêneos ( $p = 0,0074$ ).

**Comprimento da espiga:** médias identificadas com letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,001$ ); dados não foram normais ( $p = 0,0085$ ); mas foram homogêneos ( $p = 0,3061$ ).

#### 4.5 Produtividade

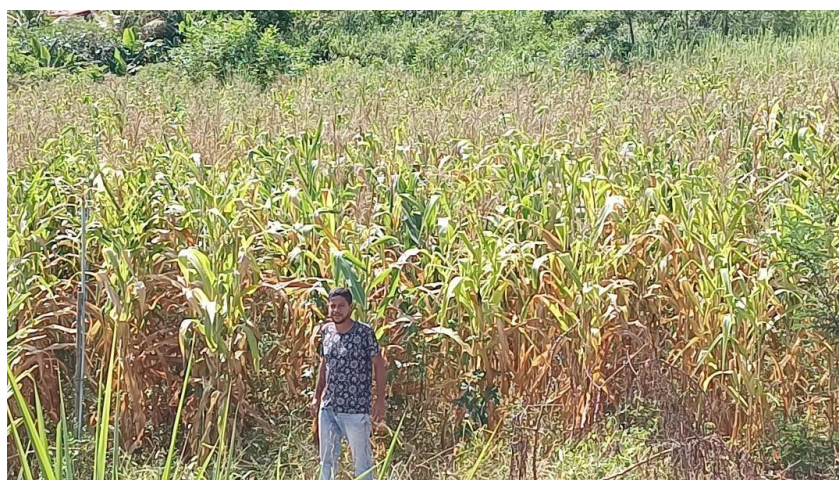
Segundo a estimativa da CONAB na safra 2023/24, espera-se uma produtividade média, de 5.636 quilos de milho por hectare. As estimativas apontam uma área plantada, de 21,19 milhões de hectares.

O plantio de 4 sementes por berço resultou em um adensamento das plantas de milho que variou de 89.000 a 102.000 plantas por hectare dependendo do tratamento. Essa concentração de plantas está acima do recomendado para a variedade Al Bandeirante que é de 65 mil plantas por hectare para a safra normal e de 45 mil plantas por hectare para a safrinha (<https://agrossol.com/pt-BR/produtos/milho-al-bandeirante-milho-variedade>; consultado em 4/6/2024). A produtividade da cultivar é de 7,5 Mg ha<sup>-1</sup> na safra normal e de 3,5 Mg ha<sup>-1</sup> na



safrinha. O resultado obtido para o controle, 6,84 Mg ha<sup>-1</sup> está dentro da faixa esperada, porém os demais tratamentos são superiores ao valor determinado para a cultivar. A aplicação do inoculante comercial e da mistura do composto EFANE com o gongocomposto produziram, respectivamente 14,7 e 11,8 Mg ha<sup>-1</sup>, valores aproximadamente 115 e 73% superiores ao controle. Já a média da produtividade para os demais tratamentos foi de 8,47 Mg ha<sup>-1</sup>, o que representa cerca de 24% superior ao controle.

Os tratamentos que receberam o inoculante comercial e a mistura do composto EFANE com gongocomposto apresentaram as maiores produtividades. Os valores de produtividade acima do esperado podem estar associados ao adensamento ou carga nutricional obtida pelos cultivos anteriores na área experimental. Um estudo realizado na Embrapa Amazônia Ocidental (2019), demonstrou que a inoculação de sementes de milho com a bactéria *Azospirillum brasiliense* para cultivo em terra firme garantiu uma economia de 20 kg de nitrogênio por hectare e rendimento superior em 104% à média da cultura. Além da capacidade de fixar o N atmosférico e aumentar a sua disponibilidade para as plantas, o gênero *Azospirillum* é reconhecido pela sua capacidade de aumentar as raízes e, dessa forma, facilitar a assimilação de nutrientes residuais disponíveis no solo.



**Figura 25** – Adensamento do milho Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG.

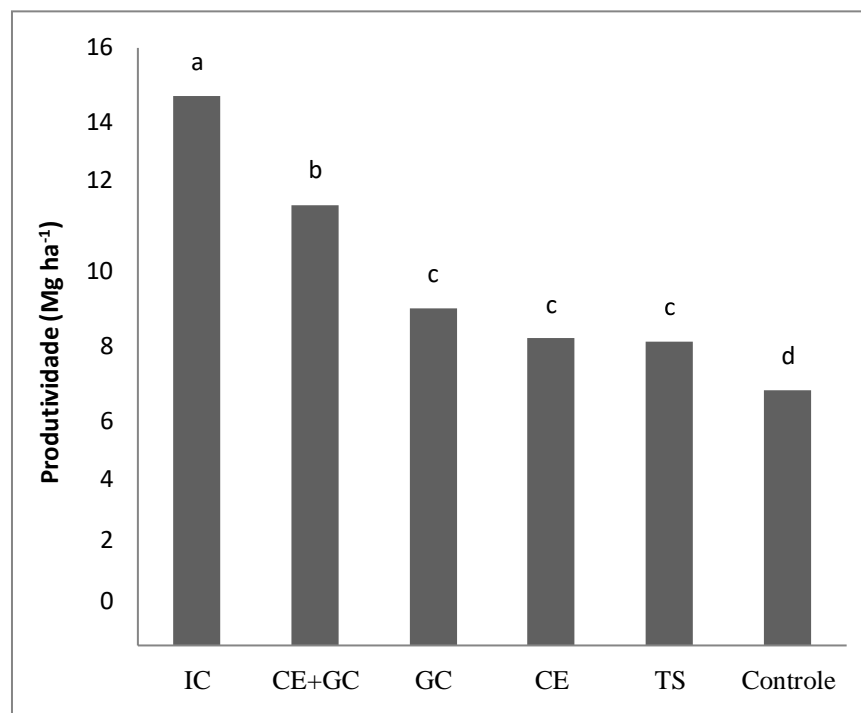
Por A área experimental possui um histórico de plantio de cebola, maracujá, repolho, couve entre outras, que receberam grande quantidade de adubos orgânicos. Anteriormente ao plantio do milho foi feito um pousio na área com feijão de porco, girassol, feijão-caupi, e amendoim que possivelmente elevou a quantidade de nitrogênio disponível.



É importante destacar que o milho no experimento foi cultivado em sucessão a outras culturas (alho, cebola, coentro, girassol, couve, abobrinha, quiabo, beterraba, pepino e maracujá) que receberam grandes quantidades de compostos orgânicos e esterco bovino além de caldas naturais. Portanto, a adubação residual dos cultivos anteriores pode ter interferido positivamente em seu rendimento, pela indisponibilidade de nutrientes no solo devido à extração dos minerais pelas culturas antecessora. Embora cada berço tenha recebido 4 sementes totalizando na área útil 32 plantas este número não foi alcançado, provavelmente devido a variações climáticas e incidências de pragas e doenças.

Apesar da adubação residual, os tratamentos resultaram em ganhos de produtividade em relação ao controle. No caso do inoculante comercial, como mencionado acima, a inoculação com estirpes bacterianas do gênero *Azospirillum* pode ter contribuído para o aumento da superfície radicular e contribuído para a maior eficiência de extração dos nutrientes disponíveis. Como todos os tratamentos tiveram por objetivo o enriquecimento do microbioma rizosférico, é possível que além do inoculante comercial, todos tenham também aumentado a eficiência quanto à extração dos nutrientes.

A produtividade foi calculada a partir da fórmula: número de plantas por ha x número médio de espigas por planta x massa média de grãos por espiga. Na cultura do milho o número de espigas por área é determinado pela população final de plantas, enquanto o número de grãos é o resultado do número e do comprimento das fileiras e o peso é diretamente relacionado com a produção de fotoassimilados e a eficiência do enchimento dos grãos (MAÇANEIRO, 2022).



**Figura 26:** Produtividade da cultivar de milho Al Bandeirante nas condições edafoclimáticas do município de Taiobeiras, MG. CV (%) = 10,42; médias identificadas com letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,001$ ); dados normais ( $p = 0,1754$ ) e homogêneos ( $p = 0.2007$ ). Tratamentos: IC: Inoculante comercial; CE+GC: Mistura do composto EFANE com gongocomposto; GC: Gongocomposto; CE: Composto EFANE; e, TS: Transplante de solo.

## 5 CONCLUSÕES

Entre os parâmetros observados o milho da cultivar Al Bandeirante atingiu sua altura máxima de 213,2 cm após 66 dias. Por outro lado, a massa acumulada de 100 sementes demonstrou, que os tratamentos mistura do composto EFANE com o gongocomposto, somente o composto EFANE e o inoculante comercial apresentaram uma média de 29,16%, este valor é cerca de 5% superior ao controle. Quanto à produtividade os melhores valores foram obtidos para as plantas que receberam o inoculante comercial e a mistura do composto Efane com o gongocomposto que apresentaram valores 115 e 73% superiores ao controle.

Por fim, o enriquecimento do microbioma rizosférico do milho pode ser uma prática alternativa sustentável capaz de incrementar a produtividade da cultura e de atender às necessidades agrícolas através da potencialização das comunidades microbianas presentes na região rizosférica.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos através dos tratamentos na produção de milho cultivar Al Bandeirante indicam a necessidade de realizar estudos complementares para determinar bibliotecas metagenômicas para identificação dos grupos bacterianos prevalentes ou mais abundantes e o microbiomas “core” que podem vir a ajudar na elaboração de uma comunidade sintética a ser utilizada para a cultura.

A aplicação dos tratamentos na cultura do milho está condicionada a vários fatores bióticos e abióticos o que torna difícil a avaliação a partir dos resultados obtidos somente de um único plantio. O uso do tratamento do composto EFANE misturado ao gongocomposto, bem como, o inoculante comercial que apresentaram respostas muito positivas é bastante promissor, mas necessita de novas amostragens em campo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13591:** Compostagem. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ABIMILHO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO. Estatísticas. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em: 03 jun. 2022.

ALCÂNTARA, F. A. **Manejo Agroecológico do Solo**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017 (Série Documentos). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164548/1/CNPAF-2017-doc314.pdf>.

Acesso em: 08 nov. 2022.

RAY, P. LAKSHMANAN, V. LABBÉ, J.L. CRAVEN, K.D. Microbe to microbiome: A paradigm shift in the application of microorganisms for sustainable agriculture. **Front in Microbiol.** 2020, v 11:622926. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.622926>. Acesso em: 13 jun. 2022.

MAY, A. *et al.* The use of indigenous bacterial community as inoculant for plant growth promotion in soybean cultivation. **Archives of Agronomy and Soil Science**, p. 1–16, ago. 2021. ISSN 0365-0340, 1476-3567. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03650340.2021.1964017>. Acesso em: 05 mai. 2022.

ANTUNES, L. F. S. **Gongocomposto: caracterização do microbioma associado e avaliação agrônômica como substrato na produção de mudas de alface emaracujá**. 2021. 91p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

ANTUNES, L. F. S.; SCORIZA, F. N.; SILVA, D. G.; FERNANDES, M. E. C. Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 46, n.5, p.815-819, 2016.

ANTUNES, L. F. DE S.; SCORIZA, R. N.; FRANÇA, E. M.; SILVA, D. G. DA; CORREIA, M. E. F.; LEAL, M. A. DE A.; ROUWS, J. R. C. Desempenho agrônômico da alface crespa a partir de mudas produzidas com gongocomposto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável(RBAS)**, v.8, n.3, p.57-65, 2018.

AZEVEDO, M. A. **Estudo e avaliação de quatro modos de aeração para sistemas de compostagem em leiras**. 1993. 194 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1993.

AZOTROP. Soluções para agricultura. Disponível em: < <https://biotrop.com.br/wp-content/uploads/2023/09/AZOTROP-LIQ-FT-07.07.2023.pdf> >. Acesso em: 18 out. 2023.

Barea JM, Azcon R, Aguilar CA (2005). **Interactions between mycorrhizal fungi and bacteriato improve plant nutrient cycling and soil structure**. In: Buscot F, Varma A (eds) Microorganisms in soils: roles in genesis and functions. Springer, Berlin, pp 195–212.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos – Manual de Orientação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2017a. Disponível em: <[http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municípioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao\\_mma\\_2017-06-20.pdf](http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municípioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao_mma_2017-06-20.pdf)> Acesso em: 09 de jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agricultura Familiar: Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>>. Acesso em: 10 out. 2022.

BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V.; SANTOS, L. G. Desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino. **Revista Verde**, v. 9, n. 3, p. 244 - 250, 2014.

Ciampitti, I. A.; Elmore, W. R.; Lauer, J. Based on information from **How a Corn Plant Develops**, Special Report No. 48, 1986 and Corn Growth and Development, PMR 1009, 2011. Iowa State University Extension.

CHAUHAN, P. S.; CHAUDHRY, V.; MISHRA, S.; NAUTIYAL, C. S. Uncultured bacterial diversity in tropical maize (*Zea mays* L.) rhizosphere. **Journal of Basic Microbiology**, Weinheim, v. 51, p.15-32, 2011.

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo. 2006. (Circular técnica, 78).

COELHO, Jackson Dantas. Milho: produção e mercados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.182, ago. 2021.(Caderno Setorial ETENE, n.182). Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/910/1/2021\\_CDS\\_182.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/910/1/2021_CDS_182.pdf). Acesso em: 23 mai. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: oitavo levantamento, Maio 2022 – safra 2021/2022. : Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 jun. 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2022/2023**. 9º. Levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 15 jun. 2023a.

Confederação da Agricultura Familiar Milho (CONAFER). **A Força Do Grão Que Alimenta A Economia Da Agricultura Familiar**, 2020. Disponível

em: <https://conifer.org.br/milho-a-forca-do-grao-que-alimenta-a-economia-da-agricultura-familiar/>. Acesso: 13 dez. 2022.

CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira e ANDREOTE, Fernando Dini. Microbiologia do solo. . Piracicaba: ESALQ. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/portais-de-pesquisa/livros-abertos-da-esalq>. Acesso em: 19 out. 2022. , 2016.

COTTA, S. R. O solo como ambiente para a vida microbiana. In: CARDOSO, E. J. B.N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do Solo**. 2. ed. Piracicaba, SP: Esalq, 2016.cap. 2. p. 23- 36.

EMANUEL D'ARAÚJO RIBEIRO DE, CEITA ; JÚLIA KAROLINE RODRIGUES DAS, MERCÊS ; IURI ELIVALDO BARBOSA, COUTINHO ; JOZE MELISA NUNES, FREITAS ; CÂNDIDO FERREIRA DE OLIVEIRA, NETO. PARÂMETROS PRODUTIVOS DE MILHO (*Zea mays L.*) SUBMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE *Azospirillum brasilense*. In: . (Org.). PERSPECTIVAS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS NA SOCIEDADE 5.0: **EDUCAÇÃO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMOR**. 1ed.: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2020, v. , p. 274-281.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Paulo César Teixeira [et al.], editores técnicos. – 3ª ed. rev. e ampl. – Brasília, DF, 2017.

FERREIRA et al 201; Desenvolvimento do Comprimento e Diâmetro das Espigas de Milho em Resposta a Doses Crescente de Nitrogênio.

FORSTHOFER, E.L. et al. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.399- 407, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2006000300025&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2006000300025&script=sci_arttext). Acesso em: 8 out. 2023. doi: 10.1590/S0100-204X2006000300025.

FRANCA, L. V.; & RODRIGUES, T.F. Microbioma do solo: dinâmicas e funcionamento daterra que cultivamos. Revista Blog do Profissão Biotec, v.8, 2021. Disponível: <https://profissaobiotec.com.br/microbioma-do-solo-dinamica-funcionamento-da-terra-que-cultivamos>. Acesso em: 04 jun. 2022.

GARCIA, J. C. ; MATOSO, M. J. ; Duarte, J. de O. **Importância do milho em Minas Gerais**. Informe Agropecuário (Belo Horizonte) , v. 27, p. 7-12, 2006.

Gomes, F. de S., Santos, R. A., Magalhães, D. B., & Bebé, F. V. (2019). Características de crescimento e desenvolvimento do milho crioulo com diferentes adubações orgânicas. **Caderno De Ciências Agrárias**, 11, 1–8. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2019.15949>.

GOMES, E. A.; SILVA, U. de C.; OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; LANA, U. G. de P.; MARRIEL, I. E.; SANTOS, V. L. dos. **Microrganismos promotores do crescimento de plantas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 51 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 208).

HOPKIN S.P., READ, H.J. **The biology of millipedes**. Oxford University Press, Oxford. 1992.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: **inovação em rendimento a baixo custo**. EMBRAPA. Londrina, PR. Julho de 2011. Disponível em: Acesso em: 30 maio, 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Censo Brasileiro de 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/taiboeiras/pesquisa/24/76693>. Acesso: 20 dez. 2022.

Inoculante reduz uso de nitrogênio em milho e aumenta produtividade em mais de 100%. EMBRAPA, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/45031761/inoculante-reduz-uso-de-nitrogenio-em-milho-e-aumenta-produtividade-em-mais-de-100#:~:text=FBN%20no%20milho-.O%20Azospirillum%20C3%A9%20um%20g%C3%AAnero%20de%20bact%C3%A9rias%20promotoras%20de%20crescimento,processos%20ben%C3%A9ficos%20para%20a%20pl%20anta>. Acesso: 12 dez. 2022.

IQBAL *et al.*, 2015. Optimizing Nitrogen Level to Improve Growth and Grain Yield of Spring Planted Irrigated Maize (*Zea mays* L.)

JAT SL, Suby SB, Parihar CM, Gambhir G, Kumar N, Rakshit S. Microbiome for sustainable agriculture: a review with special reference to the corn production system. **Arch Microbiol**. 2021 Aug; 203(6):2771-2793. doi: 10.1007/s00203-021-02320-8. Epub 2021 Apr 21. PMID: 33884458.

JOHNSTON-MONJE, D.; LUNDBERG, D. S.; LAZAROVITS, G.; REIS, V. M.; RAIZADA, M. N. Bacterial populations in juvenile maize rhizospheres originate from both seed and soil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 405, n. 1, p. 337-355, 2016.

KEFI A, SLIMENE IB, KARKOUCH I, RIHOUEY C, AZAEIZ S, BEJAOU M *et al* (2015). Characterization of endophytic *Bacillus* strains from tomato plants (*Lycopersicon esculentum*) displaying antifungal activity against *Botrytis cinerea* Pers. **World J Microbiol Biotechnol** 31:1967–1976. <https://doi.org/10.1007/s11274-015-1943-x>.

KOUR, D.; RANA, K.L.; YADAV, A.N.; YADAV, N.; KUMAR, M.; KUMAR, V.; VYAS, P.; DHALIWAL, H.S.; SAXENA, A.K. 2020. Microbial biofertilizers: bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental



sustainability. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology** 23: 1-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101487>. Acesso em: 10 mai. 2022.

LI, Y. et al. The genetics relationships among plant-height traits found using multiple trait QTL mapping of a dent corn and popcorn cross. *Genome*; **Toronto**, v.50, n.4, p.357-364, 2007.

MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, Frederico O. M.. Fisiologia da Produção de Milho. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. (ISSN 1679-). **Circular técnica 76**. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490408/1/Circ76.pdf>. Acesso em: 09set. 2023.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. **Circular técnica 22**. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/486995>. Acesso em: 17 jun. 2023.

NARCISA-OLIVEIRA, J., FERNANDES, K. da S., SILVA, R. M. da., RIBEIRO, N. P., & TUBURTINO-SILVA, L. (2018). Agroecologia e sistemas alimentares Sustentáveis: uma análise preliminar econtextualizadora. **Anais do XXIII AGROECOL**. Campo Grande/MS.

NETO, Nelson Castro *et al.* Produção orgânica: uma potencialidade estratégica para a agricultura familiar. **Revista Percursos**, v. 2, n. 2, p. 73-95, 2010.

NUNES, José Luis da Silva. Características do Milho (*Zea mays*). **Agrolink**. 2020. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas\\_361401.html](https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas_361401.html). Acesso em: 12 mar. 2023.

PAZOTTO, C.; PANDOLFO, C. M. **Produção orgânica de alface e atributos de solo pela aplicação de composto de dejetos suínos**. IN. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, VI., CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA, II., Curitiba, PR. 2009. p.762-766.

PEIFFER, J.; SPOR, A.; KOREN, O.; JIN, Z.; TRINGE, S. G.; DANGL, J. L.; BUCKLER, E. S.; LEY, R. E. Diversity and heritability of the maize rhizosphere microbiome under field conditions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 110, p. 6548-6553, 2013.

RAY P, LAKSHMANAN V, LABBE JL, CRAVEN KD. Microbe to Microbiome: A Paradigm Shift in the Application of Microorganisms for Sustainable Agriculture. **Front Microbiol**. 2020 Dec 21;11:622926. doi: 10.3389/fmicb.2020.622926. PMID: 33408712; PMCID: PMC7779556.

RAMAKRISHNA, W.; YADAV, R.; LI, K. Plant growth promoting bacteria in agriculture: Two sides of a coin. *Applied Soil Ecology*, v. 138, n. October 2018, p. 10–18, 2019.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.02.019>. Acesso em: 12 mai. 2022.

ROSA, R. C. C., & BORGES, A. L. Produção de composto orgânico em pequenas propriedades. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2013.

RUPANI, P. F.; EMBRANDIRI, A.; IBRAHIM, M. H.; GHOLEA, V.; LEES, C.T.; ABRASPOUR, M. Effects of different vermicompost extracts of palm oil mill effluent and palm-pressed fiber mixture on seed germination of mung bean and its relative toxicity. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 35805–35810, 2018.

REPKE, R. A.; CRUS, S. J.S.; MARTINS, M. B.; SENNA, M. S.; FELIPE, J. S.; DUARTE, A. P.; BICUDO, S. J. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamada de cinco híbridos de milho. In: **XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 2012, Águas de Lindoia. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2012. p. 1940-1943.

PEREIRA, M.J.R.; BONAN, E.C.B.; GARCIA, A.; VASCONCELOS, R. de L.; GIACOMO, K. dos S.; LIMA, M.F. Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. **Revista Ceres**, v.59, p.200-205, 2014. DOI: 10.1590/S0034- 737X2012000200008.

PRIMAVESI, ODO., PRIMAVESI, A. C. **Fundamentos ecológicos para o manejo efetivo do ambiente rural nos trópicos: Educação ambiental e produtividade com qualidade ambiental**. Embrapa Pecuária Sudeste, 2003.

SALEEM M, MECKES N, PERVAIZ ZH, TRAW M.B. (2017) Microbial interactions in the phyllosphere increase plant performance under herbivore biotic stress. **Front Microbiol** 8:41.<https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00041>.

SARTORI, Valdirene Camatti; et al. **Cartilha para Agricultores – Compostagem: produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos**. 2016. Universidade De Caxias Do Sul. Centro de Ciências Agrárias e Biológicas. Instituto de Biotecnologia. Laboratório de Controle Biológico de Doenças de Plantas. Caxias do Sul, SC. 2016.

Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - SEAPA. **1ª Feira de Agricultura Familiar de Minas Gerais (AgriMinas)**. Disponível em:<http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/ci-soja/story/54-minas-gerais-ganha-a-1-feira-de-agricultura-familiar#:~:text=Dados%20da%20Eater%20DMG%2C%20estimam,de%20trabalho%20no%20meio%20rural>. Acesso: 20 dez. 2022.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D. DE.; KÄMPF, A.N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, 32 (6): 973-944, 2002.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos

coeficientes de variação para cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p. 683-686, 1995.

SILVEIRA DO CARMO, C. C.; MARQUES DOS SANTOS, J.; PIRES DE ALMEIDA, M. Produtividade de milho em diferentes tipos de solos. **MEDIUS**, v. 1, n. 1, p. 46-52, 8 jul. 2021.

SILVA, Roberto Marinho Alves da. **Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. 2006. 298

f. Tese de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

SOUTO, A. C. ., BELONI, G. ., AZEVEDO, V. H. ., MORAES, C. A. ., & CAMPOS, D. (2020). Desenvolvimento inicial do milho com uso de microrganismos. **Enciclopédia biosfera**, v. 17 n. 32 (2020): edição vol. 17 n° 32 - 2020. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/issue/view/2020b>. Acesso em: 05 mai. 2022.

TOSI M, MITTER EK, GAIERO J, DUNFIELD K. It takes three to tango: the importance of microbes, host plant, and soil management to elucidate manipulation strategies for the plant microbiome. **Can J Microbiol**. 2020 Jul;66(7):413-433. doi: 10.1139/cjm-2020-0085. Epub 2020 May 12. PMID: 32396748. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/cjm-2020-0085>. Acesso em: 07 mai. 2022.

TURNER, T. R.; JAMES, E. K.; POOLE, P. S. The plant microbiome. **Genome Biology**, v. 14, n. 209, p. 1-10, 2013.

Transplante biológico entre plantas melhora produtividade de lavouras em até 30%. **EMBRAPA**, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/68567784/transplante-biologico-entre-plantas-melhora-produtividade-de-lavouras-em-ate-30>. Acesso: 05 mai. 2022.

VALICENTE, F.H. Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Milho. **Circular Técnica 208**, EMBRAPA Milho e Sorgo, 2015.

ZOLLA G., BADRI DV, BAKKER MG, MANTER DK E VIVANCO JM 2013. Soil microbiomes vary in their ability to confer drought tolerance on Arabidopsis. *Aplic. Solo Eco*. 68 : 1– 9. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139313000796>. Acesso: 28 mai. 2022.

## 8 ANEXOS

### Anexo 1. Resultados das análises do solo área do experimento.

#### Laboratório de Química Agrícola - LQA



#### Resultados de Análises

Protocolo: 20220079

Plano de Ação: 20016.0.23.004.00.0  
Coordenador: NORMA GOUVEA RUMJANEK  
Material: SOLO  
Experimento: Taiobeiras / MG

Data de Entrada: 13/07/2022

Resp. Cadastramento: Ednelson Gomes Leite  
Data do resultado: 02/09/2022

Emitido em: 02/09/2022

O laboratório somente se responsabiliza pelos resultados referentes à amostra recebida

	Al S (cmolc/d)	Ca S (cmolc/d)	H+Al S (cmolc/d)	K S (mg/L)	Mg S (cmolc/d)	P S (mg/L)	pH S (unid)
202202138- 1	0,00	4,68	0,69	689,86	2,04	58,29	7,19
202202139- 2	0,00	6,75	0,76	273,19	1,63	17,21	6,84
202202140- 3	0,00	5,69	0,86	410,68	1,66	20,59	6,82
202202141- 4	0,00	4,84	0,92	366,73	1,40	13,30	6,96
202202142- 5	0,00	3,96	0,78	226,84	1,07	7,80	6,90
202202143- 6	0,00	4,87	1,19	273,01	1,20	7,93	6,74

Método Utilizado:

Al S - Titulação	Ca S - absorção atômica	H+Al S - titulação	K S - fotometria de chama	Mg S - Absorção atômica	P S - Colorimétrico
------------------	-------------------------	--------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------

pH S - Potenciometria
--------------------------

OBS.: Procedimentos baseados no "Manual de Laboratórios: Solo, Água, Nutrição Animal e Alimentos - Embrapa - Nogueira & Souza, 2005".

Eder Ferreira de Oliveira  
Laboratório de Química Agrícola

Flávio Lages  
Comitê de Qualidade Analítica

Fonte: Laboratório de Química Agrícola (LQA).

## Anexo 2. Área doadora de topsoil.

Laboratório de Química Agrícola - LQA							
<b>Resultados de Análises</b>				<b>Protocolo:</b> 20220139			
Plano de Ação:	20016.0.23.004.00.0			Data de Entrada: 25/10/2022			
Coordenador:	NORMA GOUVEA RUMJANEK						
Material:	SOLO						
Experimento:	Solo						
Resp. Cadastramento: Ednelson Gomes Leite							
Data do resultado: 01/11/2022							
Emitido em: 04/11/2022							
O laboratório somente se responsabiliza pelos resultados referentes à amostra recebida							
	Al S (cmolc/d)	Ca S (cmolc/d)	H+Al S (cmolc/d)	K S (mg/L)	Mg S (cmolc/d)	P S (mg/L)	pH S (unid)
202203608- 1	0,00	3,23	2,64	162,13	0,92	122,86	6,30
202203609- 2	0,00	3,10	2,64	167,82	0,86	114,40	6,32
202203610- 3 W	0,00	7,45	0,00	373,47	3,09	108,05	7,73
Método Utilizado:							
Al S - Titulação	Ca S - absorção atômica	H+Al S - titulação	K S - fotometria de chama	Mg S - Absorção atômica	P S - Colorimétrico		
pH S - Potenciometria							
OBS.: Procedimentos baseados no "Manual de Laboratórios: Solo, Água, Nutrição Animal e Alimentos - Embrapa - Nogueira & Souza, 2005".							
Eder Ferreira de Oliveira Laboratório de Química Agrícola				Flávio Lages Comitê de Qualidade Analítica			

Fonte: Laboratório de Química Agrícola (LQA).

Anexo 3. Tabela de análise de variância.

Arquivo analisado:  
C:\Users\user\OneDrive\Estatística e Programas\Lib Office\2024-05-06\_Loyola3.dbf

Variável analisada: ALTURA

Opção de transformação: Variável sem transformação ( Y )

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	5	4652.974425	930.594885	14.714	0.0000
TRAT	5	22692.623772	4538.524754	71.760	0.0000
erro 1	25	1581.153338	63.246134		
TEMPO	4	910909.746347	227727.436587	1097.793	0.0000
erro 2	20	4148.822700	207.441135		
TRAT*TEMPO	20	14239.544987	711.977249	36.004	0.0000
erro 3	100	1977.520687	19.775207		
Total corrigido	179	960202.386255			
CV 1 (%) =	5.40				
CV 2 (%) =	9.78				
CV 3 (%) =	3.02				
Média geral:	147.2995000	Número de observações:	180		

Teste Scott-Knott (1974) para a FV TRAT

NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 30  
Erro padrão: 1,45196571967492

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
controle	132.208333	a1
Transpl_solo	134.711667	a1
Congocomp	144.711000	a2
inoc_com	152.833000	a3
Efane	155.991000	a3
Efane_Gongo	163.342000	a4

Regressão para a FV TEMPO

Média harmonica do número de repetições (r): 36  
Erro padrão de cada média dessa FV: 2,4004694853299

b1 : X  
b2 : X^2  
b3 : X^3

---

Modelos reduzidos sequenciais

---



---

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	7.570000	2.51763364	3.007	0.0070
b1	3.105100	0.05060634	61.358	0.0000

---

R^2 = 85.74%

---



---

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	20.883333	54.146500
30.000000	119.223889	100.723000
45.000000	179.201389	147.299500
60.000000	207.622222	193.876000
75.000000	209.566667	240.452500

---



---

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-104.604444	5.14843348	-20.318	0.0000
b1	9.515068	0.26156324	36.378	0.0000
b2	-0.071222	0.00285134	-24.978	0.0000

---

R^2 = 99.94%

---



---

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	20.883333	22.096659
30.000000	119.223889	116.747921
45.000000	179.201389	179.349341
60.000000	207.622222	209.900921
75.000000	209.566667	208.402659

---



---

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-121.245778	11.80874848	-10.267	0.0000
b1	11.073542	1.02905484	10.761	0.0000
b2	-0.110844	0.02546332	-4.353	0.0003
b3	0.000293	0.00018743	1.566	0.1331

---

R^2 = 100.00%

---



---

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	20.883333	20.907992

---



30.000000	119.223889	119.125254
45.000000	179.201389	179.349341
60.000000	207.622222	207.523587
75.000000	209.566667	209.591325

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	780973.326810	780973.326810	3764.795	0.000
b2	1	129426.233003	129426.233003	623.918	0.000 *
b3	1	508.654240	508.654240	2.452	0.133
Desvio	1	1.532293	1.532293	0.007	0.932 NS
Erro	20	4148.822700	207.441135		

Análise do desdobramento de TRAT dentro de cada nível de:

TEMPO

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	/1 5	243.850000	48.770000	0.273	0.9232
TRAT	/2 5	80.528056	16.105611	0.090	0.9930
TRAT	/3 5	4834.261814	966.852363	5.413	0.0020
TRAT	/4 5	15114.755556	3022.951111	16.926	0.0000
TRAT	/5 5	16658.773333	3331.754667	18.655	0.0000
Erro	23	4107.849098	178.602135		

Codificação usada para o desdobramento

cod. TEMPO

- 1 = 15
- 2 = 30
- 3 = 45
- 4 = 60
- 5 = 75

Teste de Scott-Knott (1974) para o

desdobramento de TRAT dentro da codificação:

1 15 dias

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 6

Erro padrão: 5,45591627970143

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
controle	16.800000	a1
Congocomp	19.833333	a1
Transpl_solo	20.333333	a1
Efane	20.500000	a1
inoc_com	22.500000	a1
Efane_Gongo	25.333333	a1

Teste de Scott-Knott (1974) para o  
desdobramento de TRAT dentro da codificação:

2 30 dias

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 6  
Erro padrão: 5,45591627970143

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
controle	117.075000	a1
Efane	118.438333	a1
Transpl_solo	118.970000	a1
Congocomp	119.051667	a1
inoc_com	119.798333	a1
Efane_Gongo	122.010000	a1

Teste de Scott-Knott (1974) para o  
desdobramento de TRAT dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 6  
Erro padrão: 5,45591627970143

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
controle	165.666667	a1
Transpl_solo	168.421667	a1
Congocomp	169.336667	a1
inoc_com	188.566667	a2
Efane	189.016667	a2
Efane_Gongo	194.200000	a2

Teste de Scott-Knott (1974) para o  
desdobramento de TRAT dentro da codificação:

4

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 6  
Erro padrão: 5,45591627970143

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
controle	179.833333	a1
Transpl_solo	182.666667	a1
Congocomp	207.166667	a2
inoc_com	215.833333	a2

Efane	225.400000 a3
Efane_Gongo	234.833333 a3

Teste de Scott-Knott (1974) para o  
desdobramento de TRAT dentro da codificação:

5

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 6  
Erro padrão: 5,45591627970143

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
controle	181.666667 a1	
Transpl_solo	183.166667 a1	
Congocomp	208.166667 a2	
inoc_com	217.466667 a2	
Efane	226.600000 a3	
Efane_Gongo	240.333333 a3	

Análise do desdobramento de TEMPO dentro de cada nível de:

TRAT

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMPO	/1 4	148719.530453	37179.882613	1880.126	0.0000
TEMPO	/2 4	183971.692053	45992.923013	2325.787	0.0000
TEMPO	/3 4	196473.711680	49118.427920	2483.839	0.0000
TEMPO	/4 4	114684.818133	28671.204533	1449.856	0.0000
TEMPO	/5 4	116290.971667	29072.742917	1470.161	0.0000
TEMPO	/6 4	165008.567347	41252.141837	2086.054	0.0000
Erro	100	1977.520687	19.775207		

Codificação usada para o desdobramento

cod. TRAT

1 = Congocomp cúb

2 = Efane quad

3 = Efane\_Gongo quad

4 = Transpl\_solo cúb

5 = controle cúb

6 = inoc\_com quad

Análise de regressão para o  
desdobramento de TEMPO dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 6  
Erro padrão de cada média dessa FV: 1,81545250863555

b1 : X

b2 : X^2

b3 : X^3

---

Modelos reduzidos sequenciais

---

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	5.276500	1.90406265	2.771	0.0067
b1	3.098544	0.03827310	80.959	0.0000

---

R<sup>2</sup> = 87.15%

---

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	19.833333	51.754667
30.000000	119.051667	98.232833
45.000000	169.336667	144.711000
60.000000	207.166667	191.189167
75.000000	208.166667	237.667333

---

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-99.169333	3.89371184	-25.469	0.0000
b1	9.066878	0.19781782	45.834	0.0000
b2	-0.066315	0.00215644	-30.752	0.0000

---

R<sup>2</sup> = 99.73%

---

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	19.833333	21.913000
30.000000	119.051667	113.153667
45.000000	169.336667	174.552667
60.000000	207.166667	206.110000
75.000000	208.166667	207.825667

---

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-116.114000	8.93084548	-13.001	0.0000
b1	10.653759	0.77826450	13.689	0.0000
b2	-0.106659	0.01925767	-5.539	0.0000
b3	0.000299	0.00014175	2.108	0.0375

---

R<sup>2</sup> = 99.79%

---

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	19.833333	20.702667
30.000000	119.051667	115.574333
45.000000	169.336667	174.552667
60.000000	207.166667	203.689333

---

75.000000

208.166667

209.036000

Somos de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	129613.198602	129613.198602	6554.328	0.000
b2	1	18701.026458	18701.026458	945.680	0.000
b3	1	87.894407	87.894407	4.445	0.038
Desvio	1	317.410987	317.410987	16.051	0.000 (?)
Erro	100	1977.520687	19.775207		

Análise de regressão para o  
desdobramento de TEMPO dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 6  
Erro padrão de cada média dessa FV: 1,81545250863555

b1 : X  
b2 : X^2  
b3 : X^3

Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.242500	1.90406265	0.127	0.8989
b1	3.461078	0.03827310	90.431	0.0000

R^2 = 87.90%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	20.500000	52.158667
30.000000	118.438333	104.074833
45.000000	189.016667	155.991000
60.000000	225.400000	207.907167
75.000000	226.600000	259.823333

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-113.593333	3.89371184	-29.174	0.0000
b1	9.965983	0.19781782	50.380	0.0000
b2	-0.072277	0.00215644	-33.517	0.0000

R^2 = 99.98%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	20.500000	19.634143
30.000000	118.438333	120.337095

45.000000	189.016667	188.515524
60.000000	225.400000	224.169429
75.000000	226.600000	227.298810

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-102.640667	8.93084548	-11.493	0.0000
b1	8.940257	0.77826450	11.487	0.0000
b2	-0.046199	0.01925767	-2.399	0.0183
b3	-0.000193	0.00014175	-1.363	0.1760

R<sup>2</sup> = 100.00%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	20.500000	20.416476
30.000000	118.438333	118.772429
45.000000	189.016667	188.515524
60.000000	225.400000	225.734095
75.000000	226.600000	226.516476

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	161717.301682	161717.301682	8177.781	0.000
b2	1	22214.737630	22214.737630	1123.363	0.000
b3	1	36.722727	36.722727	1.857	0.176
Desvio	1	2.930015	2.930015	0.148	0.701 NS
Erro	100	1977.520687	19.775207		

Análise de regressão para o  
desdobramento de TEMPO dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 6  
Erro padrão de cada média dessa FV: 1,81545250863555

b1 : X  
b2 : X<sup>2</sup>  
b3 : X<sup>3</sup>

Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.495000	1.90406265	0.260	0.7954
b1	3.618822	0.03827310	94.553	0.0000

R<sup>2</sup> = 89.98%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
----------------------------------	-------------------	------------------

15.000000	25.333333	54.777333
30.000000	122.010000	109.059667
45.000000	194.200000	163.342000
60.000000	234.833333	217.624333
75.000000	240.333333	271.906667

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-106.460000	3.89371184	-27.342	0.0000
b1	9.730537	0.19781782	49.189	0.0000
b2	-0.067908	0.00215644	-31.491	0.0000

R^2 = 99.96%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	25.333333	24.218762
30.000000	122.010000	124.338952
45.000000	194.200000	193.900571
60.000000	234.833333	232.903619
75.000000	240.333333	241.348095

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-91.554667	8.93084548	-10.252	0.0000
b1	8.334640	0.77826450	10.709	0.0000
b2	-0.032419	0.01925767	-1.683	0.0954
b3	-0.000263	0.00014175	-1.855	0.0666

R^2 = 100.00%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	25.333333	25.283429
30.000000	122.010000	122.209619
45.000000	194.200000	193.900571
60.000000	234.833333	235.032952
75.000000	240.333333	240.283429

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	176794.302727	176794.302727	8940.200	0.000
<b>b2</b>	<b>1</b>	<b>19610.352043</b>	<b>19610.352043</b>	<b>991.664</b>	<b>0.000</b>
b3	1	68.010907	68.010907	3.439	0.067
Desvio	1	1.046004	1.046004	0.053	0.819 NS
Erro	100	1977.520687	19.775207		

Análise de regressão para o  
desdobramento de TEMPO dentro da codificação:



4

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 6

Erro padrão de cada média dessa FV: 1,81545250863555

b1 : X

b2 : X<sup>2</sup>

b3 : X<sup>3</sup>

#### Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	17.902667	1.90406265	9.402	0.0000
b1	2.595756	0.03827310	67.822	0.0000

R<sup>2</sup> = 79.32%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	20.333333	56.839000
30.000000	118.970000	95.775333
45.000000	168.421667	134.711667
60.000000	182.666667	173.648000
75.000000	183.166667	212.584333

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-97.837333	3.89371184	-25.127	0.0000
b1	9.209470	0.19781782	46.555	0.0000
b2	-0.073486	0.00215644	-34.077	0.0000

R<sup>2</sup> = 99.34%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	20.333333	23.770429
30.000000	118.970000	112.309619
45.000000	168.421667	167.780238
60.000000	182.666667	190.182286
75.000000	183.166667	179.515762

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-147.453333	8.93084548	-16.511	0.0000
b1	13.856048	0.77826450	17.804	0.0000
b2	-0.191619	0.01925767	-9.950	0.0000
b3	0.000875	0.00014175	6.173	0.0000

R<sup>2</sup> = 100.00%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	20.333333	20.226429
30.000000	118.970000	119.397619
45.000000	168.421667	167.780238
60.000000	182.666667	183.094286
75.000000	183.166667	183.059762

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	90962.283207	90962.283207	4599.814	0.000
b2	1	22964.138743	22964.138743	1161.259	0.000
<b>b3</b>	<b>1</b>	<b>753.596160</b>	<b>753.596160</b>	<b>38.108</b>	<b>0.000</b>
Desvio	1	4.800024	4.800024	0.243	0.623 NS
Erro	100	1977.520687	19.775207		

Análise de regressão para o  
desdobramento de TEMPO dentro da codificação:

5

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 6  
Erro padrão de cada média dessa FV: 1,81545250863555

b1 : X  
b2 : X^2  
b3 : X^3

Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	14.460833	1.90406265	7.595	0.0000
b1	2.616611	0.03827310	68.367	0.0000

R^2 = 79.48%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	16.800000	53.710000
30.000000	117.075000	92.959167
45.000000	165.666667	132.208333
60.000000	179.833333	171.457500
75.000000	181.666667	210.706667

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-101.193333	3.89371184	-25.989	0.0000
b1	9.225421	0.19781782	46.636	0.0000
b2	-0.073431	0.00215644	-34.052	0.0000

R^2 = 99.20%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	16.800000	20.665952
30.000000	117.075000	109.481190
45.000000	165.666667	165.252381
60.000000	179.833333	187.979524
75.000000	181.666667	177.662619

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-156.283333	8.93084548	-17.499	0.0000
b1	14.384643	0.77826450	18.483	0.0000
b2	-0.204598	0.01925767	-10.624	0.0000
b3	0.000972	0.00014175	6.854	0.0000

R^2 = 100.00%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	16.800000	16.730952
30.000000	117.075000	117.351190
45.000000	165.666667	165.252381
60.000000	179.833333	180.109524
75.000000	181.666667	181.597619

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	92429.825042	92429.825042	4674.026	0.000
b2	1	22930.090744	22930.090744	1159.537	0.000
b3	1	929.053500	929.053500	46.981	0.000
Desvio	1	2.002381	2.002381	0.101	0.751 NS
Erro	100	1977.520687	19.775207		

Análise de regressão para o desdobramento de TEMPO dentro da codificação:

6

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Média harmonica do número de repetições (r): 6  
Erro padrão de cada média dessa FV: 1,81545250863555

b1 : X  
b2 : X^2  
b3 : X^3

Modelos reduzidos sequenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	7.042500	1.90406265	3.699	0.0004

b1	3.239789	0.03827310	84.649	0.0000
----	----------	------------	--------	--------

R^2 = 85.87%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	22.500000	55.639333
30.000000	119.798333	104.236167
45.000000	188.566667	152.833000
60.000000	215.833333	201.429833
75.000000	217.466667	250.026667

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-109.373333	3.89371184	-28.090	0.0000
b1	9.892122	0.19781782	50.006	0.0000
b2	-0.073915	0.00215644	-34.276	0.0000

R^2 = 99.95%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	22.500000	22.377667
30.000000	119.798333	120.867000
45.000000	188.566667	186.094667
60.000000	215.833333	218.060667
75.000000	217.466667	216.765000

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	-113.428667	8.93084548	-12.701	0.0000
b1	10.271907	0.77826450	13.198	0.0000
b2	-0.083570	0.01925767	-4.340	0.0000
b3	0.000072	0.00014175	0.505	0.6150

R^2 = 99.96%

Valores da variável independente	Médias observadas	Médias estimadas
15.000000	22.500000	22.088000
30.000000	119.798333	121.446333
45.000000	188.566667	186.094667
60.000000	215.833333	217.481333
75.000000	217.466667	217.054667

Somas de quadrados sequenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	141699.132602	141699.132602	7165.494	0.000

b2	1	23233.107858	23233.107858	1174.860	0.000
b3	1	5.034407	5.034407	0.255	0.615
Desvio	1	71.292480	71.292480	3.605	0.060 NS
Erro	100	1977.520687	19.775207		

---