



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
*CAMPUS SETE LAGOAS***

GABRIEL ALVES DE CARVALHO

**Qualidade das sementes de milho orgânicas e convencionais
produzidas em Sete Lagoas.**

Sete Lagoas, MG

2026

GABRIEL ALVES DE CARVALHO

**Qualidade das sementes de milho orgânicas e convencionais
produzidas em Sete Lagoas.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Agrônoma da Universidade Federal de
São João del-Rei, campus Sete Lagoas,
como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel.

Área de concentração: Produção e
tecnologia de sementes

Orientador (a): Dra. Nádia Nardely L. D.
Parrella

Sete Lagoas, MG

2026

GABREL ALVES DE CARVALHO

**Qualidade das sementes de milho orgânicas e convencionais
produzidas em Sete Lagoas.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Agrônômica da Universidade Federal de
São João del-Rei, campus Sete Lagoas,
como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel.

Área de concentração: Modelagem
agrícola

Orientador (a): Dra. Nádia Nardely L. D.
Parrella

Sete Lagoas, 10 de Julho de 2026.

Banca avaliadora:

Dra. Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella - DCIAG/UFSJ

Dr. Amilton Ferreira da Silva - DCIAG/UFSJ

Ana Luiza Xavier Pereira - Mestrando/PPGCA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e à Nossa Senhora por terem guiado meus passos, iluminado meu caminho e me concedido força, sabedoria e perseverança para superar os desafios ao longo desta jornada. Nos momentos de incerteza, encontrei na fé o amparo necessário para seguir em frente, e é com imensa gratidão que reconheço que esta conquista só foi possível graças às bênçãos e à proteção recebidas durante toda essa caminhada.

Aos meus pais, Marilza Aparecida de Souza de Carvalho e Ricardo Alves de Carvalho (*in memoriam*), expresso minha mais profunda gratidão por todo amor, apoio, incentivo e pelos inúmeros sacrifícios realizados para que eu pudesse chegar até aqui. Obrigado por acreditarem em mim, por me ensinarem o valor do estudo, do trabalho e da honestidade, e por serem meu maior exemplo de dedicação e caráter. Esta conquista também é de vocês.

À minha namorada, Roberta, agradeço pelo carinho, companheirismo, paciência e incentivo durante toda essa trajetória. Obrigado por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis, por celebrar comigo cada conquista. Seu apoio foi essencial para que eu chegasse até aqui.

À República Pingaiada, deixo meu sincero agradecimento pela amizade, convivência e por todos os momentos compartilhados ao longo da graduação. Entre desafios, risadas e aprendizados, vocês transformaram Sete Lagoas em um verdadeiro lar e fizeram dessa jornada uma experiência muito mais leve e inesquecível.

Aos meus amigos, obrigado pela parceria, incentivo e pelos momentos de descontração que tornaram essa caminhada mais leve. Cada conversa, conselho e palavra de apoio contribuíram para que eu permanecesse motivado durante essa etapa tão importante da minha vida.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella, agradeço pela confiança depositada em mim, pela paciência, disponibilidade e pelos valiosos ensinamentos compartilhados ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação, dedicação e compromisso com a pesquisa foram fundamentais para meu crescimento acadêmico, científico e profissional.

SUMÁRIO

1 Introdução	10
2 Materiais e métodos	12
2.1 Local e condução do experimento	12
2.2 Material vegetal, tratamentos e delineamento experimental ..	13
2.3 Avaliação da qualidade fisiológica das sementes	15
2.3.1 Teste de germinação	15
2.3.2 Teste de envelhecimento	15
2.3.3 Teste frio	16
2.3.4 Teste de condutividade elétrica	16
2.3.5 Emergência	16
2.4 Análise estatística	16
3 Resultados e discussões	17
3.1 Germinação	19
3.2 Envelhecimento acelerado.....	21
3.3 Teste frio	23
3.4 Condutividade elétrica	24
3.5 Emergência	25
4. Conclusão	27
5. Referências bibliográficas	28

RESUMO

A qualidade fisiológica das sementes é um dos principais fatores que determinam o estabelecimento inicial das culturas e pode ser influenciada pelo sistema de produção e pelo uso de bioinsumos. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho produzidas em sistemas de cultivo orgânico e convencional submetidos à aplicação de produtos biológicos. O experimento foi conduzido na safra 2025/26, na Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Campus Sete Lagoas, utilizando sementes de milho (*Zea mays* L.) da cultivar BRS Caimbé. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×4 , com quatro repetições, sendo os fatores constituídos pelos sistemas de produção (convencional e orgânico) e pelos tratamentos: testemunha, Leão, Tigre e Leão + Tigre. Após a colheita, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, condutividade elétrica e emergência em canteiro, conforme as Regras para Análise de Sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Houve efeito significativo dos sistemas de produção para todas as variáveis avaliadas e interação significativa entre sistemas e tratamentos para a maioria das características. O sistema orgânico apresentou desempenho superior, com maiores percentuais de germinação, maior vigor após o envelhecimento acelerado, menores valores de condutividade elétrica e maior emergência de plântulas, evidenciando maior qualidade fisiológica das sementes. No sistema convencional, os tratamentos com os produtos biológicos, especialmente Tigre, isolado ou associado ao Leão, promoveram incremento na germinação e no vigor das sementes, destacando-se também nos testes de envelhecimento acelerado e emergência. No sistema orgânico, os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, indicando que as condições de manejo favoreceram naturalmente a produção de sementes de elevada qualidade fisiológica. Conclui-se que o sistema orgânico proporciona sementes de milho com maior qualidade fisiológica e que o uso de bioinsumos representa uma estratégia promissora para incrementar a qualidade de sementes produzidas em sistema convencional, contribuindo para sistemas agrícolas mais sustentáveis.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; bioinsumos; vigor de sementes; agricultura orgânica; tecnologia de sementes.

ABSTRACT

Seed physiological quality is one of the main factors determining the successful establishment of crops and may be influenced by the production system and the use of biological inputs. In this context, this study aimed to evaluate the physiological quality of maize (*Zea mays* L.) seeds produced under organic and conventional cropping systems subjected to the application of biological products. The experiment was conducted during the 2025/26 growing season at the Federal University of São João del-Rei (UFSJ), Sete Lagoas Campus, using seeds of the maize cultivar BRS Caimbé. The experimental design was a randomized complete block design in a 2 × 4 factorial arrangement with four replications. The factors consisted of the production systems (conventional and organic) and the following treatments: control, Leão, Tigre, and Leão + Tigre. After harvest, the seeds were evaluated by germination, accelerated aging, cold, electrical conductivity, and field emergence tests, following the Rules for Seed Testing. Data were subjected to analysis of variance, and treatment means were compared using the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). A significant effect of the production system was observed for all evaluated variables, and a significant interaction between production systems and treatments was detected for most characteristics. Seeds produced under the organic system showed superior performance, with higher germination percentages, greater vigor after the accelerated aging test, lower electrical conductivity values, and higher field emergence, indicating superior physiological seed quality. Under the conventional system, treatments with biological products, especially Tigre applied alone or in combination with Leão, promoted increases in seed germination and vigor and also showed superior performance in the accelerated aging and field emergence tests. In the organic system, the treatments exhibited similar performance, indicating that the management conditions naturally favored the production of seeds with high physiological quality. It can be concluded that the organic production system provides maize seeds with superior physiological quality and that the use of biological inputs is a promising strategy to improve the quality of seeds produced under conventional cultivation, contributing to more sustainable agricultural systems.

Keywords: *Zea mays* L.; biological inputs; seed vigor; organic farming; seed technology

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mays L.*) é uma das culturas agrícolas de maior importância econômica no mundo, figurando entre os cereais mais produzidos e consumidos globalmente (FAO, 2024). Sua relevância está associada a elevada capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e a ampla diversidade de utilização, abrangendo desde a alimentação humana até a produção animal e industrial (EMBRAPA, 2023). No Brasil, a cultura ocupa posição estratégica no agronegócio nacional, sendo cultivada em todas as regiões do país e apresentando produção superior a 140 milhões de toneladas nas últimas safras (CONAB, 2024). Além disso, o milho constitui a principal fonte energética utilizada na formulação de rações para aves, suínos e bovinos, desempenhando papel fundamental na sustentação das principais cadeias produtivas pecuárias do país (EMBRAPA, 2023).

O expressivo desempenho da cultura do milho observado nas últimas décadas está diretamente relacionado aos avanços obtidos pelo melhoramento genético, pela mecanização agrícola e pela adoção de tecnologias de manejo cada vez mais eficientes. Entretanto, para que o potencial produtivo das cultivares seja efetivamente expresso em campo, a utilização de sementes de alta qualidade torna-se indispensável (MARCOS FILHO, 2015). A semente representa o principal insumo responsável pelo estabelecimento inicial da lavoura, influenciando diretamente a germinação, a emergência das plântulas, a uniformidade do estande e o desenvolvimento inicial das plantas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Dessa forma, o uso de sementes com elevado potencial fisiológico constitui um dos fatores determinantes para o sucesso da produção agrícola.

Segundo Landau, et al. (2021), visualiza-se um aumento na demanda pela produção de milho orgânico, tanto para o consumo humano in natura, como para suprir o mercado em crescente da alimentação animal, como a produção de ovos, frangos, suínos e leite orgânicos, sendo o milho o componente importante e de maior custo da ração desses animais.

A nova legislação que regula a produção de orgânicos no Brasil, portaria 52 de 2021, no Art. 103, prevê o uso das sementes oriundas de do mesmo

sistema de produção (MAPA, 2021), gerando assim uma grande procura por variedades adaptadas e produtivas a esse meio de produção.

Da mesma forma, são necessárias sementes orgânicas de qualidade para se obter um estande inicial adequado e de alto vigor, considerando os desafios para o estabelecimento e condução de uma lavoura, especialmente no sistema de produção orgânico, devido à dificuldade para o controle de plantas daninhas e a competição por nutrientes e luminosidade durante o período inicial na cultura (ZAGONEL; VENÂNCIO; KUNZ, 2000).

A qualidade das sementes é determinada pela interação de atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos, os quais influenciam diretamente seu desempenho durante o armazenamento e após a semeadura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Entre esses componentes, a qualidade fisiológica destaca-se por estar relacionada a capacidade da semente de germinar, emergir e originar plântulas normais sob diferentes condições ambientais (MARCOS FILHO, 2015). Dessa forma, sementes com elevado potencial fisiológico tendem a apresentar maior porcentagem de germinação, emergência mais rápida e uniformidade para o estabelecimento inicial da cultura, características fundamentais para a obtenção de lavouras homogêneas e mais produtivas (MARCOS FILHO, 2015).

A avaliação da qualidade fisiológica constitui uma etapa essencial nos programas de produção e controle de qualidade de sementes. O teste de germinação é o procedimento oficialmente adotado para determinar a capacidade máxima de produção de plântulas normais em condições favoráveis de ambiente, sendo padronizado pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2025). No entanto, sementes que apresentam porcentagens semelhantes de germinação podem apresentar comportamentos distintos quando submetidas as condições encontradas no campo, tornando necessária a utilização de testes complementares para a avaliação do vigor (MARCOS FILHO, 2015).

Além do teste de germinação, a avaliação da qualidade fisiológica das sementes frequentemente envolve a utilização de testes de vigor, os quais fornecem informações complementares sobre o potencial de desempenho dos lotes em condições de campo. Entre os métodos mais empregados destacam-

se os testes de condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teste frio e emergência em canteiro, amplamente utilizados em programas de pesquisa e controle de qualidade por possibilitarem uma avaliação mais abrangente do potencial fisiológico das sementes.

Portanto, a crescente adoção de sistemas alternativos de produção tem ampliado o interesse pela obtenção de sementes de qualidade em diferentes condições de cultivo. Nesse contexto, os sistemas convencional e orgânico distinguem-se principalmente pelas práticas de manejo empregadas durante o ciclo da cultura, as quais podem influenciar a qualidade fisiológica das sementes (Lopes et al., 2010). Além disso, a utilização de produtos biológicos tem despertado crescente interesse como estratégia para favorecer o desenvolvimento das plantas e, potencialmente, influenciar a qualidade fisiológica das sementes produzidas, devido à capacidade desses insumos de estimular processos fisiológicos e melhorar o desempenho das culturas (Worma et al., 2019). Dessa forma, torna-se relevante avaliar o efeito da interação entre os sistemas de produção e diferentes tratamentos com produtos biológicos sobre o potencial fisiológico de sementes de milho.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho produzidas em sistemas de cultivo orgânico e convencional por meio dos testes de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teste frio e emergência de em canteiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido durante a safra 2025/26 em áreas experimentais da Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ), campus Sete Lagoas (CSL), Minas Gerais. A área experimental apresenta relevo predominantemente plano e solos com boa aptidão agrícola, sendo amplamente utilizada para condução de experimentos com culturas anuais. Após a colheita e beneficiamento, as sementes provenientes de cada tratamento foram acondicionadas e encaminhadas ao laboratório para a realização das análises de qualidade fisiológicas.

2.2 Material vegetal, tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays* L.) da cultivar BRS Caimbé, variedade de polinização aberta desenvolvida pela Embrapa, recomendada para produção de grãos e adaptada às diferentes regiões produtoras do Brasil, indicada para produção de grãos, apresentando ampla adaptação às condições de cultivo brasileiras e boa estabilidade produtiva. A semeadura foi realizada em 07 de novembro de 2025, na área experimental da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Campus Sete Lagoas, MG.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2×4 , com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído pelos sistemas de produção (convencional e orgânico) e o segundo pelos tratamentos com bioinsumos aplicados durante o desenvolvimento da cultura.

Os produtos utilizados foram Leão e Tigre, ambos desenvolvidos pela empresa BioAgross. O produto Leão consiste em um fertilizante organomineral formulado com nitrogênio, potássio e carbono orgânico proveniente de substâncias fúlvicas, indicado para favorecer o desenvolvimento radicular, melhorar a absorção de nutrientes e estimular o vigor inicial das plantas. O produto Tigre é um fertilizante mineral misto composto por macro e micronutrientes, incluindo nitrogênio, enxofre, magnésio, zinco, manganês, boro, molibdênio e níquel, recomendado para promover o desenvolvimento vegetativo e fornecer nutrientes essenciais ao metabolismo das plantas.

Tabela 1 – Tratamentos utilizados na produção das sementes de milho da cultivar BRS Caimbé.

Tratamento	Produto	Dose	Volume da calda	Época de aplicação	Dose por hectare
T1	Testemunha	-	-	-	-
T2	Leão	16 mL	10 L de água	V4	5 - 7 L/ ha
T3	Tigre	32 mL	10 L de água	V4	1 - 2 L/ ha

A aplicação dos produtos foi realizada em dose única, no estádio fenológico V4, por meio de pulverização foliar utilizando pulverizador costal manual. Para o tratamento T2 foram aplicados 16 mL do produto Leão, diluídos em 10 L de água; para o tratamento T3, 32 mL do produto Tigre, também diluídos em 10 L de água; e, para o tratamento T4, foi utilizada a associação de 16 mL de Leão e 32 mL de Tigre, diluídos em 10 L de água.

O manejo agrônomo da cultura foi realizado de acordo com as recomendações técnicas para cada sistema de produção. Na área conduzida sob sistema convencional, a adubação de plantio foi realizada com fertilizante mineral formulado MAP (11-52-00). No sistema orgânico, a adubação foi realizada utilizando esterco como fonte de nutrientes, respeitando os princípios do manejo orgânico. Os demais tratamentos culturais foram conduzidos conforme as recomendações para a cultura do milho, visando garantir o adequado desenvolvimento das plantas durante o ciclo da cultura.

Após a maturação fisiológica, as espigas foram colhidas manualmente, beneficiadas e as sementes acondicionadas para a realização das análises laboratoriais.

Antes da realização dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio e emergência em canteiro, as sementes foram submetidas a tratamento fungicida com Cercobin®, utilizando-se uma solução preparada na proporção de 1 g do produto para 100 mL de água deionizada. O tratamento foi realizado em copos plásticos contendo 50 sementes, aos quais foi adicionada a solução fungicida, promovendo-se a homogeneização manual para garantir o recobrimento uniforme das sementes. As sementes permaneceram em contato com a solução durante 15 minutos e, posteriormente, foram lavadas em água corrente para remoção do excesso do fungicida. Após esse procedimento, as sementes foram utilizadas na instalação dos respectivos testes. O teste de condutividade elétrica foi conduzido sem tratamento fungicida, a fim de evitar interferências na lixiviação de eletrólitos e, conseqüentemente, nos resultados obtidos.

2.3 Avaliação da qualidade fisiológica das sementes

As sementes provenientes de cada bloco experimental foram submetidas aos testes de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teste frio e emergência em canteiro. Os testes laboratoriais foram conduzidos, conforme as Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2025).

2.3.1 Germinação Ponto de Vista Fisiológico - GermFisio

O teste de germinação foi conduzido de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2025). Para cada bloco de cada tratamento foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em papel Germitest previamente umedecido e mantidas em germinador regulado a temperatura constante de 25°C. Para a característica GermFisio, foi realizada leitura ao quarto dia após a montagem do teste e comutadas a germinação do ponto de vista fisiológico, ou seja, a protusão da radícula, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

2.3.2 Germinação Total – GermTotal

Para a característica GermTotal, as avaliações foram realizadas ao sétimo dia após a montagem dos testes, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

2.3.3 Teste de envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido utilizando quatro repetições de 50 sementes por bloco de cada tratamento. As sementes foram distribuídas em latas apropriadas e mantidas em câmara de envelhecimento com jaqueta de água, regulada a 48 °C, durante 96 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação conforme descrito nos itens 2.3.1 e 2.3.2.

2.3.4 Teste frio

O teste frio foi realizado quatro repetições de 50 sementes por bloco de cada tratamento, distribuídas em papel Germitest previamente umedecido e mantidas em câmara fria regulada a temperatura constante de 10 a 15 °C. As

avaliações foram realizadas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação conforme descrito nos itens 2.3.1 e 2.3.2.

2.3.5 Teste de condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica foi realizado utilizando quatro repetições de 50 sementes para cada bloco de cada tratamento. As sementes foram colocadas em copos plásticos com 75 mL de água deionizada e mantidas em embebição por 24 horas a temperatura de 25 °C. Após esse período, a condutividade elétrica da solução foi determinada por meio do condutivímetro, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$

2.3.6 Emergência

A emergência em canteiro foi realizada utilizando quatro repetições de 30 sementes por bloco de cada tratamento. As sementes foram semeadas em uma caixa com 50% de areia e 50% de terra vegetal. As avaliações foram realizadas diariamente até estabilização da emergência das plântulas, sendo os resultados expressos em porcentagem de emergência.

2.4 Análise estatística

Os dados obtidos nos testes de qualidade fisiológica foram submetidos a análise de variância (ANOVA), considerando o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, sendo os fatores constituídos pelos sistemas de produção (convencional e orgânico) e pelos tratamentos (TESTEMUNHA, LEÃO, TIGRE e TIGRE+ LEÃO).

Quando observada interação significativa entre os fatores pelo teste F ($p \leq 0,05$), realizou-se o desdobramento da interação, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de variância para as características relacionadas à germinação e ao envelhecimento acelerado são apresentados

na Tabela 1. Observou-se efeito significativo dos sistemas de produção para todas as variáveis avaliadas. O fator tratamento apresentou efeito significativo para GermTotal, GermFisio EA e GermTotal EA, enquanto a interação entre sistema de produção e tratamento foi significativa para todas as características, justificando o desdobramento dos fatores para interpretação dos efeitos simples.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características Germinação do ponto de vista fisiológico (GermFisio), Germinação Total (GermTotal), Germinação do ponto de vista fisiológico após Envelhecimento Acelerado (GermFisio EA) e Germinação Total após Envelhecimento Acelerado (GermTotal EA) de sementes de milho em dois sistemas de produção (Convencional e Orgânico) utilizando produtos biológicos, Sete Lagoas, 2026.

FV	GL	QM			
		GermFisio	GermTotal	GermFisio EA	GermTotal EA
Sistema S	1	882.000 **	1250.000 **	3938.281 **	3100.781 **
Produto P	3	29.208 ns	87.792 **	107.031 **	213.865 **
Bloco B	3	67.875 **	151.208 **	243.865 **	260.448 **
SxP	3	189.750 **	129.667 **	273.865 **	305.448 **
Erro	117	-	-	-	-
Total	127	-	-	-	-
CV		5.20	5.41	6.47	7.85
Média		93.281	91.031	90.171	86.515

* significativo a 5% de probabilidade e ns não-significativo pelo teste F.

O resumo da análise de variância das características relacionadas ao teste de frio, condutividade elétrica e emergência em canteiro é apresentado na Tabela 2. Verificou-se efeito significativo do sistema de produção para todas as variáveis avaliadas. O fator tratamento apresentou efeito significativo para GermFisio TF e Emergência, enquanto a interação entre sistema de produção e tratamento foi significativa para GermFisio TF e GermTotal TF, evidenciando que a resposta dos tratamentos para essas características foi influenciada pelo sistema de produção das sementes.

Os resultados evidenciaram que o sistema de produção influenciou significativamente todas as características relacionadas à qualidade fisiológica das sementes, demonstrando que as condições de cultivo exercem efeito

direto sobre o desempenho fisiológico e o potencial de armazenamento das sementes. Segundo Marcos-Filho (2015), a qualidade fisiológica é resultado da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo durante a produção das sementes, sendo altamente influenciada pelas condições em que são produzidas.

A significância observada para o fator tratamento nas variáveis de germinação e envelhecimento acelerado indica que os produtos biológicos utilizados podem influenciar o desempenho fisiológico das sementes. Segundo a FAO (2022), os bioinsumos têm sido amplamente estudados por promoverem maior desenvolvimento radicular, incremento na absorção de nutrientes e maior tolerância ao estresse, refletindo positivamente na qualidade das sementes produzidas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as características Germinação do ponto de vista fisiológico após Teste Frio (GermFisio TF), Germinação Total após Teste Frio (GermTotal TF), Condutividade Elétrica (CE) e Teste de Emergência em canteiro (Emerg) de sementes de milho em dois sistemas de produção (Convencional e Orgânico) utilizando produtos biológicos, Sete Lagoas, 2026.

FV	GL	QM			
		GermFisio TF	GermTotal TF	Condutividade Elétrica (CE)	Emergência
Sistema S	1	300012.500 **	2000.281 **	6181.580 **	1945.320 **
Produto P	3	3823.250 **	78.844 ns	63.960 ns	242.945 **
Bloco B	3	153.750 ns	417.598 **	124.121 **	118.779 ns
SxP	3	4297.750 **	427.844 **	65.456 ns	48.695 ns
Erro	117	-	-	-	-
Total	127	-	-	-	-
CV		18.02	7.50	39.84	9.25
Média		62.813	86.828	16.657	93.164

* significativo a 5% de probabilidade e ns não-significativo pelo teste F.

3.1 GermFisio

A interação significativa entre os sistemas de produção e os tratamentos para as características relacionadas ao teste de germinação do ponto de vista fisiológico justificou o desdobramento dos efeitos simples para Germinação

(GermFisio) e Germinação Total (GermTotal), no qual são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Desdobramento das médias para as características Germinação do ponto de vista fisiológico (GermFisio), Germinação Total (GermTotal) de sementes de milho em dois sistemas de produção (Convencional e Orgânico) utilizando produtos biológicos, Sete Lagoas, 2026.

PRODUTO	SISTEMAS	
	GermFisio %	
	Convencional	Orgânico
TESTEMUNHA (T1)	87 Bb	97 Aa
LEÃO (T2)	89 Bb	98 Aa
TIGRE (T3)	93 Aa	96 Aa
TIGRE + LEÃO (T4)	93 Aa	92 Ab
PRODUTO	GermTotal %	
	Convencional	Orgânico
TESTEMUNHA (T1)	83 Bb	94 Aa
LEÃO (T2)	87 Ba	96 Aa
TIGRE (T3)	90 Ba	94 Aa
TIGRE + LEÃO (T4)	90 Aa	92 Aa

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a característica Germinação do ponto de vista fisiológico (GermFisio), verificou-se interação significativa entre os sistemas de produção e os tratamentos (Tabela 3). No sistema convencional, os tratamentos TIGRE e TRIGRE+ LEÃO apresentaram os maiores percentuais de GermFisio, diferente dos tratamentos TESTEMUNHA e LEÃO. No sistema orgânico, os tratamentos T1, T2, T3 e T4 apresentaram desempenho semelhante. Na comparação entre os sistemas de produção, observaram-se maiores valores de GermFisio no sistema orgânico, enquanto os tratamentos T3 e T4 convencionais não diferiram significativamente entre os sistemas. A superioridade do sistema orgânico em relação ao convencional para GermFisio, observada na maioria dos tratamentos, reforça a influência do manejo agrícola sobre a qualidade fisiológica das sementes. Em sistemas orgânicos tendem a promover melhorias na saúde do solo, favorecendo processos biológicos essenciais para o crescimento das plantas e contribuindo para uma produção mais sustentável (FAO, 2010).

Já na Germinação Total (GermTotal), também foi observada interação significativa entre os fatores avaliados (Tabela 3). De modo geral, o sistema orgânico apresentou maiores percentuais de germinação em relação ao convencional para os tratamentos TESTEMUNHA, LEÃO e TIGRE, enquanto no tratamento TIGRE+ LEÃO não foram verificadas diferenças entre os sistemas de produção. No sistema convencional, os tratamentos TIGRE e TIGRE+ LEÃO apresentaram maior germinação em comparação à testemunha, já no sistema orgânico, não houve diferenças expressivas entre os tratamentos.

A interação significativa entre os sistemas de produção e os tratamentos para Germinação do ponto de vista fisiológico (GermFisio) e Germinação Total (GermTotal) demonstra que a resposta dos produtos biológicos variou em função do ambiente de produção das sementes. Esse resultado evidencia que a eficiência dos bioinsumos depende das condições de cultivo, corroborando a afirmação de Marcos-Filho (2015) de que a qualidade fisiológica das sementes resulta da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo durante sua formação.

No sistema convencional, os tratamentos TIGRE (T3) e TIGRE + LEÃO (T4) proporcionaram os maiores percentuais de germinação fisiológica, diferindo da testemunha (T1) e do tratamento LEÃO (T2). Esse comportamento indica que o produto TIGRE, isoladamente ou em associação com LEÃO, favoreceu a obtenção de sementes com maior potencial fisiológico. A ação de bioinsumos pode estar relacionada ao estímulo do crescimento radicular, maior absorção de nutrientes, produção de fitormônios e aumento da eficiência metabólica das plantas, refletindo positivamente no enchimento dos grãos e, consequentemente, na qualidade das sementes produzidas.

Segundo Bashan et al. (2010), microrganismos promotores de crescimento vegetal podem favorecer o desenvolvimento das plantas por mecanismos como fixação biológica de nitrogênio, solubilização de nutrientes, produção de fitormônios e indução de resistência ao estresse, contribuindo para o aumento da produtividade e da qualidade fisiológica das sementes.

No sistema orgânico, por outro lado, não foram observadas diferenças entre os tratamentos, indicando que a testemunha, LEÃO, TIGRE e TIGRE +

LEÃO apresentaram desempenho semelhante. Esse resultado sugere que as condições inerentes ao sistema orgânico, caracterizadas por maior atividade biológica do solo, maior teor de matéria orgânica e maior diversidade microbiana, podem ter proporcionado um ambiente naturalmente favorável ao desenvolvimento das plantas, reduzindo a resposta diferencial aos bioinsumos aplicados.

Entretanto, o trabalho realizado por Silva et al. (2022), avaliando sementes de milho produzidas sob diferentes manejos com bioinsumos, não foram verificadas diferenças significativas para germinação e vigor entre os tratamentos.

3.2 Envelhecimento Acelerado

A interação significativa entre os sistemas de produção e os tratamentos para as características relacionadas ao teste de envelhecimento acelerado justificou o desdobramento dos efeitos simples para Germinação do ponto de vista fisiológico após o envelhecimento acelerado (GermFisio EA) e Germinação Total após o envelhecimento acelerado (GermTotal EA), cujos resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Desdobramento das médias para as características de Germinação do ponto de vista fisiológico após Envelhecimento Acelerado (GermFisio EA), Germinação Total após Envelhecimento Acelerado (GermTotal EA) de sementes de milho em dois sistemas de produção (Convencional e Orgânico) utilizando produtos biológicos, Sete Lagoas, 2026.

PRODUTO	GermFisio EA %	
	Convencional	Orgânico
TESTEMUNHA (T1)	78 Bb	97 Aa
LEÃO (T2)	84 Ba	96 Aa
TIGRE (T3)	89 Ba	94 Aa
TIGRE + LEÃO (T4)	87 Ba	96 Aa
	GermTotal EA%	
	Convencional	Orgânico
TESTEMUNHA (T1)	77 Bb	92 Aa

LEÃO (T2)	76 Bb	92 Aa
TIGRE (T3)	87 Aa	89 Aa
TIGRE + LEÃO (T4)	86 Ba	93 Aa

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a Germinação do ponto de vista fisiológico após o envelhecimento acelerado (GermFisio EA), verificou-se interação significativa entre os sistemas de produção e os tratamentos (Tabela 4). No sistema convencional, o tratamento Tigre apresentou o maior percentual de protrusão de radícula após o envelhecimento acelerado, mas a testemunha foi o único que ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. No sistema orgânico, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, cujos percentuais variaram de 94% a 97%. Na comparação entre os sistemas de produção houve diferença significativa, onde o sistema orgânico sobressaiu.

Na Germinação Total após o envelhecimento acelerado (GermTotal EA), também foi observada interação significativa entre os fatores avaliados (Tabela 4). No sistema convencional, TIGRE e TIGRE+ LEÃO apresentaram os maiores percentuais de germinação e diferem dos outros tratamentos. No sistema orgânico, os tratamentos não diferiram entre si, mantendo elevados percentuais de germinação. Na comparação entre os sistemas de produção, verificou-se superioridade do sistema orgânico, mas o TIGRE apresentou desempenho semelhante entre os sistemas.

Os resultados obtidos evidenciam que o sistema de produção influenciou a manutenção do vigor das sementes após o envelhecimento acelerado. No estudo de Dutra e Vieira (2004), esse teste é eficiente para detectar diferenças no potencial fisiológico entre lotes de sementes de milho, pois submete as sementes a condições severas de temperatura e umidade, acelerando o processo de deterioração.

3.3 Teste frio

A interação significativa entre os sistemas de produção e os tratamentos para as características relacionadas ao teste de frio justificou o desdobramento dos efeitos simples para Germinação do ponto de vista fisiológico após o Teste

de Frio (GermFisio TF) e Germinação Total após o Teste de Frio (GermTotal TF), cujos resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Desdobramento das médias para as características de Germinação do ponto de vista fisiológico após Teste Frio (GermFisio TF), Germinação Total após Teste Frio (GermTotal TF) de sementes de milho em dois sistemas de produção (Convencional e Orgânico) utilizando produtos biológicos, Sete Lagoas, 2026.

PRODUTO	GermFisio TF %	
	Convencional	Orgânico
TESTEMUNHA (T1)	80 Aa	63 Ba
LEÃO (T2)	80 Aa	33 Bc
TIGRE (T3)	73 Aa	49 Bb
TIGRE + LEÃO (T4)	80 Aa	44 Bb
	GermTotal TF %	
	Convencional	Orgânico
TESTEMUNHA (T1)	80 Bb	92 Aa
LEÃO (T2)	81 Bb	92 Aa
TIGRE (T3)	84 Aa	88 Aa
TIGRE + LEÃO (T4)	86 Ba	91 Aa

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a característica Germinação do ponto de vista fisiológico após o teste de frio (GermFisio TF), verificou-se interação significativa entre os sistemas de produção e os tratamentos (Tabela 5). No sistema convencional, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, cujos percentuais variaram de 73% a 80%. Diferentemente no sistema orgânico, a Testemunha apresentou o maior percentual de protrusão de radícula, seguida pelos tratamentos TIGRE e TIGRE+ LEÃO, enquanto o tratamento Leão apresentou o menor desempenho. Na comparação entre os sistemas de produção, o sistema convencional apresentou maiores percentuais para todos os tratamentos.

Já a Germinação Total após o teste de frio (GermTotal TF), também foi observada interação significativa entre os fatores avaliados (Tabela 5). No sistema convencional, os tratamentos TIGRE e TIGRE+ LEÃO apresentaram os maiores percentuais de germinação, enquanto Testemunha e Leão apresentaram os menores valores. No sistema orgânico, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Na comparação entre os

sistemas de produção, o sistema orgânico apresentou maiores percentuais de germinação para TESTEMUNHA, LEÃO e TIGRE+ LEÃO, enquanto o tratamento Tigre não diferiu entre os sistemas.

O teste de frio é amplamente empregado para estimar o desempenho de sementes sob condições adversas de temperatura, simulando situações frequentemente encontradas no campo durante a semeadura. Caseiro e Marcos Filho (2000) demonstraram que esse teste apresenta elevada sensibilidade para discriminar diferenças de vigor entre lotes de sementes de milho, sendo um importante indicador do potencial de estabelecimento das plântulas em condições adversas. No presente estudo, a superioridade observada no sistema convencional para a protrusão de radícula indica que as sementes produzidas nesse sistema apresentaram maior capacidade de iniciar o processo germinativo sob baixa temperatura.

3.4 Condutividade Elétrica

Para a característica Condutividade Elétrica (CE), não foi observada interação significativa entre os sistemas de produção e os produtos biológicos (Tabela 2). Dessa forma, os fatores foram avaliados de forma independente, sendo apresentadas as médias para sistema de produção na Tabelas 6.

Tabela 6. Médias para as características de Condutividade elétrica de sementes de milho em dois sistemas de produção (Convencional e Orgânico) utilizando produtos biológicos, Sete Lagoas, 2026.

SISTEMA	Condutividade elétrica $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$
Convencional	23.606 B
Orgânico	9.707 A

Médias seguidas de uma mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os sistemas de produção influenciaram significativamente os valores de condutividade elétrica (Tabela 6). As sementes provenientes do sistema orgânico apresentaram menor condutividade elétrica ($9,707 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) em comparação às produzidas no sistema convencional ($23,606 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$),

indicando maior integridade das membranas celulares e, conseqüentemente, maior vigor fisiológico das sementes produzidas no sistema orgânico.

Os menores valores de condutividade elétrica observados nas sementes produzidas no sistema orgânico indicam menor lixiviação de eletrólitos durante a embebição, evidenciando maior integridade das membranas celulares e, conseqüentemente, maior vigor fisiológico. Pontes et al. (2025) destacam que o teste de condutividade elétrica constitui uma ferramenta eficiente para estimar o vigor de sementes de milho, uma vez que a menor liberação de solutos está diretamente relacionada à melhor organização das membranas celulares e à maior qualidade fisiológica das sementes.

3.5 Emergência de canteiro

Para a característica Emergência de plântulas, também não foi observada interação significativa entre os sistemas de produção e os produtos biológicos (Tabela 2). Dessa forma, os efeitos dos fatores foram avaliados separadamente, sendo as médias apresentadas nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7. Médias para as características de Emergência de sementes de milho em dois sistemas de produção (Convencional e Orgânico), Sete Lagoas, 2026.

SISTEMA	Emergência%
Convencional	89 B
Orgânico	97A

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A emergência de plântulas foi influenciada pelo sistema de produção (Tabela 7). As sementes produzidas no sistema orgânico apresentaram maior percentual de emergência (97%) em comparação às produzidas no sistema convencional (89%), demonstrando melhor desempenho no estabelecimento inicial das plântulas.

Tabela 8. Médias para as características de Emergência de sementes de milho em diferentes tratamentos, Sete Lagoas, 2026.

PRODUTO	Emergência%
TESTEMUNHA (T1)	89 B
TIGRE + LEÃO (T4)	93 A
LEÃO (T2)	94 A
TIGRE (T3)	95 A

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quanto aos produtos biológicos (Tabela 8), a Testemunha apresentou menor percentual de emergência, diferindo dos tratamentos LEÃO, TIGRE e TIGRE+ LEÃO, que não diferiram entre si e apresentaram os maiores valores médios de emergência. Esses resultados indicam que a utilização dos produtos biológicos contribuiu para o aumento da emergência das plântulas, independentemente do sistema de produção.

A emergência em campo representa uma das principais expressões do vigor das sementes, uma vez que integra a capacidade de germinação e o estabelecimento das plântulas sob condições próximas às encontradas no ambiente de cultivo. Silva et al. (2022), avaliando sementes de milho produzidas sob diferentes manejos com bioinsumos, observaram elevados percentuais de emergência, indicando que o manejo durante a produção pode contribuir para a obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica. No presente estudo, a superioridade do sistema orgânico e dos tratamentos com produtos biológicos reforça o potencial dessas estratégias para favorecer o estabelecimento inicial das plântulas.

4. CONCLUSÃO

O sistema de produção influenciou significativamente a qualidade fisiológica das sementes de milho, sendo o sistema orgânico superior ao convencional para a maioria das características avaliadas, com maiores

percentuais de germinação, maior vigor após o envelhecimento acelerado, menor condutividade elétrica e maior emergência de plântulas.

Os produtos biológicos apresentaram efeito positivo principalmente no sistema convencional, destacando-se o tratamento TIGRE, isolado ou associado ao LEÃO, que promoveu melhoria na germinação e no vigor das sementes.

No sistema orgânico, os tratamentos apresentaram desempenho semelhante, indicando que as condições de manejo favoreceram a produção de sementes de elevada qualidade fisiológica, independentemente da aplicação dos bioinsumos.

De modo geral, os resultados demonstram que o sistema orgânico favorece a produção de sementes de milho com maior qualidade fisiológica e que a utilização de bioinsumos representa uma alternativa promissora para incrementar a qualidade das sementes produzidas em sistema convencional.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.

Bashan, Yoav; de-Bashan, Luz E. (2010). ***How the Plant Growth-Promoting Bacterium Azospirillum Promotes Plant Growth***.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

CASEIRO, R. F.; MARCOS FILHO, J. **Métodos alternativos do teste de frio para avaliação do vigor de sementes de milho**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 459-466, 2000. DOI: 10.1590/S0103-90162000000300014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2025/26: nono levantamento, junho de 2026**. Brasília, DF: CONAB, 2026.

DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. **Importância socioeconômica**. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Agência de Informação Tecnológica: Cultivo do milho. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. **Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 715-721, 2004.

Food and Agriculture Organization (2022). ***Biofertilizers and biostimulants***.

LOPES, H. M.; GALVÃO, J. C. C.; DAVID, A. M. S.; ALMEIDA, A. A.; ARAÚJO, E. F.; MOREIRA, L. B.; MIRANDA, G. V. **Qualidade física e fisiológica de sementes de milho em função da adubação mineral e orgânica**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 3, n. 2, p. 265–279, 2004.

PONTES, B. S.; CATÃO, H. C. R. M.; OLIVEIRA FILHO, M. A.; SANTOS, A. L. C.; ZANETTI, R. B. **Improving accelerated aging and electrical conductivity tests to assess popcorn seed vigor**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 41, e41009, 2025. DOI: 10.14393/BJ-v41n0a2025-69965.

SILVA, C. G. M.; SANTOS, F. C.; SILVA, E. C.; et al. **Qualidade fisiológica de semente crioula de milho em função do manejo com diferentes bioinsumos**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 33., 2022, Sete Lagoas. Anais [...]. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2022.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; MARCOS FILHO, J. (org.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2020.

WORMA, M.; SEGATTO, C.; STEFEN, D.; BUBA, G. P.; LEOLATO, L. S. **Qualidade fisiológica de sementes de milho produzidas com adubação biológica e bioestimulante em diferentes preparos de solo**. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 187–194, 2019. DOI: 10.13083/reveng.v27i3.893.