

ISSN 2178-7662

# CERRADO AGROCIÊNCIAS

REVISTA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PATOS DE MINAS

VOLUME 14 / 2023



---

Revista do Centro Universitário de Patos de Minas

**UNIPAM | Centro Universitário de Patos de Minas**

**Reitor**

*Henrique Carivaldo de Miranda Neto*

**Pró-reitora de Ensino, Pesquisa e Extensão**

*Maria Marta do Couto Pereira Rodrigues*

**Pró-reitor de Planejamento, Administração e Finanças**

*Pablo Fonseca da Cunha*

**Coordenadora de Extensão**

*Adriana de Lanna Malta Tredezini*

**Diretora de Graduação**

*Mônica Soares de Araújo Guimarães*

**Coordenador do Núcleo de Editoria e Publicações**

*Geovane Fernandes Caixeta*

A revista **Cerrado Agrociências** é um periódico anual do Centro Universitário de Patos de Minas que visa publicar artigos científicos, revisões bibliográficas e notas científicas referentes às áreas de Ciências Agrárias, Meio Ambiente e áreas correlatas.

Catálogo na Fonte  
Biblioteca Central do UNIPAM

---

C417 Cerrado Agrociências [recurso eletrônico] / Centro Universitário de Patos de Minas. – Dados eletrônicos. – N. 1 (2010)-. – Patos de Minas : UNIPAM, 2010-

Anual

Disponível em: <<https://revistas.unipam.edu.br>>

ISSN 2178-7662

1. Ciências agrárias – periódicos. 2. Meio ambiente. I. Centro Universitário de Patos Minas. II. Título.

CDD 630.5

---

**Centro Universitário de Patos de Minas**

Rua Major Gote, 808 - Caiçaras

38702-054 Patos de Minas - MG Brasil

Telefax: (34) 3823-0300 web: [www.unipam.edu.br](http://www.unipam.edu.br)

**NEP | Núcleo de Editoria e Publicações**

Telefone: (34) 3823-0341

<http://nep.unipam.edu.br>

# CERRADO AGROCIÊNCIAS

---

Revista do Centro Universitário de Patos de Minas

ISSN 2178-7662

Volume 14, 2023

Patos de Minas: Cerrado Agrociências, UNIPAM, v. 14: 1-107



Centro Universitário de Patos de Minas



Núcleo de Editoria e Publicações

**Editor**

Walter Vieira da Cunha (UNIPAM)

**Conselho Editorial Interno**

Alice Pratas Glycério de Freitas (UNIPAM)  
Carlos Henrique Eiterer de Souza (UNIPAM)  
Rossana Pierangeli Godinho Silva (UNIPAM)  
Vanessa Junia Machado (UNIPAM)

**Conselho Consultivo**

Alfredo Júnior Paiola Albrecht (UFPR)  
Ana Paula Schwantes (ESALQ/USP)  
André Santana Andrade (UNIPAM)  
Aquiles Júnior da Cunha (UNICERP)  
Arthur Arrobas Martins Barroso (UNESP)  
Bruno Bernardes de Andrade (UNIPAM)  
Bruno Sérgio Vieira (UFU)  
Daiane Aparecida Fausto (ESALQ/USP)  
Daniel Oliveira e Silva (UNIPAM)  
Danielle Otte Carrara Castan (ESALQ/USP)  
Denis Santiago da Costa (UEL)  
Derblai Casaroli (UFG)  
Diego Henrique da Mota (UNIPAM)  
Durval Dourado Neto (ESALQ/USP)  
Elisa Queiroz Garcia (UNIPAM)  
Evandro Binotto Fagan (UNIPAM)  
Everaldo Antônio Lopes (UFV-CRP)  
Fábio Oliveira Diniz (ESALQ/USP)  
Fernando Dias da Silva (UNIPAM)  
Flávio Henrique Silveira Rabêlo (CENA/USP)  
Francisco Guilhien Gomes Júnior (ESALQ/USP)  
Gilson Passos de Moraes (UNIPAM)  
Gleize Leviski de Brito (UNESP)  
Guilherme Nascimento Cunha (UNIPAM)  
Gustavo Rodrigues Barbosa (UNIPAM)  
Jackeline de Siqueira Castro (UFV)  
Jackelline Bruna Sousa (ESALQ/USP)  
Jair Fernando de Oliveira (UNIPAM)  
Janaina Oliveira da Silva (UNESP)  
Janaine Myrna Rodrigues Reis (UNIPAM)  
Jérssica Nogueira Soares (ESALQ/USP)

José Laércio Favarin (ESALQ/USP)  
José Maurício da Rocha Junior (UNIPAM)  
José Rodolfo de Oliveira (UNIPAM)  
Juliana Borges Pereira (UNIPAM)  
Klaus Reichardt (ESALQ/USP)  
Lara Caroline Borges Moreira Mota (UFU)  
Leandro Paiola Albrecht (UFPR)  
Lucas da Silva Mendes (UNIPAM)  
Luis Oliveira Lopes (UNIPAM)  
Marcela Cristina Brunelli (UNESP)  
Marco Aurélio Guerra Pimentel (CNPMS-EMBRAPA)  
Marcos Altomani Neves Dias (ESALQ/USP)  
Marília Caixeta Sousa (UNESP)  
Maurício Antônio de Oliveira Coelho (UNIPAM)  
Nádia Grandi Bombonato (UNIPAM)  
Natália Arruda (ESALQ/USP)  
Nívea Maria Borges Pereira (UNIPAM)  
Norma Aparecida Borges Bitar (UNIPAM)  
Paulo César Tavares de Melo (ESALQ/USP)  
Pedro Jacob Christofolletti (ESALQ/USP)  
Rafaela Alenbrant Migliavacca (ESALQ/USP)  
Renan Fonseca Nascentes (UNESP)  
Ronan Magalhães de Souza (UFRA)  
Tatiane Beloni (UFSCAR)  
Victor Gustavo Soares Ribeiro (UFV)  
Vinícius José Ribeiro (UFV)  
Walquíria Fernanda Teixeira (ESALQ/USP)  
Welder Ângelo Baldassini (ESALQ/USP)

#### **Revisão**

Geovane Fernandes Caixeta  
Gisele Carvalho Araújo Caixeta  
Rejane Maria Magalhães Melo

#### **Diagramação e Formatação**

Lorrany Lima Silva

## SUMÁRIO

<b>Eficiência da co-inoculação de sementes na cultura da soja.....</b>	<b>09</b>
Nicolle Muniz Ferreira Caixeta	
Janaine Myrna Rodrigues Reis	
<b>Avaliação do comportamento de linhagem de milho em diferentes períodos e locais de armazenamento.....</b>	<b>18</b>
Marcele Karine Carvalho	
Lucas da Silva Mendes	
<b>Qualidade fisiológica de sementes de soja com e sem incidência de <i>Cercospora kikuchii</i>.....</b>	<b>27</b>
Natalia Tolentino de Sousa	
Karla Vilaça Martins	
<b>Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produção de trigo para silagem.....</b>	<b>35</b>
Mauricio Antônio de Oliveira Coelho	
Matheus Henrique Pereira Vaz	
<b>Tolerância ao déficit hídrico na germinação de sementes de soja tratadas com <i>Bacillus aryabhatai</i>.....</b>	<b>46</b>
Igor Pereira de Castro e Silva	
Wellington Ferrari da Silva	
<b>Acompanhamento temporal e estimativa de produtividade de sorgo por meio de imagem NDVI.....</b>	<b>56</b>
Marcos Henrique Reis Machado Lima	
Larissa Pereira da Cunha	
Rodrigo Mendes de Oliveira	
<b>Morfologia de plantas de cafeeiro tratadas com fertilizante a base de extrato de algas.....</b>	<b>65</b>
Wildiney Ferreira	
Daniela Silva Souza	
Lucas da Silva Mendes	

<b>Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (<i>Zea mays</i>).....</b>	<b>74</b>
Daniela Liboredo e Souza	
Walter Vieira da Cunha	
Lucas Antônio Rodrigues	
Vinícius Buzinato Braga	
Ronan Alves Gondim	
Willian Moreira Silva	
<b>Plantas medicinais do Cerrado: potencial terapêutico, farmacológico e de preservação.....</b>	<b>86</b>
Victória Núbia Dias	
Maria Perpetua Oliveira Ramos	
Lorrayne de Barros Bosquetti	
<b>Influência da sujidade em grãos de milho sobre a composição bromatológica.....</b>	<b>97</b>
Caio Cordeiro Figueiredo	
Isabella Cristina Corrêa da Mata	
Luiz Fernando Rocha Botelho	



# Eficiência da co-inoculação de sementes na cultura da soja

*Efficiency of seed co-inoculation in soybean culture*

NICOLLE MUNIZ FERREIRA CAIXETA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: nicollemfc@unipam.edu.br

JANAINE MYRNA RODRIGUES REIS

Professora orientadora (UNIPAM)

E-mail: janaine@unipam.edu.br

---

**Resumo:** A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, uma leguminosa da família Fabaceae, representa uma significativa fonte de proteína vegetal, com os grãos de soja sendo utilizados tanto na alimentação humana quanto na animal, além de ser uma matéria-prima para a produção de biodiesel. Para aumentar a eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN) na cultura da soja, visando melhorar os níveis de produtividade, uma prática amplamente adotada por produtores no Brasil é a co-inoculação. Essa técnica envolve a inoculação das sementes com *Bradyrhizobium spp.* e a co-inoculação com *Azospirillum spp.*, uma bactéria reconhecida por seu papel como promotora de crescimento em gramíneas e que vem sendo explorada também em leguminosas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes isolados de *Azospirillum* em co-inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* em sementes de soja da cultivar Brasmax Desafio RSF. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com um delineamento experimental em blocos ao acaso compreendendo 5 tratamentos e 15 repetições. Os tratamentos adotados foram: Controle (não inoculado), *Bradyrhizobium elkanii*, *B. elkanii* + *Azospirillum brasilense*, *B. elkanii* + *Azospirillum sp.* (LA1) e *B. elkanii* + *Azospirillum sp.* (LA2), utilizando as doses recomendadas pela empresa parceira da pesquisa. No pico da nodulação, no estágio R3, foram realizadas avaliações do número total de nódulos, número total de nódulos ativos, massa seca de nódulos totais, volume e massa seca das raízes. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas usando o teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Concluiu-se que tanto a inoculação quanto a co-inoculação das sementes da cultivar Brasmax Desafio RSF de soja resultaram em um aumento na nodulação em comparação com o grupo não inoculado, nas condições em que o estudo foi realizado.

**Palavras-chave:** inoculante; *Bradyrhizobium elkanii*; *Azospirillum*.

**Abstract:** Soybean, (*Glycine max* (L.) Merrill), a leguminous plant belonging to the Fabaceae family, serves as a significant source of plant-based protein, with soybean grains being used in both human and animal nutrition, as well as in the production of biodiesel. To enhance the efficiency of biological nitrogen fixation (BNF) in soybean cultivation, aimed at improving productivity levels, a widely adopted practice among producers in Brazil is co-inoculation. This technique involves the inoculation of seeds with *Bradyrhizobium spp.* and co-inoculation with *Azospirillum spp.*, a bacterium recognized for its role as a growth promoter in grasses and increasingly explored in legumes. The objective of this study was to assess the effect of different isolates of *Azospirillum* in co-inoculation with *Bradyrhizobium elkanii* on soybean seeds of the Brasmax Desafio RSF cultivar. The experiment was conducted in a greenhouse, with a

randomized block experimental design comprising 5 treatments and 15 replications. The treatments adopted were: Control (non-inoculated), *Bradyrhizobium elkanii*, *B. elkanii* + *Azospirillum brasilense*, *B. elkanii* + *Azospirillum* sp. (LA1), and *B. elkanii* + *Azospirillum* sp. (LA2), using the doses recommended by the research partner company. At the peak of nodulation, at stage R3, assessments were made of the total number of nodules, total number of active nodules, dry mass of total nodules, volume, and dry mass of the roots. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and means were compared using the Tukey test at a significance level of 5%. It was concluded that both inoculation and co-inoculation of seeds of the Brasmax Desafio RSF soybean cultivar resulted in an increase in nodulation compared to the non-inoculated group under the conditions in which the study was conducted.

**Keywords:** inoculant; *Bradyrhizobium elkanii*; *Azospirillum*.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma planta leguminosa pertencente à família Fabaceae. Conforme informações da Embrapa (2021), ela representa uma significativa fonte de proteína vegetal, cujos grãos podem ser destinados tanto para o consumo humano quanto para a alimentação animal, além de serem utilizados na produção de biodiesel.

De acordo com o 12º Levantamento da Safra de Grãos, publicado em setembro de 2022 pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção brasileira de soja da safra 21/22 está estimada em 125,6 milhões de toneladas. O Brasil, sendo o principal produtor mundial de soja, também lidera as exportações. Para alcançar níveis produtivos mais elevados, é crucial considerar fatores que podem limitar a produtividade, como as demandas nutricionais da planta (CONAB, 2022).

O elemento de maior demanda pela soja é o nitrogênio (N), conforme destacado por Borkert *et al.* (1994), com uma necessidade de 80 Kg/t de grãos produzidos. A exigência de nitrogênio é suprida tanto pelo solo quanto pela Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), que resulta da simbiose entre a planta e os rizóbios fornecidos através da inoculação em tratamento de sementes com inoculantes. Dessa forma, não é necessário a aplicação de fertilizantes nitrogenados durante o desenvolvimento da cultura da soja, visto que essa prática inibe a realização da FBN (OLIVEIRA; ROSA, 2014).

A prática de inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* na soja é amplamente adotada em todo o mundo (CHIBEBA *et al.*, 2015) e desempenha um papel fundamental na nodulação e no rendimento da soja. As bactérias pertencentes a esse gênero são capazes de converter o nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>) em compostos nitrogenados absorvíveis pela planta, suprimindo, na maioria dos casos, a totalidade da demanda por nitrogênio (HUNGRIA; NOGUEIRA, 2019). A FBN é um componente essencial para a viabilidade econômica do cultivo de soja em larga escala, sendo estimado-se uma economia de cerca de 13 bilhões de dólares por safra para o Brasil (ANTUNES, 2019).

Os inoculantes fornecem à cultura bactérias com ação simbiótica no sistema radicular da soja, resultando na formação de nódulos nas raízes, onde ocorre a FBN. Em geral, a prática de inoculação é realizada por meio de bactérias diazotróficas dos gêneros *Bradyrhizobium*, espécies de *B. japonicum* e *B. elkanii* (EMBRAPA SOJA, 2000).

As Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (BPCP) têm sido usadas em conjunto com os rizóbios fixadores de N, podendo otimizar o processo de FBN. Elas pertencem a um grupo de microrganismos benéficos para as plantas devido a sua capacidade de colonizar raízes (DAVISON, 1988; KLOEPPER *et al.*, 1989 *apud* HUNGRIA, 2011). O gênero *Azospirillum* faz parte das BPCP, e segundo Döbereiner (1976 *apud* HUNGRIA, 2011), elas têm a capacidade de realizar a fixação biológica de nitrogênio quando associadas às raízes das gramíneas. No entanto, é importante notar que nem todo o nitrogênio molecular (N<sub>2</sub>) convertido em amônia está disponível para as plantas, o que significa que pode não atender completamente às necessidades para alcançar altas produtividades.

De acordo com Chibeba *et al.* (2015), o *Azospirillum* é a bactéria mais estudada em relação aos seus efeitos no incremento do sistema radicular das plantas. Com o crescimento das raízes, a associação com bactérias fixadoras de nitrogênio pode se tornar mais eficiente, pois há um aumento na superfície de contato para a formação de nódulos, o que também melhora a absorção de água e nutrientes em condições adversas. No caso da soja, o uso de bactérias do gênero *Azospirillum* em co-inoculação com *Bradyrhizobium* tem demonstrado resultados promissores, gerando um incremento na produtividade de 7,7% (HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAUJO, 2013). Levando em consideração a eficácia das diferentes espécies de *Bradyrhizobium* na FBN da soja e os benefícios para o crescimento das culturas atribuídos ao *Azospirillum*, os autores sugerem que a co-inoculação com ambos microrganismos pode aprimorar o desempenho das plantas.

No atual contexto da agricultura sustentável, torna-se imperativo realizar estudos que busquem alternativas para o melhor aproveitamento de nitrogênio pelas plantas. O objetivo do presente estudo foi identificar os benefícios das associações entre o uso de diferentes isolados de *Azospirillum* em co-inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* na cultura da soja.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi conduzido em uma casa de vegetação por um período de 50 dias, abrangendo os meses de março e abril de 2022. Esta pesquisa foi realizada em colaboração com uma empresa de produtos biológicos localizada em Patos de Minas - MG. As bactérias *Bradyrhizobium elkanii* (SEMIA 587 + 5019) e *Azospirillum brasilense* (Abv-5 Abv-6) foram adquiridas por meio de produtos comerciais disponíveis no mercado. Os demais isolados de *Azospirillum* utilizados fazem parte do acervo de pesquisa da mesma empresa e são armazenados por ela.

### 2.1 TRATAMENTO DE SEMENTES - TS

Para o Tratamento de Sementes (TS), foram selecionadas cinco amostras de 500 gramas de sementes de soja Brasmax Desafio RSF por tratamento. A calda para o TS foi preparada de acordo com as recomendações do fabricante para *B. elkanii*, *A. brasilense*, *Azospirillum sp.* (LA1) e *Azospirillum sp.* (LA2), conforme descrito na Tabela 1, com volume de 300 mL por 50 Kg de sementes. Esse volume foi ajustado para o tratamento de 1 Kg de semente, seguindo as diretrizes consideradas ideais para soja, conforme o

estipulado pela Embrapa Soja (2005). A calda foi preparada com aplicação simultânea dos produtos, sendo em seguida complementada com água destilada. Utilizando uma pipeta calibrada, foram dispensadas as quantidades precisas para o tratamento de 500 gramas de sementes.

**Tabela 1:** Descrição de tratamentos e doses utilizadas no ensaio “Eficiência da co-inoculação de sementes na cultura da soja”, Patos de Minas, MG, 2022

Tratamentos	Descrição	Concentração (UFC/mL)	Dose (mL/Kg semente)
T1	Controle	-	-
T2	<i>Bradyrhizobium elkanii</i>	$1 \times 10^{10}$	2
T3	<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum brasilense</i>	$1 \times 10^{10}$ ; $5 \times 10^8$	2 + 1
T4	<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum sp.</i> (LA1)	$1 \times 10^{10}$ ; $2 \times 10^8$	2 + 1
T5	<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum sp.</i> (LA2)	$1 \times 10^{10}$ ; $2 \times 10^8$	2 + 1

## 2.2 SOLO

O solo utilizado foi coletado em uma fazenda experimental localizada no município de São Gonçalo do Abaeté, MG. A areia foi fornecida pela empresa na qual o estudo foi conduzido. Ambos os materiais foram peneirados em uma peneira *mesh* 50 para eliminar qualquer impureza que pudesse dificultar o desenvolvimento radicular das plantas. Para evitar restrições físicas ao crescimento das raízes, foram selecionados vasos com capacidade de 18 L, que foram preenchidos com uma mistura de solo e areia na proporção 1:1 (v/v) até atingir a borda.

Uma amostra de solo foi enviada a um laboratório certificado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a quantificação de bactérias diazotróficas associativas (conforme detalhado na Tabela 2) presentes no solo utilizado. A contagem foi realizada por meio da metodologia de Número Mais Provável (NMP), de acordo com as instruções da Instrução Normativa nº 30, seguindo as orientações do Artigo 16 e os cálculos do Artigo 17.

**Tabela 2:** Quantificação de bactérias diazotróficas associativas por meio de número mais provável (NMP), Patos de Minas, MG, 2022

Amostra	Quantificação de diazotróficas (nº células / g de solo)
Amostra 1	$2,40 \times 10^3$

## 2.3 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O experimento consistiu em 5 tratamentos, conforme detalhado na Tabela 1, distribuídos em 15 blocos, totalizando 75 parcelas. Cada parcela consistia em um vaso de 18 L, com a semeadura de uma única semente. O delineamento experimental utilizado foi o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC).

## 2.4 SEMEADURA E CONDUÇÃO

O processo de semeadura foi conduzido em vasos de 18 litros, sendo o volume total preenchido com uma mistura de solo e areia na proporção 1:1 (v/v). A semente foi plantada em uma cova no centro do vaso, com uma profundidade de 2 cm, utilizando um bastão de vidro. Cada vaso recebeu apenas uma semente.

As plantas foram cultivadas em uma casa de vegetação climatizada por um período de 50 dias. Durante esse período, a temperatura média foi mantida em torno de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , e a umidade relativa foi mantida a 60%. Foram realizadas irrigações diárias para garantir o fornecimento da quantidade ideal de água para a cultura, totalizando 750 mm de água por ciclo.

## 2.3 AVALIAÇÕES

### 2.3.1 Número de nódulos

Quando as plantas alcançaram o estágio R3, que marca o início da formação de vagens, a coleta das plantas foi realizada com extremo cuidado para minimizar a perda de raízes e nódulos. As plantas foram coletadas e, em seguida, as raízes foram lavadas em água corrente para remover qualquer resíduo de solo. Posteriormente, as raízes foram levadas para a sala de análises. A contagem do número total de nódulos e do número de nódulos ativos por planta foi realizada manualmente, com o auxílio de um contador. Para verificar a atividade nodular, os nódulos foram cortados ao meio com um bisturi, e a cor interna foi observada. Nódulos que apresentavam coloração rósea-avermelhada foram considerados ativos, enquanto os nódulos de coloração branca foram considerados inativos.

Todas as amostras foram devidamente acondicionadas em sacos de papel previamente identificados.

### 2.3.2 Volume radicular ( $V_r$ )

Em uma proveta de vidro graduada com capacidade de 250 mL, foi adicionado um volume conhecido ( $V_o$ ) de água, e em seguida, a raiz da planta foi cuidadosamente inserida. Ao imergir completamente a raiz na água, o volume final ( $V_f$ ) obtido foi registrado em uma tabela. O volume real das raízes foi calculado da seguinte forma:  $V_f - V_o = V_r$ .

Posteriormente, todas as amostras foram devidamente acondicionadas em sacos de papel, que foram previamente identificados com o número correspondente ao tratamento e ao bloco.

### 2.3.3 Massa seca de nódulo e raiz

As amostras, previamente acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, foram submetidas ao processo de secagem. A massa seca dos nódulos (MSN) e da raiz (MSR) foi obtida após a secagem em uma estufa de circulação forçada a

65°C por um período de 72 horas. Após a completa secagem, o material foi pesado com o auxílio de uma balança de alta precisão.

### 2.3.4 Análise estatística

Ao término das avaliações, os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Essa análise foi conduzida por meio do programa Minitab, com licença fornecida pela empresa de produtos biológicos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A concentração de bactérias diazotróficas no solo utilizado neste estudo sugere que, anteriormente, na área onde o solo foi coletado, houve cultivos de soja que envolveram o uso de inoculantes contendo essas bactérias. Esse fator pode influenciar os resultados das avaliações, uma vez que a inoculação tem um impacto mais expressivo em solos com histórico de primeiro ano de cultivo, em comparação com áreas sem esse histórico.

Nas avaliações do número total de nódulos e do número de nódulos ativos (conforme apresentado na Tabela 3), observou-se uma diferença estatisticamente significativa, com um nível de significância de 5%, entre os tratamentos que receberam inoculação e a testemunha não inoculada.

**Tabela 3:** Número total de nódulos (TN) e número total de nódulos ativos (TNA) em plantas de soja Brasmax Desafio RSF com co-inoculação de sementes, em estágio reprodutivo R3, Patos de Minas, MG, 2022

Tratamento	TN		%	TNA		%
<i>Bradyrhizobium elkanii</i>	58,2667	a	189,40	44,3333	a	253,72
<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum brasilense</i>	56,9333	a	182,78	41,4667	a	230,85
<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum sp.</i> (LA1)	52,5333	a	160,93	38,9333	a	210,64
<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum sp.</i> (LA2)	50,0667	a	148,68	34,7333	a	177,13
Controle	20,1333	b		12,5333	b	
CV (%)	50,86			57,17		

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. TN: Total de nódulos. TNA: Total de nódulos ativos. %: porcentagem de incremento em relação ao Controle.

Os tratamentos inoculados apresentaram um aumento significativo do número total de nódulos e no número de nódulos ativos por planta em comparação com a testemunha não inoculada. Considerando o número de nódulos totais, os tratamentos com *Bradyrhizobium elkanii*, *B. elkanii* + *Azospirillum brasilense*, *B. elkanii* + LA1 e *B. elkanii* + LA2 apresentaram incrementos de 189,4%, 182,7%, 160,9% e 148,6%, respectivamente, em relação ao tratamento controle, sendo que o número médio de nódulos totais por planta ultrapassou 50 em todos esses tratamentos.

No que se refere à avaliação de nodulação ativa, observou-se um aumento de 253,7%, 230,8%, 210,6% e 177,1% nos tratamentos com *B. elkanii* + *A. brasilense*, *B. elkanii*, *B. elkanii* + LA1 e *B. elkanii* + LA2, respectivamente, em relação ao tratamento não inoculado, sendo que o número médio de nódulos ativos foi superior a 34 nos tratamentos com uso de inoculantes e co-inoculantes.

Esses resultados corroboram as conclusões de Câmara (2000), que indicou que plantas com 10 a 30 nódulos em estágios reprodutivos, principalmente durante o florescimento, apresentam condições suficientes para obter altos níveis de nitrogênio fixado.

Na avaliação da massa seca dos nódulos totais, conforme apresentado na Tabela 4, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos que receberam inoculação e co-inoculação das sementes e o grupo de controle. Esses resultados estão em conformidade com o que foi descrito por Hungria, Campo e Mendes (2001), que indicam que uma planta de soja adequadamente nodulada durante os estágios de florescimento deve apresentar uma massa seca de nódulos entre 100 a 200 mg por planta. No entanto, é importante observar que apenas o tratamento não inoculado não atingiu a massa seca ideal nesse parâmetro.

**Tabela 4:** Massa seca de nódulos totais (MSNT) por planta de soja Brasmax Desafio RSF com co-inoculação de sementes, em estágio reprodutivo R3, Patos de Minas, MG, 2022

Tratamento	Médias (mg)	% incremento
<i>Bradyrhizobium elkanii</i>	227,360 a	382,92
<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum brasilense</i>	218,140 a	363,34
<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum</i> sp. (LA1)	189,173 a	301,81
<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum</i> sp. (LA2)	180,340 a	283,05
Controle	47,080 b	
<b>CV (%)</b>	<b>68,77</b>	

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. %: porcentagem de incremento em relação ao Controle.

Conforme evidenciado na Tabela 5, nas avaliações de massa seca de raiz (MSR) e volume radicular (VR), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos que receberam inoculação e o grupo não inoculado ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 5:** Massa seca de raiz (MSR) e volume radicular (VR) em plantas de soja Brasmax Desafio RSF com co-inoculação de sementes, em estágio reprodutivo R3, Patos de Minas, MG, 2022

Tratamento	MSR		%	VR		%
<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + <i>Azospirillum brasilense</i>	2,41877	ns	15,34	22,2667	ns	22,79
<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + LA1	2,25337		7,45	22,2667		22,79
<i>Bradyrhizobium elkanii</i> + LA2	2,20223		5,01	21,0160		15,90
Controle	2,10651		0,45	20,1600		c
<i>Bradyrhizobium elkanii</i>	2,0971			18,1333		
<b>CV (%)</b>	<b>24,96</b>			<b>38,02</b>		

\* ns: Não significativo pelo teste F. %: porcentagem de incremento em relação ao Controle.

Segundo Didonet *et al.* (2000 *apud* MAURÍCIO FILHO; SILVA; SOUZA, 2018) para que bactérias do gênero *Azospirillum* eficazes, é necessário que elas estejam em uma situação de competição com as bactérias diazotróficas testadas, pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium*. Isso justifica os resultados obtidos por Maurício Filho, Silva e Souza (2018) em um estudo que testou diferentes doses de inoculantes e co-inoculantes em uma área de primeiro ano de plantio de soja, onde foi observada uma diferença significativa entre os tratamentos que receberam inoculação e o grupo não inoculado, especialmente quando doses elevadas de ambos os microrganismos foram utilizadas.

Com base nos resultados encontrados no presente estudo, pode-se inferir que as condições ambientais nas quais o experimento foi conduzido não proporcionaram a competição necessária para que as bactérias diazotróficas se manifestassem de forma distinta.

#### 4 CONCLUSÃO

Conclui-se que tanto a inoculação quanto a co-inoculação das sementes da cultivar Brasmax Desafio RSF de soja resultaram em um aumento na nodulação em comparação com o grupo não inoculado, nas condições em que o estudo foi realizado.

#### REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. M. **Inoculação reduz custos com fertilizantes na soja**. Portal Embrapa, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46716731/inoculacao-reduz-custos-com-fertilizantes-na-soja>.

BORKERT, C. M. *et al.* Seja o doutor da sua soja. **Informações Agronômicas**, [S. l.], n. 66, p. 01-06, 1994. Disponível em: <https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3140>.

CÂMARA, G. M. S. Nitrogênio e produtividade da soja. In: CÂMARA, G. M. S. (eds.). **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 295-339.

CHIBEBA, A. M. *et al.* Inoculação de soja com *bradyrhizobium* e *azospirillum* promove nodulação precoce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7., 2015, Florianópolis. **Anais [...]**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 4 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1018501/inoculacao-de-soja-com-bradyrhizobium-e-azospirillum-promove-nodulacao-precoce>.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção de grãos atinge recorde na safra 2021/22 e chega a 271,2 milhões de toneladas**. CONAB, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4744-producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas>.



EMBRAPA SOJA. **Documentos, 146**: recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2000/01. Londrina: Embrapa Soja/Fundação MT, 2000. 245 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/6112/1/doc146.pdf>.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja - Paraná, 2006**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 208 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/468714/tecnologias-de-producao-de-soja---parana-2006>.

HUNGRIA, M. **Documentos, 325**: inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29676/1/Inoculacao-com-azospirillum.pdf>.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja. 2001. 48 p. (Circular Técnica, n. 35). (Circular Técnica, n. 131). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Tecnologias de inoculação da cultura da soja: mitos, verdades e desafios. In: KAPPES, C. (ed.). **Boletim de Pesquisa 2019/2020**. Rondonópolis: Fundação MT, 2019. p. 50-62. (Boletim, n. 19). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with *Rhizobia* and *Azospirilla*: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, [S. l.], v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-012-0771-5>.

MAURÍCIO FILHO, J.; SILVA, C. H. S.; SOUZA, J. E. B. Desempenho agrônômico e produtividade da cultura da soja com a co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense*. **Ipê Agronomic Journal**, Goianésia, v. 2, n. 2, p. 46-57. 2018. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/ipeagronicjournal/article/view/2620>.

OLIVEIRA, A. C. B. de; ROSA, A. P. S. A. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1011192/indicacoes-tecnicas-para-a-cultura-da-soja-no-rio-grande-do-sul-e-em-santa-catarina-safras-20142015-e-20152016>.

# Avaliação do comportamento de linhagem de milho em diferentes períodos e locais de armazenamento

*Evaluation of corn lineage behavior in different periods and storage locations*

MARCELE KARINE CARVALHO

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: marcelekarine.carvalho@yahoo.com

LUCAS DA SILVA MENDES

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: lucassm@unipam.edu.br

---

**Resumo:** A qualidade das sementes de milho pode ser afetada pelas condições e períodos de armazenamento. Objetivou-se avaliar o desempenho de linhagem de milho em diferentes períodos e locais de armazenamento. Este estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes Helix situado no município de Patos de Minas, Minas Gerais. Foi utilizada uma linhagem de sementes de milho da empresa Helix Sementes e Mudas Ltda. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3 com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos por dois locais de armazenamento (câmara fria e temperatura ambiente) e três períodos diferentes (0, 30 e 180 dias). Foram realizados os testes de germinação, com dois substratos diferentes, entre papel e entre areia, emergência em canteiro e teste de frio. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott knott a 5% de significância, a partir do *software* SISVAR®. A germinação de sementes entre papel e entre areia não variou entre três períodos (0, 30 e 180 dias) e em ambos os locais de armazenamento (câmara fria e temperatura ambiente). Verificou-se que a emergência de plântulas em canteiro foi menor no tratamento correspondente ao armazenamento à temperatura ambiente. Para as sementes armazenadas durante 30 e 180 dias, o vigor foi inferior quando estas foram armazenadas sob temperatura ambiente, comparado ao armazenamento em câmara fria. Concluiu-se que as condições e períodos de armazenamento não afetaram a germinação das sementes. O armazenamento em temperatura ambiente por 180 dias resultou em menor emergência de plântulas em canteiro. O armazenamento em temperatura ambiente por 30 e 180 dias resultou em menor vigor.

**Palavras-chave:** câmara fria; germinação; temperatura ambiente.

**Abstract:** The quality of corn seeds can be affected by storage conditions and periods. The objective of this study was to evaluate the performance of a corn lineage under different storage periods and locations. This research was conducted at the Helix Seed and Seedling Analysis Laboratory, located in the municipality of Patos de Minas, Minas Gerais. A corn seed lineage from the Helix Seed and Seedling Ltda company was used. The experimental design adopted was completely randomized in a 2x3 factorial scheme with four replications, totaling 24 experimental units. The treatments consisted of two storage locations (cold chamber and room temperature) and three different periods (0, 30, and 180 days). Germination tests were performed using two different substrates: paper and sand. Additionally, seedling emergence in the nursery and a cold

test were conducted. The data obtained were subjected to analysis of variance and the Scott-Knott test at a significance level of 5%, using the SISVAR® software. Seed germination between paper and sand did not vary among the three periods (0, 30, and 180 days) and in both storage locations (cold chamber and room temperature). Seedling emergence in the nursery was lower in the treatment corresponding to room temperature storage. For seeds stored for 30 and 180 days, vigor was lower when stored at room temperature compared to storage in the cold chamber. It was concluded that storage conditions and periods did not affect seed germination. Storage at room temperature for 180 days resulted in reduced seedling emergence in the nursery. Storage at room temperature for 30 and 180 days resulted in lower seed vigor.

**Keywords:** cold chamber; germination; room temperature.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho é amplamente difundida no Brasil. Isso se deve tanto aos seus múltiplos usos em terras rurais quanto à tradição dos agricultores brasileiros no cultivo desse grão (MAGALHÃES *et al.*, 2002). De acordo com o boletim mais recente da CONAB, a atual safra reduziu 15,5% comparada com a safra anterior, uma produção de 86,7 milhões de toneladas. Um dos grandes fatores que ocasionaram essa redução estão relacionados ao atraso das chuvas, adiando os plantios (CONAB, 2021).

Para atingir esse nível de produtividade, diversas tecnologias vêm sendo criadas e aplicadas no sistema de produção. O desenvolvimento de novas linhagens e consequentemente a produção de híbridos de milho é um dos mais extensos avanços tecnológicos da cultura. De acordo com a literatura, estima-se que mais de 160 variedades diferentes de híbridos são utilizadas em cerca de 60% da área plantada de milho no Brasil (PINAZZA; ALIMANDRO, 1998).

Para chegar ao desenvolvimento de um novo híbrido, é preciso primeiro desenvolver linhagens. A produção de sementes de adequada condição fisiológica e sanitária são fundamentais nos programas de melhoramento, pois são responsáveis pelo estande final, cuja qualidade é essencial para obtenção de uma produtividade satisfatória. A produção dessas sementes é importante para o programa de melhoramento, visto que, nesse processo, o melhoramento pode ser realizado por meio da inibição de certos genes, que são resistentes a pragas, doenças e alguns herbicidas utilizados no controle de plantas invasoras. Essas tecnologias são responsáveis pelo estande final, resultando em produtividades satisfatórias. Dessa forma, fazem-se necessários estudos a fim de avaliar a qualidade fisiológica e vigor dessas sementes para que seja feita uma classificação da qualidade e estas possam seguir no processo de melhoramento (BORÉM; MIRANDA, 2009).

Considerando que, em muitas regiões, as sementes de milho são colhidas e processadas antes da época ideal de semeadura, há a necessidade de se armazenarem essas sementes até o momento da semeadura. Este período de armazenamento pode variar, em algumas situações. As sementes ficam armazenadas por períodos mais longos. Ao longo do período de armazenamento, a taxa de deterioração das sementes sofre influência de vários fatores, sendo a temperatura e a umidade relativa geralmente citadas como o mais importante (ANTONELLO *et al.*, 2009).

A progressiva necessidade da produção de sementes com qualidade física, fisiológica, genética e sanitária, mesmo após armazenamento, para atender à crescente demanda por alimentos, gera a busca constante de alternativas capazes de atingir esse objetivo. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho de linhagem de milho em diferentes períodos e locais de armazenamento.

## 2 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes Helix situado no município de Patos de Minas, Minas Gerais (18°34'12.1"S 46°30'05.1"W), entre os meses de janeiro e junho de 2021. Foram utilizadas sementes de uma linhagem de milho (*Zea mays* L.) da empresa Helix Sementes e Mudas Ltda.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3 com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos por dois locais de armazenamento e três períodos diferentes, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1:** Tratamentos para avaliação de desempenho fisiológico de linhagens de milho em diferentes períodos e locais de armazenamento, Patos de Minas, MG, 2021

Tratamentos	Local de armazenamento	Tempo de armazenamento (dias)		
Linhagem 1	Câmara fria	0	30	180
Linhagem 1	Temperatura ambiente	0	30	180

As sementes ficaram armazenadas durante 0, 30 e 180 dias em dois locais, câmara fria a 10°C e temperatura ambiente. Todas as repetições foram armazenadas em caixas de papel devidamente identificadas com o nome do tratamento e número da repetição. Nos testes em que houve necessidade, antes da semeadura foi realizado um sorteio para formação do croqui, assim os tratamentos e suas respectivas repetições foram identificadas.

Foram realizados os testes de germinação, com dois substratos diferentes, entre papel (EP) e entre areia (EA), emergência em canteiro e teste de frio. Antes da montagem dos testes, foi feita, com o auxílio de um contador de sementes, a contagem e identificação de todas as amostras.

O teste de germinação entre papel (EP) foi adaptado seguindo as recomendações da Regras para Análises de Sementes - RAS. Foram semeadas quatro repetições de 50 sementes cada uma. A repetição foi disposta sob 2 folhas de papel *germitest* e, posteriormente, coberta com mais uma folha do mesmo papel, que foi enrolado, confeccionando-se um rolo. Após a formação dos quatro rolos, eles foram envoltos em mais uma folha de papel *germitest* e foi feita a identificação da respectiva amostra neles. Em seguida, os rolos foram colocados em bandejas acrílicas e estas dentro de gabinetes, levadas para câmara de germinação. A câmara de germinação apresentava temperatura controlada a 25°C. Após seis dias, foi feita a leitura do teste.

O teste de germinação entre areia (EA) é utilizado alternativamente para confirmar a avaliação de plântulas em caso de dúvidas, quando apresentarem sintomas fitotóxicos. Foram semeadas quatro repetições de 50 sementes cada uma. Este teste foi

realizado em bandejas de acrílico medindo 30,2 x 20,8 x 6,3 cm. Com pincel retroprojeter, foi feita a identificação de cada amostra na borda da bandeja. Nelas, foram dispostas três porções de substrato areia. As sementes foram dispostas sob o substrato com cuidado, sem que houvesse sobreposição; depois, foram cobertas com mais quatro porções de areia. Cada porção de areia equivalia a 460,60 gramas. Posteriormente, as bandejas foram irrigadas de acordo com o cálculo de capacidade de campo, ajustado para 70%. Após a finalização da montagem do teste, as bandejas foram colocadas dentro de gabinetes e estes foram levados para a câmara de germinação, onde permaneceram por seis dias. Após seis dias, foi realizada a leitura do teste.

O teste de emergência em canteiro também correspondeu a quatro repetições de 50 sementes cada uma. Antes da montagem do teste, os aspersores da estufa foram ligados durante trinta minutos para garantir que o solo estivesse úmido o suficiente para facilitar a sementeira. O solo foi furado utilizando-se um furador de solos. Foi feita a divisão dos limites de cada repetição utilizando-se réguas plásticas; por fim, foram identificadas. A sementeira foi feita depositando-se as sementes dentro dos sulcos feitos pelo furador. Posteriormente, as sementes foram cobertas por uma camada de solo uniforme, e os aspersores ligados novamente durante uma hora. Após seis dias, foi realizada a leitura do teste por meio de contagem das plântulas emergidas.

O teste de frio foi realizado com quatro repetições de 50 sementes em cada uma, utilizando-se bandejas de acrílico medindo 30,2 x 20,8 x 6,3 cm. Com pincel retroprojeter, foi feita a identificação de cada amostra na borda da bandeja. Nelas, foi disposto 1,5 cm de substrato areia mais solo, dividido em quatro partes iguais, pois cada bandeja comporta uma amostra. As repetições foram depositadas cuidadosamente sem que houvesse sobreposição de sementes; após, foram cobertas com mais uma camada de 1,5 cm de substrato areia. Foi realizada a irrigação das bandejas de acordo com o cálculo de capacidade de campo ajustado para 70%. As bandejas foram colocadas dentro de gabinetes e estes levados para a câmara fria que possui temperatura controlada de 10°C, onde permaneceram durante sete dias. Posteriormente, os gabinetes foram levados para sala de germinação onde permaneceram por mais sete dias. Ao final deste período de 14 dias, foi realizada a leitura do teste com os mesmos critérios utilizados para a leitura do teste de germinação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott Knott a 5% de significância. A análise estatística foi realizada a partir do *software* SISVAR®.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença entre os diferentes períodos e locais de armazenamento, não apresentou significância para o teste de germinação entre areia (EA) e entre papel (EP) (Tabela 2 e 3, respectivamente), demonstrando que a germinação de sementes foi estatisticamente igual para os três períodos (0, 30 e 180 dias) e em ambos os locais de armazenamento (câmara fria e temperatura ambiente).

**Tabela 2:** Resultados da germinação expresso em % após o período de 180 dias após o armazenamento em dois ambientes

Tratamento	Germinação Areia	
	Câmara fria %	Temperatura ambiente %
0	99 aA	99 aA
30	100 aA	100 aA
180	98 aA	97 aA
CV%		1,90

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e minúsculas na VERTICAL não diferem entre si pelo teste de Scott knott ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 3:** Resultados da germinação expresso em % após o período de 180 dias após o armazenamento em dois ambientes

Tratamento	Germinação Papel	
	Câmara fria %	Temperatura ambiente %
0	97 aA	97 aA
30	99 aA	99 aA
180	95 aA	95 aA
CV%		2,53

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e minúsculas na VERTICAL não diferem entre si pelo teste de Scott knott ( $p > 0,05$ ).

De acordo com Kaefer e colaboradores (2019), a qualidade fisiológica da semente é diretamente influenciada pelas condições de armazenamento. A semente é uma estrutura biológica viva que apresenta decréscimo na qualidade em função do período de armazenamento; mesmo armazenamento por período curto pode resultar em redução da germinação e do vigor, sobretudo em condições de armazenamento convencional (KAEFER *et al.*, 2019). No entanto, no presente estudo, verificou-se que o período de armazenamento de 30 e 180 dias não resultou em redução da germinação das sementes tanto em areia quanto em papel *germitest*. Além disso, independentemente dos locais ou dos períodos adotados, constatou-se porcentagens de germinação coerentes com as exigências nacionais para comercialização. De acordo com a legislação brasileira, as sementes de milho devem apresentar porcentagem mínima de germinação de 85% (BRASIL, 2013).

Em estudo conduzido por Oliveira (2018), as sementes armazenadas por um período de 0 a 12 meses, sob condições controladas (câmara fria) e não controladas, apresentaram máxima germinação cerca de três meses após o armazenamento. Diante disso e segundo os resultados de germinação observados (Tabela 2 e 3), sugere-se que o período de armazenamento de 180 dias, sob condições de temperatura ambiente e em câmara fria, não resulta em prejuízos significativos na germinação total das sementes.

Quanto ao teste de emergência em canteiro, constatou-se interação significativa entre os fatores avaliados. Verificou-se que a emergência em canteiro variou em função dos locais de armazenamento quando as sementes foram armazenadas por um período de 180 dias, sendo que a menor emergência de plântulas ocorreu no tratamento correspondente ao armazenamento à temperatura ambiente, conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4:** Resultados do teste de emergência em canteiro, expressos em %, no período 180 dias, após o armazenamento em dois ambientes

Tratamento	Emergência em canteiro	
	Câmara fria %	Temperatura ambiente %
0	98 aA	98 aA
30	99 aA	99 aA
180	99 aA	93 aB
CV%		3,53

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e minúsculas na VERTICAL não diferem entre si pelo teste de Scott knott ( $p > 0,05$ ).

A menor emergência em canteiro das sementes armazenadas sob temperatura ambiente por um período de 180 dias pode estar relacionada à deterioração das sementes, visto que essa está diretamente relacionada às condições e ao período de armazenamento (MARCOS FILHO, 2015). Segundo Paraginski *et al.* (2015), quando as sementes estão armazenadas sob condições de umidade e temperatura elevadas, ocorrem mudanças expressivas na estrutura das membranas da semente, o que culmina na redução da qualidade dessa estrutura, menos quando o armazenamento é realizado por períodos curtos. Como consequência, verifica-se redução na porcentagem de germinação, o que pode estar relacionado à baixa emergência de plântulas em canteiro, por exemplo.

Marini *et al.* (2012) constataram que o armazenamento de sementes sob condições de temperaturas mais altas, quando comparado às temperaturas mais baixas, pode alterar a permeabilidade das membranas da semente, o que proporciona lixiviação maior de eletrólitos. A maior lixiviação de eletrólitos está relacionada ao estágio avançado de deterioração das sementes. Essa condição de armazenamento sob temperaturas mais altas é bastante comum no Brasil, uma vez que, nas condições climáticas brasileiras, grande parte das regiões apresentam umidade relativa superior a 70% e temperatura média superior a 24°C, o que dificulta o armazenamento das sementes sob condições de ambiente, pois estas podem apresentar decréscimo na qualidade (CUNHA, 2012).

Interação significativa entre os diferentes períodos e locais de armazenamento também foi verificada ao se analisar o vigor das sementes submetidas ao teste de frio. As sementes armazenadas à temperatura ambiente apresentaram redução no vigor devido ao armazenamento; a partir do armazenamento por período de 180 dias, resultou-se em menor valor de vigor; o armazenamento por 30 dias, reduziu o vigor comparado ao controle. Para as sementes armazenadas durante 30 e 180 dias, o vigor foi inferior quando estas foram armazenadas sob temperatura ambiente, comparado ao armazenamento em câmara fria (Tabela 5).

**Tabela 5:** Resultados do teste de frio, expressos em %, após o período de 180 dias do armazenamento em dois ambientes

Tratamento	Teste de frio	
	Câmara fria %	Temperatura ambiente
0	97 aA	97 aA
30	99 aA	90 bB
180	98 aA	76 cB
CV%		3,66

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e minúsculas na VERTICAL não diferem entre si pelo teste de Scott knott ( $p > 0,05$ ).

De acordo com Carvalho *et al.* (2015), a obtenção de porcentagens altas de emergência de sementes submetidas ao teste de frio é importante, visto que os materiais genéticos que apresentam alto desempenho germinativo, quando expostos a condições de baixa temperatura, geralmente possuem bom desempenho em campo. Além de suportarem melhor condições de adversidade no ambiente, esses materiais genéticos apresentam mais homogeneidade na emergência, em condições de baixa temperatura do solo.

Nesse estudo, constatou-se que a emergência de sementes armazenadas sob temperatura ambiente reduziu devido ao armazenamento, o que pode estar relacionado à maior deterioração da semente sob essas condições de armazenamento ao longo do tempo. Gugé *et al.* (2019) afirmam que o processo contínuo de respiração pelas sementes durante o armazenamento resulta no consumo dos compostos químicos de reserva e na transformação desses em calor, água e dióxido de carbono. Como consequência desse processo, verifica-se que, quando o armazenamento não é realizado adequadamente para minimizar ao máximo esse processo, há reduções na qualidade final das sementes. Portanto, conforme presente estudo, o armazenamento em temperatura ambiente por um período superior a 30 dias é uma prática que deve ser evitada, considerando que isso pode reduzir a qualidade das sementes. Outro aspecto importante é que o menor índice de emergência foi verificado para as sementes submetidas ao armazenamento sob temperatura ambiente, durante 30 e 180 dias, quando comparado ao armazenamento em câmara fria. De modo semelhante, Braga *et al.* (2021) verificaram que o armazenamento de sementes de soja em câmara fria mostrou-se mais eficaz que o armazenamento em temperatura ambiente, mesmo quando as sementes foram armazenadas por curtos períodos. Portanto, destaca-se que, de acordo com Villela e Menezes (2009), o armazenamento das sementes sob condições controladas, sobretudo umidade relativa do ar e temperatura, possibilita preservar a qualidade dessas estruturas biológicas. Logo, o armazenamento das sementes em câmara fria no presente estudo pode ter contribuído para a preservação da qualidade, minimizando a deterioração delas, comparado ao armazenamento sob condições ambientais.

#### 4 CONCLUSÃO

As condições e períodos de armazenamento não afetaram a germinação das sementes. O armazenamento em temperatura ambiente por 180 dias resultou em menor



emergência de plântulas em canteiro. O armazenamento em temperatura ambiente por 30 e 180 dias resultou em menor vigor.

### AGRADECIMENTOS

À empresa Helix Sementes por ceder o material e o espaço para a realização do trabalho, em especial à equipe do Laboratório de Sementes, por todo o suporte durante a realização deste experimento.

À professora D.Sc Gabriella Daier Oliveira Pessoa Carneiro, pela paciência e compreensão e pelos ensinamentos.

### REFERÊNCIAS

ANTONELLO, L. M. *et al.* Maize seed quality after storage in different packages. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2191-2194, 2009.

BRAGA, A. A. de O.; COSSA, C. A.; SORACE, M. A. da F.; MACHADO, V. J. de J.; FREZATO, P.; SORACE, M.; PIRES, C. E. M.; OSIPI, E. A. F. Influência do armazenamento em diferentes temperaturas na qualidade fisiológica de sementes de *Glycine max* (L.) Merrill. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 2, p. 18101-18108, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa MAPA 45/2013**. Brasília: MAPA, 2013. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy\\_of\\_INN45de17desetembrode2013.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009.

BORÉM, A.; MIRAND, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: Ed. UFV, 2009.

CARVALHO, I. R. *et al.* Efeitos fisiológicos atribuídos ao teste de frio e adição de reguladores vegetais em híbridos de milho. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 11, n. 3, p. 030201, 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: safra 2020/21: oitavo levantamento**. Brasília: CONAB, 2021.

CUNHA, S. B. T. da. **Tratamento inseticida e armazenamento na germinação e vigor de sementes de milho**. 2012, 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

GUGÉ, L. M. A. *et al.* Avaliação de técnicas de armazenamento de sementes de tenticarolina (*Adenathera pavonina* L.) em função de diferentes tipos de embalagens e ambientes. **Biodiversidade**, Cuiabá, v. 18, n. 3, p. 126-135, 2019.

KAEFER, J. *et al.* Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Ciência & Tecnologia**, Cruz Alta, v. 3, n. 1, p. 13-22, 2019.

MARINI, P. *et al.* Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do Milho. Sete Lagoas, MG. **Circular Técnica n. 22**, EMBRAPA - MAPA, dez. 2002. p. 65.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.

MIRANDA, G. V.; COIMBRA, R. R.; GODOY, C. L.; SOUZA, L. V. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho de pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 681-688, 2003.

OLIVEIRA, A. K. M.; ALVES, F. F.; FERNANDES, V. Germinação de sementes de *Vochysia divergens* após armazenamento em três ambientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 525-531, 2018.

PARAGINSKI, R. T. *et al.* Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 358-363, 2015.

PINAZZA, L. A.; ALIMANDRO, R. Milho híbrido: desafios de uma semente. **Agroanalysis**, São Paulo, p. 18-19, 1998.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O armazenamento de cada semente. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 13, n. 4, p. 22-25, 2009.

## Qualidade fisiológica de sementes de soja com e sem incidência de *Cercospora kikuchii*

*Physiological quality of soybean seeds with and without incidence of Cercospora kikuchii*

NATALIA TOLENTINO DE SOUSA  
Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)  
E-mail: nataliats@unipam.edu.br

KARLA VILAÇA MARTINS  
Professora orientadora (UNIPAM)  
E-mail: karlavm@unipam.edu.br

---

**Resumo:** Diversos fatores influenciam a produtividade da cultura da soja no campo, e a obtenção de elevados rendimentos inicia-se com a escolha da cultivar adaptada e sementes de qualidade. Em relação aos fatores de influência, merece destaque a mancha púrpura, causada pela *Cercospora kikuchii*, que é um fungo encontrado em todas as regiões produtoras de soja no Brasil. Em casos mais severos, pode-se chegar a até 30% de perda no rendimento e na produtividade da cultura. Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes sadias e com mancha púrpura, para garantir a qualidade fisiológica da cultura da soja. O experimento foi realizado no laboratório de Análises de Sementes localizado no Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, com quatro tratamentos, sendo T1 Sementes sadias, T2 Sementes com mancha púrpura, T3 Sadia + TS, T4 Mancha púrpura + TS e cinco repetições. Para o teste de envelhecimento acelerado, foi feita a distribuição de 200 sementes sobre tela de alumínio, fixada em caixa Gerbox, sendo mantidas a 65°C por 48 horas e depois submetidas ao teste padrão de germinação. Para o teste padrão de germinação, as sementes foram sobrepostas em papel *germitest* com cinco repetições de 50 sementes por tratamento. Os rolos foram levados para o germinador, sendo feitas duas avaliações no quinto e no oitavo dia. Já para o comprimento de plântula, foram sobrepostas 10 sementes por repetição em papel *germitest*, e os rolos foram acondicionados no germinador a 25°C por sete dias. Com o auxílio de uma régua, foi estimado em cm o comprimento de plântulas. Em relação ao teste padrão de germinação e ao teste de envelhecimento acelerado, a semente com mancha púrpura e sem tratamento sofreu reduções no seu rendimento; em relação ao comprimento de plântula, esta apresentou o menor comprimento. Concluiu-se que as sementes de soja com incidência de mancha púrpura causada pelo fungo *Cercospora kikuchii* apresentaram menor potencial fisiológico.

**Palavras-chave:** germinação; *Glycine max*; mancha púrpura; vigor.

**Abstract:** Various factors influence soybean crop productivity in the field, and achieving high yields begins with selecting adapted cultivars and quality seeds. Among the influential factors, purple blotch caused by *Cercospora kikuchii*, a fungus found in all soybean-producing regions in Brazil, deserves special attention. In severe cases, yield and crop productivity losses can reach up to 30%. In light of this, the study aimed to evaluate the effect of treating healthy seeds compared to those with purple blotch to ensure the physiological quality of the soybean crop. The experiment was conducted in the Seed Analysis Laboratory located at the University Center of

Patos de Minas - UNIPAM, with four treatments: T1 Healthy seeds, T2 Seeds with purple blotch, T3 Healthy + Seed Treatment (ST), T4 Purple blotch + ST, and five replications. For the accelerated aging test, 200 seeds were distributed on aluminum screens fixed in Gerbox containers, maintained at 65°C for 48 hours, and subsequently subjected to the standard germination test. For the standard germination test, seeds were placed on germitest paper with five replications of 50 seeds per treatment. The rolls were placed in a germinator, with evaluations performed on the fifth and eighth days. As for seedling length, 10 seeds per replication were placed on germitest paper, and the rolls were stored in the germinator at 25°C for seven days. Seedling length in centimeters was estimated using a ruler. Regarding the standard germination test and the accelerated aging test, seeds with purple blotch and no treatment exhibited reduced performance. In terms of seedling length, they had the shortest length. It was concluded that soybean seeds with purple blotch caused by the fungus *Cercospora kikuchii* exhibited lower physiological potential.

**Keywords:** germination; *Glycine max*; purple blotch; vigor.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L) Merrill] é uma oleaginosa da família das Fabaceae nativa do continente asiático, na região do Yangtse (COSTA *et al.*, 1994). Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial, sendo responsável por 70% dos grãos produzidos, obtendo esses elevados índices de produtividade devido ao melhoramento genético e ao uso de novas técnicas de manejo ((MEYER *et al.*, 2022).

Foram colhidos na safra 2021/2022 em torno de 124,04 milhões de toneladas. As exportações foram mantidas em 77 milhões de toneladas e estão dentro da base de cálculo estatístico. O Brasil passou de 19 milhões para 55 milhões de hectares de área ocupada pelas lavouras entre 1985 e 2020. Desse montante, 36 milhões são ocupados por plantações de soja (CONAB, 2022).

Diversos fatores influenciam a produtividade da cultura da soja. No campo, a obtenção de elevados rendimentos inicia-se com a escolha da cultivar adaptada e sementes de qualidade. A qualidade de sementes é definida por quatro atributos: a genética com uma semente mais pura que representa o seu material de origem; a sanitária livre de patógenos e doenças; a física livre de danos, como dano mecânico; a qualidade fisiológica propriamente dita atrás do vigor e germinação de sementes que interfere diretamente no stand final de plantas, afetando uniformidade e produtividade (ANDRADE, 2001).

A soja, na maioria das regiões produtoras, é cultivada sob condições que favorecem a sobrevivência de agentes patogênicos e o desenvolvimento de doenças (KOENNING; WRATHER, 2010). Além disso, a maioria das doenças de importância econômica é causada por patógenos que são transmitidos pelas sementes. Entre estes, merece destaque a mancha púrpura ou crestamento foliar de cercospora, causado pela *Cercospora kikuchii*, que é um fungo encontrado em todas as regiões produtoras de soja no Brasil, principalmente nas regiões mais quentes e chuvosas, sendo considerada uma doença de final de ciclo. Em casos mais severos, causa redução de mais de 20%, podendo chegar a até 30% de perdas no rendimento e produtividade da cultura (GRIGOLLI, 2015).

O fungo atinge todas as partes da planta. As sementes são atingidas através da infecção da vagem, causando manchas escuras no tegumento, por isso a denominação do nome mancha púrpura, podendo apresentar um comprometimento em sua qualidade, tanto pela desvalorização visual com a sua coloração arroxeada no tegumento, quanto pela redução da germinação e geração de plântulas com menor vigor. A mudança de cor do tegumento acontece devido à presença da toxina cercosporina. Essa toxina, além de desencadear danos na membrana celular, causa a oxidação de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, comprometendo a viabilidade da semente (DAUB; CHUNG, 2007). Nas folhas, os sintomas começam com pontos escuros castanhos avermelhados que se juntam formando manchas maiores que resultam num severo crestamento e desfolha prematura (ALMEIDA *et al.*, 2001). E, por fim, pode causar mortalidade das plântulas logo após a sua germinação (HENNING *et al.*, 2014).

Nas últimas safras, foi observada a ocorrência da mancha púrpura de forma generalizada, tendo destaque para as culturas precoces. A doença vem sendo observada de forma mais severa na semente, sendo totalmente pigmentada, com coloração mais intensa e manifestada, causando rachaduras de tegumento a partir do hilo, gerando transtorno aos produtores de sementes, sobretudo pela possibilidade de descarte dos lotes produzidos (DORNELES, 2021). Entre as principais medidas de controle dessa doença, pode-se destacar a utilização de sementes saudáveis, o tratamento de sementes, a incorporação de restos culturais, a aplicação de fungicidas entre o florescimento e o enchimento de grãos e a rotação de cultura com espécies não suscetíveis (KLINGELFUSS; YORINORI, 2001).

O emprego de sementes de soja com elevado potencial fisiológico é uma condição a ser considerada para o aumento da produção dessa cultura e, por isso, o monitoramento da qualidade de sementes deve ser mais eficiente, abrangendo testes que avaliem de forma mais rápida o potencial fisiológico, permitindo a diferenciação mais precisa entre os lotes (FESSEL, 2010).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja com e sem incidência de *Cercospora kikuchii*.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes localizado no Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, no município de Patos de Minas, Minas Gerais, Brasil. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 18°34'24,46" S (latitude Sul), 46°30'47,45" O (longitude Oeste) e 940 m de altitude.

As sementes com e sem os aspectos de mancha púrpura utilizadas são da mesma cultivar RK6813RR da empresa KWS que fica localizada em Patos de Minas, Minas Gerais, Brasil. Para o tratamento de sementes, foi utilizado o produto comercial Standak Top, que é uma mistura pronta contendo o inseticida Fipronil e os fungicidas Piraclostrobina e Tiofanato Metílico, sendo utilizado 1 mL a cada 500 g de sementes. O experimento contou com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas (Tabela 1).

**Tabela 1:** Descrição dos tratamentos utilizados no ensaio “Qualidade fisiológica de sementes de soja com e sem aspecto de *Cercospora kikuchii*”, UNIPAM, Patos de Minas, safra 2022/22

Tratamentos	Descrição
T <sub>1</sub>	Sementes sadias
T <sub>2</sub>	Sementes com mancha púrpura
T <sub>3</sub>	Sementes Sadia + Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato Metílico <sup>1</sup>
T <sub>4</sub>	Sementes com Mancha púrpura + Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato Metílico <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Produto comercial denominado Standak Top.

O teste de germinação foi conduzido com cinco repetições de 50 sementes por tratamento, em rolos de papel toalha (*germitest*), umedecidos com quantidade de água equivalente a cerca de duas vezes e meia o peso do papel, mantidos em câmara de germinação a 25°C por sete dias. As avaliações foram realizadas aos cinco e aos oito dias após a instalação.

A definição de plântulas normais foi verificada conforme as Regras para Análise de Sementes, e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais por repetição de cada tratamento (BRASIL, 2009).

Para a realização do teste de envelhecimento acelerado, utilizou-se a metodologia descrita por Marcos Filho (1999). Foi feita a distribuição de 200 sementes sobre tela de alumínio, fixada em caixa plástica de germinação (Gerbox) contendo, no fundo, 40 mL de água destilada. As caixas contendo as sementes foram mantidas a 65°C por 48 horas. Ao término desse período, foram submetidas ao teste padrão de germinação em papel *germitest*.

Para avaliação do comprimento de plântulas, foram aplicados os procedimentos descritos por Nakagawa (1999), sendo sobrepostas 10 sementes por repetição em papel *germitest* umedecidos com quantidade de água destilada correspondente a duas vezes e meia o seu peso total. Os rolos foram acondicionados em sacos lacrados e levados para o germinador a 25°C por sete dias. Após esse período, com o auxílio de uma régua, foi estimado em cm o comprimento de plântulas, sendo parte aérea + raiz.

As médias foram submetidas à análise de variância (ANAVA) e posteriormente foram submetidas à análise de comparação múltipla pelo Teste Tukey a 5% de significância. Para as análises dos dados, foi utilizado o *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira contagem, a porcentagem de germinação das sementes com incidência de mancha púrpura foi de 62%, significativamente menor quando comparada à porcentagem de germinação dos demais tratamentos, os quais apresentaram germinação média de 86% (Tabela 2).

**Tabela 2:** Porcentagem de germinação de sementes de soja aos 5 e 8 dias após a instalação do teste de germinação, UNIPAM, 2022

Tratamento	Germinação (%)	
	5 dias	8 dias
Semente sadia + TS	89 a	95 a
Sementes mancha púrpura + TS	85 a	92 a
Semente sadia	85 a	89 a
Sementes com mancha púrpura	62 b	78 b
CV (%)	5	5

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultado semelhante foi observado aos oito dias após a instalação do teste de germinação, em que a porcentagem de germinação das sementes que apresentavam mancha púrpura foi menor quando comparada à dos demais. Nas sementes com mancha púrpura, a germinação foi de 78% e, nos demais tratamentos, a porcentagem de germinação foi em média de 92%.

Segundo Galli *et al.* (2005), *Cercospora kikuchii* é um fungo causador de severas reduções no rendimento e na qualidade das sementes. Afeta principalmente a germinação de sementes, levando a estandes reduzidos e baixa qualidade de semente.

A porcentagem de germinação das sementes de soja aos 5 e 8 dias após a instalação do teste de envelhecimento acelerado também foi menor no tratamento em que as sementes apresentavam a incidência de mancha púrpura. Na contagem final, a porcentagem de germinação dessas sementes foi de 73%, enquanto, nos demais tratamentos, a porcentagem média de germinação foi de 91% (Tabela 3).

O menor comprimento de plântulas foi observado em plântulas oriundas das sementes que apresentavam mancha púrpura. As plântulas das sementes que apresentaram mancha púrpura, mas receberam tratamento de sementes também apresentaram comprimento de plântulas inferior ao das plântulas oriundas de sementes sadias (Tabela 3).

**Tabela 3:** Porcentagem de germinação do teste de envelhecimento acelerado aos 5 e 8 dias da instalação do teste e comprimento de plântula (CPL cm<sup>-1</sup> planta), UNIPAM, 2022

Tratamento	Envelhecimento acelerado (%)		Comprimento de plântula (cm <sup>-1</sup> planta)
	5 dias	8 dias	
Semente sadia + TS	74 a	94 a	19,8 a
Semente sadia	68 a	91 a	18,1 a
Sementes mancha púrpura + TS	86 a	89 a	14,2 b
Sementes mancha púrpura	57 b	73 b	9,8 c
CV (%)	7	5	14

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A *Cercospora kikuchii* nas folhas começa com pontos escuros castanho-avermelhados, que se juntam formando manchas maiores, resultando num severo crestamento e desfolha prematura (ALMEIDA *et al.*, 2001), podendo também causar

mortalidade das plântulas logo após a sua germinação (HENNING *et al.*, 2014). Embora Galli *et al.* (2005) e Goulart (2018) afirmem que a doença não acarreta efeito negativo na qualidade fisiológica das sementes de soja e não influencia na germinação das sementes, os resultados observados neste trabalho mostram que a mancha púrpura afetou a germinação, o vigor e o comprimento de plântulas.

Dorneles *et al.* (2021) observou que a doença causa redução do número de plântulas normais e aumento de plântulas anormais oriundas de sementes contaminadas com mancha púrpura, pois pode causar a morte das plântulas após germinadas; apesar de a semente estar tratada com fungicidas, o fungo pode atingir todas as partes da planta, gerando plântulas com menos vigor.

#### 4 CONCLUSÃO

Sementes de soja com incidência de mancha púrpura causada pelo fungo *Cercospora kikuchii* apresentaram menor potencial fisiológico.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M. R.; ARTORI, F.; CALVO, E. S.; MARIN, S. R. R.; FUKUJI, T. S. Diferenciação morfo-biomolecular de isolados de *Cercospora kikuchii* obtidos de sementes de soja no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 328, 2001.
- ANDRADE, R. V. de *et al.* Qualidade fisiológica das sementes do milho híbrido simples HS 200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 576-582, 2001. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/485555>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**. Brasília: CONAB, 2021/22. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/grãos>.
- COSTA, A.V. Retardamento da colheita após a maturação e seu efeito sobre a qualidade da semente e emergência de plântulas em 18 cultivares e linhagens de soja. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., 1978, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Embrapa-CNPSo, p. 293-308, 1979.
- COSTA, N. P.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C. Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 12-19, 1994.
- DAUB, M. E.; CHUNG, K. R. Cercosporin: a phytoactivated toxin in plant disease. **APSnet Features**, St. Paul, p. 01-14, 2007. Disponível em: [http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/p\\_ages/cercosporin.aspx](http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/p_ages/cercosporin.aspx).



DORNELES, K. R. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja com mancha púrpura. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 23-28, 2021.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; PINHO, E. V. DE R. V.; QUEIROZ, D. L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

FESSEL, S. A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C. R.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 207-214, 2010.

GALLI, J.; PANIZZU, R. C.; FESSEL, S. A.; SIMONI, F.; ITO, M. K. Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Cercospora kikuchii* na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 182-187, 2005.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja**: detecção, importância e controle. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 74 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1097768/fungos-em-sementes-de-soja-deteccao-importancia-e-controle>.

GRIGOLLI, J. F. J. Manejo de doenças na cultura da soja. In: FALEIROS, A. L. *et al.* (ed.). **Tecnologia e produção**: soja 2014/2015. Curitiba: Midiograf, 2015. Cap. 8, p. 134-156. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/216/216/newarchive-216.pdf>.

HENNING, A. A. *et al.* **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105942/1/Doc256-OL.pdf>.

KLINGELFUSS, L. H.; YORINORI, J. T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* e efeito de fungicidas sobre doenças de final de ciclo da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 356-361, 2001.

KOENNING, S. R.; WRATHER, J. A. Suppression of soybean yield potential in the continental United States by plant diseases from 2006 to 2009. **Plant Health Progress**, St. Paul, v. 11, n. 1, p. 01-06. 2010.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATE, 1999. Cap. 3, p. 01-24.

MEYER, M. C. *et al.* **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília: Embrapa, 2022. 550 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2, p. 01-24.

# Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produção de trigo para silagem

*Effect of top-dressing nitrogen application on silage wheat production*

MAURICIO ANTÔNIO DE OLIVEIRA COELHO

Professor orientador (UNIPAM)  
E-mail: mauricioac@unipam.edu.br

MATHEUS HENRIQUE PEREIRA VAZ

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)  
E-mail: mateushpv@unipam.edu.br

---

**Resumo:** A produtividade de trigo no Brasil pode ser elevada com o suprimento adequado de nitrogênio em cobertura. Esse estudo objetivou avaliar a resposta de parâmetros agrônômicos do trigo para silagem, com a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido entre abril e julho de 2021, no Campo Experimental Sertãozinho, em Patos de Minas - MG. Utilizou-se a cultivar de trigo da EPAMIG, MGS-BRILHANTE, no delineamento em blocos casualizados. Cada parcela apresentou cinco linhas com cinco metros de comprimento, espaçadas entre si por de 0,20 m. No plantio, foi realizada adubação com 300 Kg ha<sup>-1</sup> de 08-28-16 (N-P-K). A adubação de cobertura foi feita manualmente, aplicada na superfície do solo, ao lado das linhas de semeadura, no período da manhã, trinta dias após a germinação. Os tratamentos foram compostos por cinco doses de nitrogênio: T<sub>1</sub> – 0, T<sub>2</sub> – 50, T<sub>3</sub> – 100, T<sub>4</sub> – 150 e T<sub>5</sub> – 200 Kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia (45% de N). Avaliaram-se a massa de matéria fresca e seca de plantas e a produtividade e rendimento de grãos. Após a obtenção dos resultados, os dados foram ajustados em modelos de regressão, adotando-se a significância do coeficiente de regressão, R<sup>2</sup> e o significado biológico do modelo. Ocorreu incremento de matéria fresca, incremento da matéria seca e incremento da produtividade de grãos com aplicação de N em cobertura até a dose máxima (200 Kg ha<sup>-1</sup>). A concentração máxima de grãos na massa seca foi obtida com a aplicação de 118 Kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura, enquanto a % de matéria seca reduziu com o aumento das doses de N em cobertura. Conclui-se, portanto, que a aplicação de nitrogênio em cobertura influenciou na produção de trigo para silagem. Nas condições em que o experimento foi realizado, ocorreu incremento de matéria fresca, incremento de matéria seca e incremento na produtividade de grãos com aumento das doses de N aplicadas em cobertura.

**Palavras-chaves:** *Triticum* sp.; adubação nitrogenada; rendimento; acamamento; produtividade.

**Abstract:** Wheat productivity in Brazil can be increased with the appropriate top-dressing nitrogen supply. This study aimed to evaluate the agronomic response of silage wheat to increasing top-dressing nitrogen doses. The experiment was conducted between April and July 2021 at the Sertãozinho Experimental Field in Patos de Minas - MG. The EPAMIG wheat cultivar, MGS-BRILHANTE, was used in a randomized block design. Each plot consisted of five rows, each five meters long, spaced 0.20 meters apart. At planting, fertilization was carried out with 300 kg ha<sup>-1</sup> of 08-28-16 (N-P-K). Top-dressing fertilization was manually applied on the soil surface, next to the sowing lines, in the morning, thirty days after germination. The treatments consisted

of five nitrogen doses: T<sub>1</sub> - 0, T<sub>2</sub> - 50, T<sub>3</sub> - 100, T<sub>4</sub> - 150 and T<sub>5</sub> - 200 Kg ha<sup>-1</sup> of N in the form of urea (45% N). Fresh and dry matter of plants, grain yield, and grain yield were evaluated. After obtaining the results, the data were fitted to regression models, considering the significance of the regression coefficient, R<sub>2</sub>, and the biological significance of the model. There was an increase in fresh matter, an increase in dry matter, and an increase in grain yield with top-dressing N application up to the maximum dose (200 Kg ha<sup>-1</sup>). The maximum grain concentration in dry matter was obtained with the application of 118 Kg N ha<sup>-1</sup> as top-dressing, while the % dry matter decreased with increasing top-dressing N doses. Therefore, it can be concluded that top-dressing nitrogen application influenced wheat production for silage. Under the conditions of the experiment, there was an increase in fresh matter, an increase in dry matter, and an increase in grain yield with increasing top-dressing N doses.

**Keywords:** *Triticum* sp.; nitrogen fertilization; yield; lodging; productivity.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum* sp.) é uma *commodity* de grande importância, e sua utilização na alimentação animal tem-se intensificado, principalmente na forma de silagem (DE MORI, 2015). Isso ocorre, em virtude de a silagem de trigo reduzir os custos de produção, ser bem aceita pelos animais e apresentar teores de proteína bruta e energia satisfatórios à conversão em leite (SCHEFFER-BASSO *et al.*, 2003; FONTANELI; FONTANELI, 2009).

Um dos fatores que interferem na produção e na qualidade da silagem é a baixa fertilidade dos solos brasileiros, que requerem elevadas doses de adubação. Sendo assim, melhorar a eficiência com o uso de adubos é uma das estratégias que podem aumentar o rendimento da cultura (BARBOSA *et al.*, 2016; BACKES, 2018; SALAPATA, 2018; VAZQUEZ; PEREIRA, 2018; WROBEL *et al.*, 2018; ARENHARDT, 2018; ECCO *et al.*, 2020).

Para a cultura do trigo, o nitrogênio (N) é o nutriente mais exportado. Além de desempenhar diversas funções essenciais às plantas, pode, no trigo, potencializar a emissão de perfilhos, a produção de biomassa, o número de folhas, o teor de proteína bruta e a qualidade dos grãos produzidos. Apesar disso, é importante verificar a quantidade, a fonte e a época de aplicação dos fertilizantes (ZAGONEL *et al.*, 2002; PRANDO *et al.*, 2013; ORSO *et al.*, 2014; BACKES, 2018).

As exigências por N pela cultura são variáveis. De acordo com Nunes *et al.* (2011) e Melero *et al.* (2013), dependem principalmente da cultura antecessora, da cultivar utilizada, do tipo de solo, da época de aplicação e das condições meteorológicas. Esses são fatores importantes, pois tanto a deficiência quanto o excesso podem ser prejudiciais. Em casos de deficiência de nitrogênio, ocorre a redução do limbo foliar, amarelecimento das folhas e redução no perfilhamento (MUNDSTOCK; BREDEMEIER, 2002). Já em casos de excesso, pode ocorrer o acamamento da cultura (ZAGONEL *et al.*, 2002; TEIXEIRA FILHO *et al.*, 2007). Nesse sentido, para reduzir os gastos com a adubação nitrogenada, bem como para aumentar a eficiência no uso do nutriente pela cultura, é importante a realização de estudos acerca do manejo mais adequado, como a dose a ser utilizada.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produção de trigo para silagem.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido entre abril e julho de 2021, no Campo Experimental Sertãozinho, que pertence à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, situado em Patos de Minas, MG. De acordo com a classificação de Köppen e Geiger (1928), o local apresenta clima tropical de altitude (Cwa), com precipitação média anual em torno de 1400 mm, sendo a temperatura média anual igual a 21,1°C e a máxima anual 27,8°C (SOUZA *et al.*, 2005).

Neste experimento, utilizou-se a cultivar MGS-BRILHANTE. Essa cultivar apresenta porte alto e é resistente ao acamamento, suporta altas temperaturas e certo déficit hídrico na entressafra.

O plantio foi realizado em sucessão à cultura do milho, em abril de 2021, em delineamento de blocos casualizados (DBC). Cada parcela experimental consistiu em cinco linhas com cinco metros de comprimento, espaçadas entre si por de 0,20 m, totalizando 5 m<sup>2</sup> de área total por parcela. Como área útil das parcelas, adotaram-se as três linhas centrais, descartando-se 0,5 m em cada extremidade.

No plantio, também foi realizada adubação com 300 Kg ha<sup>-1</sup> de 08-28-16 (N-P-K). Além disso, durante o desenvolvimento da cultura, foram realizados, quando necessário, controle fitossanitário, capina e demais tratamentos culturais, conforme as recomendações técnicas para a cultura do trigo.

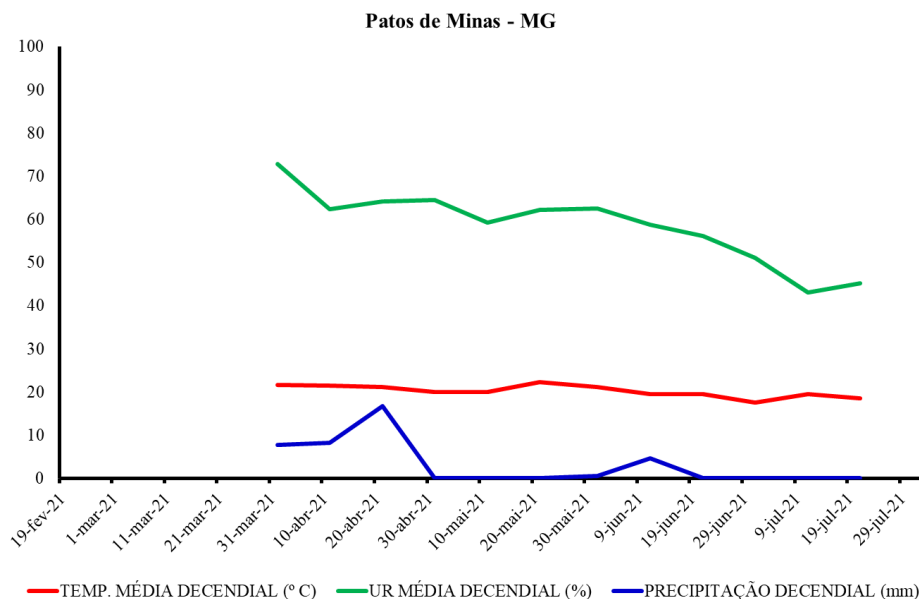
Foram utilizados cinco tratamentos, com cinco repetições, sendo doses de nitrogênio em cobertura, aplicadas trinta dias após a germinação, conforme Tabela 1. A adubação de cobertura foi feita manualmente, aplicada na superfície do solo, ao lado das linhas de semeadura no período da manhã, trinta dias após a germinação. Foi utilizada ureia como fonte de nitrogênio, com 45% de nitrogênio.

**Tabela 1:** Descrição dos tratamentos utilizados no ensaio “Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produção de trigo para silagem”, UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2021

Tratamentos	Dose (Kg N ha <sup>-1</sup> )
T <sub>1</sub>	0
T <sub>2</sub>	50,0
T <sub>3</sub>	100,0
T <sub>4</sub>	150,0
T <sub>5</sub>	200,0

O experimento foi conduzido em sistema de sequeiro. Os dados meteorológicos da área, durante o período experimental, podem ser observados na Figura 1.

**Figura 1:** Dados meteorológicos da área do ensaio: “Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produção de trigo para silagem”, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021



Fonte: INMET (2021).

As avaliações foram realizadas no estádio de grão massa dura. Nesse estudo, avaliaram-se produção de matéria fresca, produção de matéria seca, porcentagem de matéria seca, produtividade de grãos e porcentagem de grãos na matéria seca.

Para a determinação da matéria fresca, foi colhida a área útil da parcela; em seguida, fez-se a pesagem em balança de precisão 0,1 g. Posteriormente, as plantas foram colocadas em sacos de papel previamente identificados, separadamente e levados à estufa de ventilação forçada em temperatura de 65°C, até estabilização do peso. Após a estabilização, realizou-se a pesagem para determinação da matéria seca. Os dados obtidos foram transformados para Kg de matéria fresca ha<sup>-1</sup> e Kg de matéria seca ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Após a determinação da matéria seca, determinou-se a porcentagem de matéria seca em relação à matéria fresca obtida. Posteriormente à determinação da porcentagem de matéria seca, determinou-se a produtividade de grãos nas parcelas. Os dados obtidos foram transformados em Kg ha<sup>-1</sup> de grãos. Posteriormente, obtiveram-se os dados de porcentagem de grãos na matéria seca.

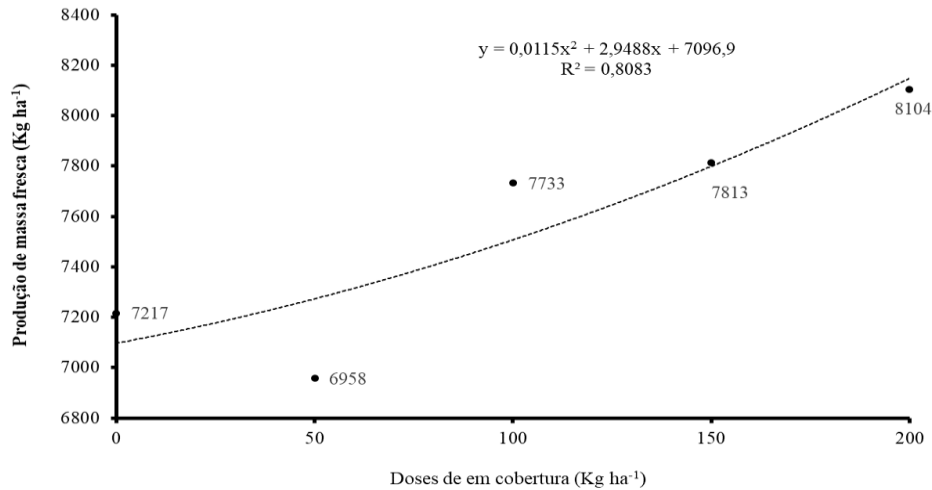
Após a obtenção dos dados, estes foram submetidos à análise de variância, e os modelos de regressão ajustados, adotando-se como critério de escolha a significância do coeficiente de regressão, R<sup>2</sup> e o significado biológico do modelo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a matéria fresca, houve ajuste de modelo de regressão na forma quadrática. Observou-se aumento crescente de matéria fresca com incremento das doses de N em cobertura. Estimou-se que, para cada quilo de nitrogênio aplicado em cobertura, o incremento de matéria fresca foi equivalente a 2,96 Kg ha<sup>-1</sup>. Entre as doses utilizadas,

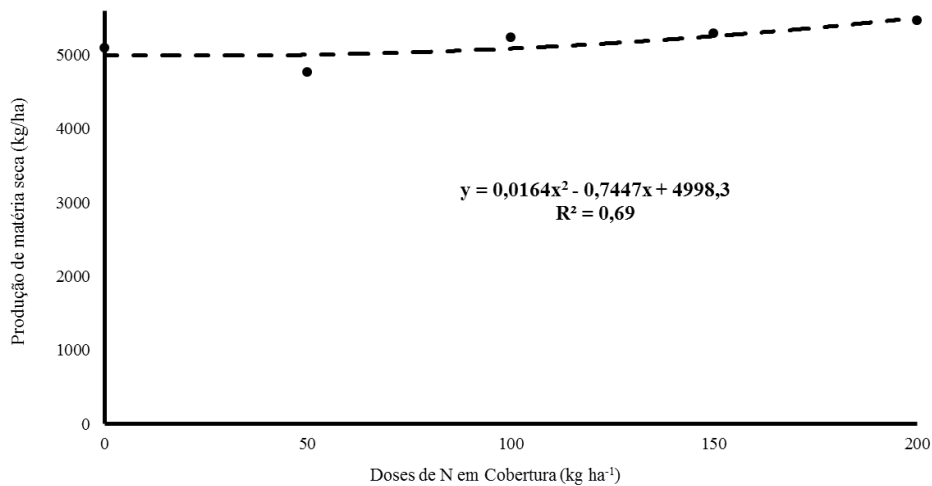
observou-se que a maior dose (200 Kg de N ha<sup>-1</sup>) apresentou acréscimo de 12,29% de matéria fresca (887 Kg ha<sup>-1</sup>) em comparação à dose zero de N em cobertura (Figura 2).

**Figura 2:** Matéria fresca de plantas de trigo para silagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021



Observou-se que houve aumento de 1,52 Kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca para cada quilo de N aplicado, após a dose de 22,7 kg de N em cobertura. A produção máxima de matéria seca foi obtida com aplicação de 200 Kg N ha<sup>-1</sup>, significando um incremento de 7,28% (371 Kg ha<sup>-1</sup>) em comparação à ausência de N em cobertura (Figura 3).

**Figura 3:** Matéria seca de plantas de trigo para silagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021

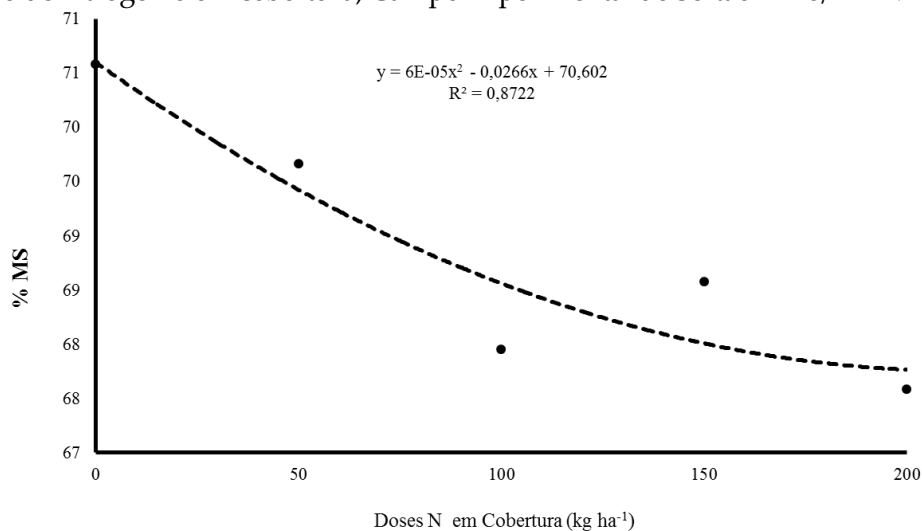


Para Benincasa (2004), cerca de 90% da massa seca acumulada pela planta ao longo de seu ciclo é derivado da atividade fotossintética, o restante é oriundo do solo. Possivelmente, neste experimento, a maior disponibilidade de nitrogênio para as plantas potencializou a taxa fotossintética destas, incrementando o acúmulo de matéria seca. O nitrogênio faz parte da composição da clorofila e mantém as folhas verdes por mais

tempo, aumentando o período de acúmulo de fotoassimilados (ORSO *et al.*, 2014). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Pietro-Souza *et al.* (2013), em que a adubação nitrogenada potencializou o acúmulo de massa fresca e seca em plantas de trigo. Porém, os autores verificaram decréscimo na massa seca a partir da dose de 165 kg dm<sup>-3</sup>. Por outro lado, Groff *et al.* (2020), em experimento em casa de vegetação, só obtiveram aumento na massa fresca e seca do trigo, quando as doses de nitrogênio foram associadas à aplicação de Piraclorobina.

Conforme pode ser observado na Figura 4, houve redução da porcentagem de matéria seca na matéria fresca das plantas com o incremento das doses de N em cobertura. Ocorreu decréscimo de 4,22% entre a dose de 200 Kg ha<sup>-1</sup> N em cobertura e a dose zero.

**Figura 4:** Porcentagem de matéria seca na matéria fresca de trigo para silagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021



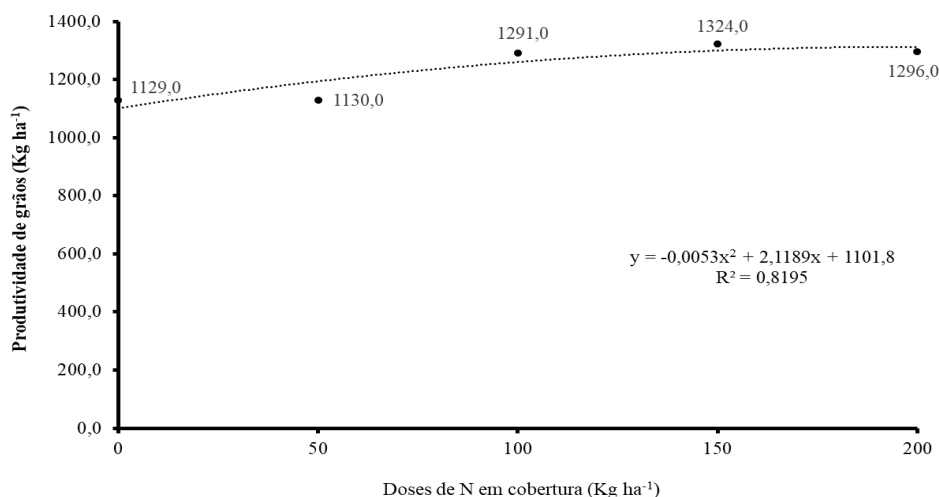
Essa redução no teor de matéria seca pode estar relacionada ao maior desenvolvimento radicular proporcionado pelas doses mais elevadas de N em cobertura. De acordo com Fagan *et al.* (2016), o nitrogênio faz parte da composição do triptofano, aminoácido precursor de auxina. A auxina, por sua vez, é um hormônio que, em pequenas concentrações, potencializa o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes. Além disso, o alongamento celular (também devido ao nitrogênio) faz com que os solutos fiquem menos concentrados nas células. Assim, nas doses mais elevadas de N em cobertura, as raízes mais profundas podem ter proporcionado maior suprimento de água para as plantas e, conseqüentemente, maior teor de água nestas, reduzindo a % de matéria fresca.

Houve ajuste de modelo quadrático para a resposta da produtividade em função da aplicação de N em cobertura (Figura 5). A produtividade máxima de grãos de trigo estimada foi de 1.314 Kg ha<sup>-1</sup> na dose de 200 Kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura. O clima seco e a ausência de chuvas após o perfilhamento podem ter elevado as perdas de N por volatilização e, conseqüentemente, influenciado no aproveitamento de N pelas plantas.



Dessa forma, com a elevação das doses, pode ter ocorrido maior disponibilidade de N para as plantas, influenciando no aumento da produtividade de grãos.

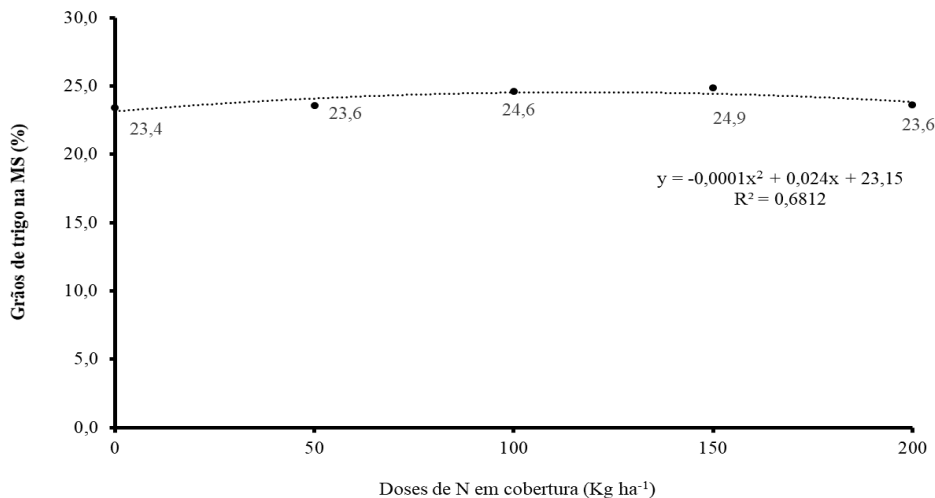
**Figura 5:** Produtividade de grãos de trigo para silagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021



Para Prando *et al.* (2013), um dos benefícios proporcionados pelo nitrogênio no trigo é o número de espiguetas e de grãos por espiga e o tamanho dos grãos. Além disso, esse resultado pode ser explicado pelo aumento na produção de fotoassimilados e pela redução na senescência, ambos influenciados pelo aumento da disponibilidade de nitrogênio (BACKES, 2018). Tal resultado é contrário ao obtido por Espindula *et al.* (2010), em que não houve resposta à produtividade de trigo com diferentes fontes e doses de N. Apesar disso, resultados positivos também foram observados por Teixeira Filho *et al.* (2010), em que o incremento na dose de nitrogênio até 120 kg ha<sup>-1</sup> aumentou a produtividade de grãos, independentemente da época de aplicação e da fonte de nitrogênio.

A concentração máxima de grãos na massa seca foi obtida com a aplicação de 118 Kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura (Figura 6). Nesse caso, o nitrogênio pode ter influenciado não só a produção, mas também a translocação de fotoassimilados para os grãos. Além disso, ele faz parte da composição de enzimas, proteínas e biomoléculas como ATP, NADH, NADPH, potencializando a atividade fisiológica da planta (PIETRO-SOUZA *et al.*, 2013; ORSO *et al.*, 2014). Neste experimento, essa resposta observada da porcentagem de grãos produzida em relação à aplicação de N em cobertura pode estar relacionada à Lei do máximo, descrita por Voisin (1973), em que o excesso de um nutriente no solo pode reduzir a eficácia dos demais e, conseqüentemente, diminuir o rendimento das lavouras, tendo em vista a importância de cada um para o metabolismo das plantas.

**Figura 6:** Porcentagem de grãos de trigo na massa seca em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021



Outro fator que pode ter influenciado na resposta da produção de grãos com a aplicação de N em cobertura pode estar relacionado com a escassez de chuvas durante o ciclo da cultura. Após a aplicação do N em cobertura no experimento, ocorreu apenas 5,2 mm de chuvas. A água é fundamental para a completa solubilização do fertilizante e posteriormente para a absorção das plantas.

## 5 CONCLUSÃO

O uso de nitrogênio em cobertura influenciou na produção de trigo para silagem. Nas condições em que o experimento foi realizado, ocorreu incremento de matéria fresca, matéria seca e produtividade de grãos com aumento das doses de N aplicadas em cobertura.

## REFERÊNCIAS

ARENHARDT, L. G. **Eficiência de aproveitamento de adubação nitrogenada por cultivares de trigo em sistema nabo/trigo**. 2020. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2020.

ARF, O. *et al.* Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 871-879, 2001.

BACKES, A. J. **Épocas de semeadura e doses de nitrogênio em trigo de duplo propósito BRS Tarumã**. 2018. 29 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2018.

BARBOSA, A. P. *et al.* Doses de Nitrogênio em cobertura na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 28, n. 2, p. 211-220, 2016.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos: safra 2020/21**, n. 7. Brasília: CONAB, 2021.

DE MORI, C. Aspectos econômicos da produção e utilização. *In*: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. (ed.). **Trigo: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UVF, 2015. p. 11-34.

ECCO, M. *et al.* Adubação nitrogenada em cobertura em diferentes estádios fenológicos da cultura do trigo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 09-16, 2020.

ESPINDULA, M. C. *et al.* Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, 2010.

FAGAN, E. B. *et al.* **Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral**. São Paulo: Andrei Editora, 2016.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. Qualidade de forragem. *In*: FONTANELI, R. S. *et al.* **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Cap. 1, p. 25-31.

GROFF, V. L. F. *et al.* Influência do teor de nitrogênio no efeito verde causado por piraclostrobina em plantas de trigo. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v. 13, p. e5964, 2020.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

MELERO, M. M. *et al.* Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 343-353, 2013.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Dinâmica do afilhamento afetada pela disponibilidade de nitrogênio e sua influência na produção de espigas e grãos em trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 141-149, 2002.

NUNES, A. S. *et al.* Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 432-438, 2011.

ORSO, G. *et al.* Comportamento da cultura do trigo sob efeito de fontes e doses de nitrogênio. **Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, v. 5, p. 44-52, 2014.

- PASINATO, A. **Potencialidades e limitações para a expansão do cultivo de trigo sequeiro no bioma Cerrado do Brasil Central**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- PIETRO-SOUZA, W. *et al.* Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 6, p. 575-580, 2013.
- PRANDO, A. M. *et al.* Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 34-41, 2013.
- SALAPATA, M. C. **Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) a diferentes manejos de nitrogênio**. 2018. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018.
- SCHEFFER-BASSO, S. M. *et al.* **Valor nutritivo de forragens**: concentração, pastagens e silagens. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo - Centro de Pesquisa em Alimentação, 2003. 31 p.
- SOUZA, D. V. *et al.* Análise pluviométrica da carta topográfica de Patos de Minas referente ao período de 1978 a 2003. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 57., 2005, Fortaleza. **Anais eletrônicos [...]**. São Paulo: SBPC/UECE, 2005.
- TEIXEIRA FILHO, M. C. M. *et al.* Resposta de cultivares de trigo irrigados por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 421-425, 2007.
- TEIXEIRA FILHO, M. C. M. *et al.* Application times, sources and doses of nitrogen on wheat cultivars under no-till in the Cerrado region. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1375-1382, 2011.
- USDA. United States Department of Agriculture. **Production, supply and distribution (PSD) on line**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>.
- VAZQUEZ, G. H.; PEREIRA, H. A. Nitrogênio em cobertura na cultura do trigo em área anteriormente cultivada com milho. *In*: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2018, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: CONTECC, 2018.
- VOISIN, A. **Adubos**: novas leis científicas de sua aplicação. São Paulo: Mestre Jou, 1973. 130 p.

WROBEL, F. de L. *et al.* Qualidade da silagem de trigo produzida sob níveis de adubação nitrogenada em dois estádios fenológicos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 4, p. 539-546, 2018.

ZAGONEL, J. *et al.* Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 25-29, 2002.

# Tolerância ao déficit hídrico na germinação de sementes de soja tratadas com *Bacillus aryabhattai*

*Tolerance to water deficit in the germination of soybean seeds treated with Bacillus aryabhattai*

IGOR PEREIRA DE CASTRO E SILVA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: igorpces@unipam.edu.br

WELLINGTON FERRARI DA SILVA

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: wellingtonferrari@unipam.edu.br

---

**Resumo:** O uso adequado de doses de produtos à base de microrganismos benéficos pode mitigar o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de soja. Objetivou-se avaliar o efeito de doses crescentes de um produto à base de *Bacillus aryabhattai* em sementes de soja, durante a fase de germinação, em relação à tolerância ao déficit hídrico. O estudo foi desenvolvido no Laboratório e Núcleo de Pesquisa e Análise de Sementes do Centro Universitário de Patos de Minas, adotando-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a diferentes doses de um produto à base de *B. aryabhattai* no tratamento de sementes, sendo 0,0; 2,0; 4,0; 8,0 e 16,0 mLkg<sup>-1</sup> de semente. O estresse hídrico no teste de germinação foi induzido a partir de uma solução de água e cloreto de sódio. As avaliações de porcentagem de plântulas normais, anormais e de sementes mortas foram realizadas aos 5 e 8 dias após a implantação do teste. Além disso, determinou-se comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa de matéria fresca de parte aérea (MFPA), massa de matéria fresca de raiz (MFR), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa de matéria seca de raiz (MSR). Aos 5 dias, a maior porcentagem de plântulas normais, em comparação ao controle, ocorreu nas doses 2,0; 4,0 e 8,0 mLkg<sup>-1</sup>, sendo que essas doses também resultaram em menor porcentagem de plântulas anormais comparadas à dose 0,0 mLkg<sup>-1</sup>. Aos 8 dias, verificou-se maior porcentagem de plântulas normais com uso da dose 8,0 mLkg<sup>-1</sup>. Maior CPA comparado ao controle foi obtido no tratamento correspondente à dose 2,0 mLkg<sup>-1</sup> do produto, sendo que esse resultado pode estar associado a melhorias na atividade hormonal vegetal na presença da bactéria. O CR, MFPA e MSPA não foram influenciados pelos tratamentos, enquanto as doses 2,0 e 4,0 mLkg<sup>-1</sup> resultaram em maior MFR comparado ao controle. Para MSR, o tratamento 0,0 mLkg<sup>-1</sup> apresentou resultado inferior aos demais tratamentos avaliados. Concluiu-se que as doses do produto à base de *B. aryabhattai* no tratamento de sementes influenciaram a germinação das sementes de soja sob condições de estresse hídrico, com maior porcentagem de germinação aos cinco dias com as doses 2,0; 4,0 e 8,0 mL kg<sup>-1</sup> e aos oito dias com a dosagem 8,0 mL kg<sup>-1</sup>. Além disso, a dose 2,0 e as doses 2,0 e 4,0 mL kg<sup>-1</sup> do produto resultaram em maior CPA e valores superiores de MFR, respectivamente, enquanto MSR foi positivamente influenciada pelo tratamento de sementes com *B. aryabhattai*, independentemente da dosagem aplicada.

**Palavras-chave:** estresse abiótico; *Glycine max*; microrganismos benéficos.

**Abstract:** The proper use of doses of products based on beneficial microorganisms can mitigate the effect of water stress on soybean seed germination. The objective was to evaluate the effect of increasing doses of a product based on *B. aryabhatai* on soybean seeds during the germination phase concerning water deficit tolerance. The study was conducted at the Laboratory and Seed Research and Analysis Center of the University Center of Patos de Minas, adopting a completely randomized design, with five treatments and four replications. The treatments corresponded to different doses of a *B. aryabhatai*-based product for seed treatment, namely 0.0; 2.0; 4.0; 8.0, and 16.0 mLkg<sup>-1</sup> of seed. Water stress in the germination test was induced using a solution of water and sodium chloride. Evaluations of the percentage of normal, abnormal seedlings, and dead seeds were performed at 5 and 8 days after the test was initiated. Additionally, root length (RL), shoot length (SL), fresh shoot mass (FSM), fresh root mass (FRM), shoot dry mass (SDM), and root dry mass (RDM) were determined. At 5 days, the highest percentage of normal seedlings, compared to the control, occurred at doses 2.0, 4.0, and 8.0 mLkg<sup>-1</sup>, and these doses also resulted in a lower percentage of abnormal seedlings compared to the 0.0 mLkg<sup>-1</sup> dose. At 8 days, the highest percentage of normal seedlings was observed with the use of the 8.0 mLkg<sup>-1</sup> dose. A higher SL compared to the control was obtained in the treatment corresponding to the 2.0 mLkg<sup>-1</sup> dose of the product, and this result may be associated with improvements in plant hormonal activity in the presence of the bacterium. RL, FSM, and SDM were not influenced by the treatments, while the 2.0 and 4.0 mLkg<sup>-1</sup> doses resulted in higher FRM compared to the control. For RDM, the 0.0 mLkg<sup>-1</sup> treatment showed inferior results compared to the other evaluated treatments. It was concluded that the doses of the *B. aryabhatai*-based product for seed treatment influenced soybean seed germination under water stress conditions, with a higher germination percentage at five days with doses of 2.0, 4.0, and 8.0 mL kg<sup>-1</sup> and at eight days with the 8.0 mL kg<sup>-1</sup> dosage. Additionally, the 2.0 mL kg<sup>-1</sup> dose and the 2.0 and 4.0 mL kg<sup>-1</sup> doses of the product resulted in higher SL and higher values of FRM, respectively, while RDM was positively influenced by seed treatment with *B. aryabhatai*, regardless of the applied dosage.

**Keywords:** abiotic stress; *Glycine max*; beneficial microorganisms.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma espécie originária do continente asiático, que tem sido amplamente cultivada mundialmente visando à utilização como fonte de óleo, proteína e energia (ZHANG *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2021). Além disso, a soja é a *commodity* de maior importância no Brasil e ocupa uma área cultivada de, aproximadamente, 36 milhões de hectares, sendo um produto de grande relevância socioeconômica no país (CATTELAN; DALL' AGNOL, 2018; TAVARES *et al.*, 2022).

Estimativas preveem a produção de 152,9 milhões de toneladas de grãos de soja para a safra 2022/23, o que representa um incremento de 21,8% em comparação à safra anterior. Para esse período, a produtividade média estimada é de 3,528 toneladas por hectare, e a área cultivada corresponderá a cerca de 43.334,1 mil hectares (CONAB, 2023).

No Brasil, entre os aspectos que interferem na produção dessa cultura, sobretudo no Centro-Oeste, está disponibilidade hídrica, sendo que tanto o excesso quanto a escassez de chuvas durante a estação de cultivo podem ser prejudiciais ao pleno desenvolvimento da cultura (CATTELAN; DALL' AGNOL, 2018). Nesse contexto, Lopes e Guilherme (2016) afirmam que a seca é um dos principais fatores responsáveis por perdas na qualidade dos grãos e no rendimento final dessa cultura. Essas perdas,

muitas vezes, estão relacionadas ao efeito da redução da disponibilidade de água na fisiologia da planta, visto que a estiagem prolongada pode ocasionar decréscimos na taxa fotossintética.

É relevante destacar que os danos decorrentes do estresse hídrico durante o desenvolvimento da cultura, que incluem o processo germinativo, o crescimento e a reprodução vegetal, podem ser irreversíveis. Na fase de germinação, o estresse hídrico pode resultar em prejuízos no estabelecimento da cultura no campo ao comprometer a uniformidade e a velocidade de germinação, bem como a porcentagem das sementes germinadas. O estresse hídrico nas fases de subsequente crescimento vegetativo possui efeito mais pronunciado sobre a fotossíntese, com consequente impacto negativo sobre a produtividade vegetal (MARCOS FILHO, 2015; OLIVEIRA, 2019; CAMPOS *et al.*, 2021).

Frente a essa realidade, uma alternativa para mitigação dos efeitos advindos do estresse hídrico na agricultura é o uso de microrganismos como bactérias promotoras de crescimento vegetal (VURUKONDA *et al.*, 2016). Entre esses microrganismos, destacam-se as bactérias do gênero *Bacillus*, as quais estabelecem relações simbióticas com as plantas que favorecem os processos fisiológicos dos vegetais. Apresentam também distribuição cosmopolita e podem sobreviver em ambientes diversos, até mesmo sob condições extremas de temperatura e escassez hídrica (QIN *et al.*, 2015; ZHANG *et al.*, 2014).

A cepa bacteriana CMAA 1363 de *Bacillus aryabhatai*, isolada da região rizosférica da espécie cactácea *Cereus jamacaru*, confere tolerância à deficiência hídrica no milho (KAVAMURA *et al.*, 2017). Além disso, foi relatado que *B. aryabhatai* é um microrganismo benéfico capaz de incrementar a biomassa radicular na cultura do milho e em genótipos de cana-de-açúcar (SANTOS *et al.*, 2017). Estudos sobre o uso dessa bactéria para tolerância da soja ao estresse hídrico são incipientes, mas essa tecnologia pode ser uma alternativa promissora na sojicultura brasileira, o que justifica o presente trabalho.

O objetivo geral do presente estudo foi avaliar o efeito de doses crescentes de um produto à base de *Bacillus aryabhatai* em sementes de soja, durante a fase de germinação, em relação à tolerância ao déficit hídrico.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório e Núcleo de Pesquisa e Análise de Sementes do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), durante o primeiro semestre de 2023. Adotou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições por tratamento, totalizando-se 20 parcelas experimentais. Para efeito da repetição, utilizou-se um rolo de papel *germitest* contendo 50 sementes de soja.

Os tratamentos consistiram em doses crescentes de um produto à base de *Bacillus aryabhatai* com a concentração de  $1 \times 10^8$  UFC (unidades formadas de colônia) por mL. Foram avaliados cinco tratamentos, com doses variando entre 0,0 e 16,0 mL (Tabela 1).



**Tabela 1:** Doses de produto à base de *Bacillus aryabhatai* usadas no tratamento de sementes de soja. Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, Minas Gerais, 2023

Tratamentos	Dose do produto (mLkg <sup>-1</sup> de semente)
Tratamento 1	0,0
Tratamento 2	2,0
Tratamento 3	4,0
Tratamento 4	8,0
Tratamento 5	16,0

Sementes de soja cultivar TMG 237 IPRO foram tratadas com o produto à base de *Bacillus aryabhatai* nas respectivas doses por tratamento. As sementes foram acondicionadas em sacos plásticos, e o produto foi adicionado à superfície destas. Posteriormente, realizou-se a homogeneização manual por aproximadamente dois minutos, até a completa cobertura dessa estrutura biológica com a semente.

O teste de germinação foi implantado conforme metodologia descrita na Regras para Análise de Sementes (RAS), com modificações para indução do estresse por déficit hídrico. Inicialmente, procedeu-se à pesagem das folhas de papel *germitest* a serem usadas e esterilizadas. A partir da massa total obtida, em gramas, determinou-se o volume de água destilada para completo umedecimento das folhas de papel, adotando-se volume de água igual a 2,5 vezes a massa do papel seco (BRASIL, 2009).

Definido o volume de água, foi preparada uma solução salina a partir da adição e homogeneização de cloreto de sódio (NaCl) na água. A solução final apresentou potencial osmótico -0,60 Mpa e foi empregada no umedecimento do papel *germitest* (PEREIRA *et al.*, 2014).

Rolos de papel *germitest* foram confeccionados depositando-se 50 sementes de soja sobre duas folhas de papel umedecido com solução salina. Em seguida, uma folha de papel umedecido com a solução mencionada foi distribuída acima das sementes, seguida da confecção manual dos rolos de papel, os quais foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados. Posteriormente, o material foi acondicionado e mantido em germinador, a 25°C, durante sete dias corridos (BRASIL, 2009).

Um segundo teste de germinação foi realizado com dez sementes de soja por rolo de papel *germitest* a fim de determinar o comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa de matéria fresca de parte aérea (MFPA), massa de matéria fresca de raiz (MFR), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa de matéria seca de raiz (MSR). Também foram adotadas quatro repetições por tratamento, conforme mencionado anteriormente.

Aos cinco e oito dias após a implantação do experimento, determinou-se a porcentagem de germinação (%) em cada uma das repetições. Nessa etapa, a contagem do número total de plântulas normais e anormais oriundas das sementes de soja foi realizada. O cálculo da porcentagem de germinação foi realizado a partir da fórmula:  $G = (N/A) \times 100$ , sendo G a germinação em porcentagem, N o número total de sementes que originaram plântulas normais e A o número total de sementes submetidas ao teste de germinação. Além disso, procedeu-se à contagem do número de sementes mortas conforme preconizado pela Regras para Análise de Sementes (CETNARSKI FILHO; CARVALHO, 2009).

Em seguida, as sementes de soja germinadas foram submetidas à determinação do CPA e CR, utilizando-se uma régua graduada ou milimetrada. Após esse procedimento, foram determinadas MFPA, MFR, MSPA e MSR. Para tal, inicialmente, a parte aérea e a radícula foram separadas com auxílio de um bisturi, e a massa fresca, em gramas, de ambas as estruturas, foi mensurada em balança de precisão. Para determinação da massa de matéria seca, essas estruturas vegetativas foram mantidas em sacos de papel e acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até a obtenção de valores constantes de massa. A massa seca foi obtida por meio da mensuração em balança de precisão, em gramas (MELO *et al.*, 2012).

Os dados resultantes das avaliações foram tabulados e, posteriormente, analisados estatisticamente no *software* SISVAR® (FERREIRA, 2014). As médias foram submetidas à análise de variância e ao teste de Tukey, adotando-se nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de germinação de sementes aos cinco dias após a implantação do ensaio experimental variou entre 82,5 e 92,0% de plântulas normais. Para plântulas anormais, os resultados variaram entre 8,0 e 17,5%, a depender do tratamento de sementes utilizado. O tratamento de sementes de soja com as doses 2,0; 4,0 e 8,0 mLkg<sup>-1</sup> do produto à base de *B. aryabhattai* resultou em maior porcentagem de germinação, comparado ao tratamento controle (0,0 mLkg<sup>-1</sup>). A maior dose do produto estudada (16,0 mLkg<sup>-1</sup>) não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos para essa variável. Constatou-se ainda que as doses 2,0; 4,0 e 8,0 mLkg<sup>-1</sup> apresentaram menor porcentagem de plântulas anormais comparadas à dose 0,0 mLkg<sup>-1</sup> (Tabela 2).

**Tabela 2:** Porcentagem de germinação de sementes de soja tratadas com doses de produto à base de *Bacillus aryabhattai* e submetidas ao estresse hídrico induzido por cloreto de sódio, Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, Minas Gerais, 2023

Dose do produto (mLkg <sup>-1</sup> de semente)	Germinação aos 5 dias		Germinação aos 8 dias		
	Normais	Anormais	Normais	Anormais	Mortas
			(%)		
0,0	82,5 b	17,5 b	81,50 b	11,00 bc	7,50 a
2,0	89,5 a	10,5 a	90,50 ab	4,00 a	5,50 a
4,0	89,5 a	10,5 a	88,50 ab	6,50 ab	5,00 a
8,0	92,0 a	8,0 a	91,50 a	3,50 a	5,00 a
16,0	86,5 ab	13,5 ab	83,00 ab	11,50 c	5,50 a
<b>D.M.S.</b>	<b>3,43</b>	<b>3,43</b>	<b>4,65</b>	<b>2,47</b>	<b>3,83</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>3,57</b>	<b>26,18</b>	<b>4,89</b>	<b>31,04</b>	<b>61,61</b>

\* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Quanto à germinação das sementes de soja aos oito dias após a implantação do experimento, constatou-se porcentagem de germinação superior no tratamento correspondente à dose de 8,0 mLkg<sup>-1</sup> de sementes do produto, o qual resultou em 91,50% de germinação, um acréscimo de 10% comparado ao controle, isento do tratamento de

sementes com o produto. O tratamento de sementes com 4,0 e 8,0 mLkg<sup>-1</sup> do produto resultou em menor porcentagem de plântulas anormais comparado ao controle e à dose 16,0 mLkg<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Os resultados obtidos concordam com Sousa *et al.* (2023), os quais afirmam que diversas culturas podem ser beneficiadas pelo uso dessa bactéria. Além disso, segundo os autores, a mitigação do estresse hídrico por *B. aryabhatai* está associada a melhorias na atividade de hormônios vegetais, tais como citocininas, giberelinas, auxinas e ácido abscísico. Outros trabalhos sugerem que a maior germinação das sementes de soja tratadas com o produto pode estar associada à melhor atividade hormonal, visto que os hormônios influenciam diretamente os processos envolvidos na germinação e desenvolvimento das plantas (BRENNECKE *et al.*, 2023; PAIXÃO *et al.*, 2021).

Além disso, cabe mencionar que a maior porcentagem de plântulas normais no tratamento com 8,0 mLkg<sup>-1</sup> do produto pode estar relacionada ao incremento no teor de prolina e à maior estabilização da membrana, o que reduz a perda de eletrólitos pelas células vegetais, conforme observado por Abiala e Sahoo (2022) que relataram também a relevância de ambos os fatores sobre os benefícios da inoculação de *B. aryabhatai* em plantas de feijão-caupi submetidas ao estresse induzido por NaCl.

Notou-se ainda que a dose 16,0 mLkg<sup>-1</sup> resultou em maior porcentagem de plântulas anormais comparada ao emprego das demais doses no tratamento de sementes, e essa dosagem foi estatisticamente igual ao tratamento controle. No que tange à porcentagem de sementes mortas, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2). Um aspecto importante a ser considerado é que, possivelmente, a variável sementes mortas foi pouco influenciada pelos tratamentos avaliados, visto que a ausência de germinação dessas sementes, de acordo com a legislação vigente, pode estar associada ao amolecimento e à incidência de fitopatógenos, conforme Brasil (2009). Além disso, Cicero e Bamzatto Junior, (2003) e Silva, (2018) mencionam que sementes mortas podem resultar de danos no endosperma presentes no lote antes mesmo da submissão dessas estruturas biológicas ao estresse hídrico induzido.

Conforme apresentado na Tabela 3, o uso da dose 2,0 mLkg<sup>-1</sup> no tratamento de sementes de soja contribuiu para maior CPA comparado ao controle e não diferiu estatisticamente das doses 4,0 e 8,0 mLkg<sup>-1</sup>. Assim como observado no presente estudo, a inoculação de *B. aryabhatai* no tratamento de sementes de trigo também resultou em maior crescimento vegetal sob condições de estresse induzido por NaCl, em estudo realizado por Farahat *et al.* (2020). Nesse estudo, os autores verificaram que plantas inoculadas com esse microrganismo apresentaram incremento da ordem de 57,4% no CPA.

**Tabela 3:** Efeito do tratamento de sementes de soja com doses de produto à base de *Bacillus aryabhattai* sobre o desenvolvimento inicial de plântulas germinadas sob condição de estresse hídrico, Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, Minas Gerais, 2023

Dose do produto (mL/kg de semente)	CPA	CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR
	(cm)		(g)			
0,0	1,89 b	7,41 a	3,74 a	0,39 b	1,05 a	0,03 b
2,0	2,86 a	11,51 a	3,94 a	0,91 a	0,97 a	0,06 a
4,0	2,25 ab	9,19 a	3,87 a	0,81 a	1,04 a	0,07 a
8,0	2,27 ab	7,95 a	4,10 a	0,62 ab	1,09 a	0,06 a
16,0	2,03 b	6,33 a	3,93 a	0,66 ab	1,08 a	0,07 a
<b>D.M.S.</b>	<b>0,80</b>	<b>6,26</b>	<b>0,627</b>	<b>0,36</b>	<b>0,13</b>	<b>0,03</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>16,09</b>	<b>33,81</b>	<b>7,33</b>	<b>24,37</b>	<b>5,48</b>	<b>25,42</b>

\* D.M.S. - Diferença Mínima Significativa. C.V. (%) - Coeficiente de variação. CPA - Comprimento de parte aérea. CR - Comprimento de raiz. MFPA - Massa fresca de parte aérea. MFR - Massa fresca de raiz. MSPA - Massa seca de parte aérea. MSR - Massa seca de raiz.

\*\* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Dentre os fatores que podem ter contribuído para os resultados observados no presente estudo, destaca-se a ACC deaminase dessa espécie de bactéria. Na literatura científica, há evidências de que essa enzima possui papel importante na indução de tolerância vegetal aos estresses abióticos, bem como a atenuação dos efeitos deletérios decorrentes desses (FARAHAT *et al.*, 2020). Além disso, o tratamento de sementes com *B. aryabhattai* pode ter influenciado a atividade hormonal das plântulas de soja, visto que os hormônios vegetais, com destaque para a giberelina, podem ativar o processo germinativo e promover o alongamento radicular devido ao incremento da divisão e alongação das células, o que influencia o comprimento total da plântula recém germinada (COSTA, 2022; SOUSA, 2023).

Para o CR, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, o que também foi observado para MFPA e MSPA. Contudo, a variável MFR foi influenciada pela aplicação do produto, com destaque para as doses 2,0 e 4,0 mLkg<sup>-1</sup>, as quais contribuíram para maiores valores de massa comparadas à dose controle. Observou-se ainda que o uso do produto nas diferentes dosagens contribuiu para maior MSR comparado à não aplicação do produto.

De acordo com Park *et al.* (2017), *B. aryabhattai* isolado da rizosfera de plantas de soja foi comprovadamente promotor de crescimento nessa cultura tanto em condições ótimas de desenvolvimento quanto em condições de estresse. Logo, os maiores valores de MFR e MSR nos tratamentos referentes à aplicação do produto à base dessa espécie bacteriana podem ter decorrido da maior promoção de crescimento do sistema radicular.

#### 4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que as doses do produto à base de *B. aryabhattai* no tratamento de sementes influenciaram a germinação das sementes de soja sob condições de estresse hídrico, com maior porcentagem de germinação aos cinco dias com as doses 2,0; 4,0 e 8,0 mL kg<sup>-1</sup> e aos oito dias com a dosagem 8,0 mL kg<sup>-1</sup>. Além disso, a dose 2,0 e as doses 2,0 e 4,0 mL do produto resultaram em maior comprimento de parte aérea e valores

superiores de massa fresca de raiz, respectivamente, enquanto a massa seca de raiz foi positivamente influenciada pelo tratamento de sementes com *B. aryabhatai*, independentemente da dosagem aplicada.

## REFERÊNCIAS

ABIALA, M. A.; SAHOO, A. *Bacillus aryabhatai* enhanced proline content, stabilized membrane and improved growth of cowpea under NaCl-induced salinity stress. **Journal of Applied Microbiology**, [S. l.], v. 133, n. 3, p. 1520-1533, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BRENNECKE, K. *et al.* Germinação de sementes de *Urochloa* híbrida cv. Mulato II sob diferentes doses de bioestimulante. **VIDA: Exatas e Ciências da Terra**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 119-126, 2023.

CAMPOS, A. J. M. *et al.* Estresse hídrico em plantas: uma revisão. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 15, p. e311101523155-e311101523155, 2021.

CATTELAN, A. J., DALL'AGNOL, A. The rapid soybean growth in Brazil. **Oilseeds Fats Crops Lipids**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. D102, 2018.

CETNARSKI FILHO, R.; CARVALHO, R. I. N. de. Massa da amostra, substrato e temperatura para teste de germinação de sementes de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 257-265, 2009.

CICERO, S. M.; BANZATTO JUNIOR, H. L. Avaliação do relacionamento entre danos mecânicos e vigor, em sementes de milho, por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 29-36, 2003.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: CONAB, 2023.

COSTA, A. A. Osmoprotection in *Salvia hispanica* L. seeds under water stress attenuators. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 82, p. e233547, 2022.

FARAHAT, M. G. *et al.* Alleviation of salinity stress in wheat by ACC deaminase-producing *Bacillus aryabhatai* EWR29 with multifarious plant growth-promoting attributes. **Plant Archives**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 417-429, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

KAVAMURA, V. N. *et al.* Draft genome sequence of plant growth-promoting drought-tolerant *Bacillus* sp. strain CMAA 1363 isolated from the Brazilian caatinga biome. **Genome Announcements**, [S. l.], v. 5, n. 5, p. e01534-16, 2017.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. A career perspective on soil management in the Cerrado region of Brazil. **Advances in Agronomy**, [S. l.], v. 137, p. 01-72, 2016.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MELO, A.V. *et al.* Germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 687-695, 2012.

OLIVEIRA, R. **Pré-tratamento com peróxido de hidrogênio em sementes de soja induz tolerância ao estresse por déficit hídrico**. 2019, 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2019.

PAIXÃO, M. V. S. *et al.* Ácido giberélico na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 33, n. 2, p. 143-148, 2021.

PARK, Y. G. *et al.* *Bacillus aryabhatai* SRB02 tolerates oxidative and nitrosative stress and promotes the growth of soybean by modulating the production of phytohormones. **PLoS One**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. e0173203, 2017.

PEREIRA, L. F. *et al.* Alterações fisiológicas de soja cultivada com remineralizador de solo no Cerrado sob regimes hídricos variáveis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 56, p. 01455, 2021.

PEREIRA, M. R. R. *et al.* Estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e fedegoso. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 687-696, 2014.

QIN, Y. *et al.* Complete genome sequence of *Bacillus amyloliquefaciens* L-H15, a plant growth promotion rhizobacteria isolated from cucumber seedling substrate. **Journal of Biotechnology**, [S. l.], v. 200. p. 59-60, 2015.

SANTOS, M. de S. dos. *et al.* Resistance to water deficit during the formation of sugarcane seedlings mediated by interaction with *Bacillus* sp. **Científica**, Londrina, v. 45, n. 4, p. 414-421, 2017.

SILVA, F. H. R. **Análise dos danos em sementes de barbatimão através de imagens radiográficas**. 2018, 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SOUSA, A. *et al.* Efeito do ácido giberélico na germinação de sementes e na produção de biomassa inicial em *Virola surinamensis* (rol.) warb. (Myristicaceae). **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 10, p. e7639109069, 2020.

SOUSA, H. *et al.* *Bacillus aryabhatai* mitigates the effects of salt and water stress on the agronomic performance of maize under an agroecological system. **Agriculture**, [S. l.], v. 13, n. 6, p. 1150, 2023.

TAVARES, C. J. *et al.* Water stress alters morphophysiological, grain quality and vegetation indices of soybean cultivars. **Plants**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 559, 2022.

VURUKONDA, S. S. K. P. *et al.* Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. **Microbiological Research**, [S. l.], v. 184, p. 13-24, 2016.

ZHANG, L. *et al.* Principles and practices of the photo-thermal adaptability improvement in soybean. **Journal of Integrative Agriculture**, [S. l.], v. 19, p. 295-310, 2020.

ZHANG, R. *et al.* Contribution of indole-3-acetic acid in the plant growth promotion by the rhizospheric strain *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9. **Biology and Fertility of Soils**, [S. l.], v. 51, p. 321-330, 2014.

# Acompanhamento temporal e estimativa de produtividade de sorgo por meio de imagem NDVI

*Temporal monitoring and productivity estimation of sorghum through NDVI imaging*

MARCOS HENRIQUE REIS MACHADO LIMA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)  
E-mail: [marcosmachado@unipam.edu.br](mailto:marcosmachado@unipam.edu.br)

LARISSA PEREIRA DA CUNHA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)  
E-mail: [larissapc1998@gmail.com](mailto:larissapc1998@gmail.com)

RODRIGO MENDES DE OLIVEIRA

Professor orientador (UNIPAM)  
E-mail: [rodrigomo@unipam.edu.br](mailto:rodrigomo@unipam.edu.br)

---

**Resumo:** O processamento de imagens de satélite tem sido empregado como suporte para o acompanhamento do desenvolvimento e estimativas de produtividade de culturas. Este estudo teve como objetivo monitorar, por meio de imagens NDVI, o desenvolvimento de uma área cultivada com sorgo localizada em Patrocínio - MG, e estimar a produtividade do talhão utilizando essa ferramenta. Foram utilizadas todas as imagens adquiridas do satélite Sentinel-2 no período entre a semeadura e a colheita (março a agosto de 2023). Os mapas de NDVI foram gerados por meio do programa QGIS. As imagens de 53 dias após a semeadura foram selecionadas, com os tratamentos definidos pelos níveis de NDVI (0,78; 0,80; 0,82; 0,84 e 0,86), utilizando delineamento em blocos casualizados com quatro blocos. A estimativa da produtividade das parcelas foi realizada por meio da coleta de amostras georreferenciadas com posterior cálculo da produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F a 5% de significância. Os resultados obtidos apresentaram concordância com a literatura em relação à variação temporal do NDVI com o desenvolvimento da cultura, evidenciando um comportamento de parábola de concavidade para baixo, com o maior valor durante o desenvolvimento vegetativo máximo da cultura. A correlação entre produtividade e NDVI não foi estatisticamente significativa devido à amplitude de variação da produtividade dentro de um mesmo tratamento. Portanto, a ferramenta NDVI demonstrou utilidade no acompanhamento do ciclo da cultura do sorgo, porém, sugere-se a realização de novos estudos correlacionados com a produtividade da cultura.

**Palavras-chave:** Agricultura de Precisão; índice de vegetação; sensoriamento remoto; *Sorghum bicolor*.

**Abstract:** Satellite image processing has been employed to support the monitoring of crop development and productivity estimates. This study aimed to monitor, through NDVI images, the development of a sorghum-cultivated area located in Patrocínio - MG, and estimate the field's productivity using this tool. All images acquired from the Sentinel-2 satellite during the period between seeding and harvest (March to August 2023) were used. NDVI maps were generated



through the QGIS program. Images from 53 days after seeding were selected, with treatments defined by NDVI levels (0.78, 0.80, 0.82, 0.84, and 0.86), using a randomized block design with four blocks. Plot productivity estimates were obtained by collecting georeferenced samples with subsequent productivity calculation. Data were subjected to analysis of variance, applying the F test at a 5% significance level. The results obtained showed agreement with the literature regarding the temporal variation of NDVI with crop development, revealing a concave-down parabolic behavior, with the highest value during the crop's maximum vegetative development. The correlation between productivity and NDVI was not statistically significant due to the amplitude of productivity variation within the same treatment. Therefore, the NDVI tool demonstrated utility in monitoring the sorghum crop cycle; however, further studies correlating with crop productivity are recommended.

**Keywords:** Precision Agriculture; vegetation index; remote sensing; *Sorghum bicolor*.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A Agricultura de Precisão (AP) teve seu desenvolvimento inicial associado à implementação de tecnologias de georreferenciamento, como o sistema de posicionamento global (GPS), nas lavouras. Com o progresso nesse campo, ocorreu a evolução e o refinamento do conceito de AP. Esta abordagem envolve a gestão detalhada das áreas, levando em consideração a variabilidade espacial e temporal das características físicas e químicas do solo (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015).

No Brasil, a AP foi inicialmente conceituada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, [2010]) como um sistema de gerenciamento agrícola fundamentado na variação espacial e temporal da unidade produtiva. O MAPA destaca que esse gerenciamento visa a incrementar o retorno econômico, promover a sustentabilidade e minimizar os impactos ambientais. Além disso, ressalta que novas ferramentas permitem o uso racional de insumos agrícolas, visando à otimização dos recursos produtivos.

Dentre as ferramentas que se desenvolvem sob o guarda-chuva da agricultura de precisão, destacam-se os GPSs, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), mapeamento de colheita e técnicas de aplicação de insumos a taxa variável, que já estão amplamente difundidos e em estágio avançado de desenvolvimento. Uma ferramenta adicional é o sensoriamento remoto, que explora o uso de imagens de satélites ou aéreas para monitorar o desenvolvimento das culturas (INAMASU; BERNARDI, 2014).

No contexto do sensoriamento remoto na agricultura de precisão, inicialmente, são utilizadas imagens de sensores multiespectrais para inferir a densidade de cobertura vegetal. Essa abordagem fundamenta-se na premissa de que diferentes materiais absorvem e refletem distintas faixas da radiação eletromagnética, permitindo relacionar esses dados a características das plantas, como área foliar e acúmulo de biomassa (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015).

Na prática, programas são empregados para o processamento das imagens adquiridas, e, por meio de equações matemáticas são gerados os Índices de Vegetação (IV). Cada índice possui equações específicas, criadas conforme o resultado desejado, como a estimativa de clorofila ou eficiência da fotossíntese. Entre os diversos IVs disponíveis, destaca-se o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) como

um índice validado, apresentando forte correlação linear com o desenvolvimento da cultura (SHIRATSUCHI *et al.*, 2014).

Por ser um índice estrutural, o NDVI tem demonstrado uma melhor conexão com o índice de área foliar e o acúmulo de biomassa nas culturas. Por essa razão, tem sido amplamente utilizado em estudos para a avaliação do estado nutricional, correlação com estágios fenológicos e estimativas de produtividade de culturas (SHIRATSUCHI *et al.*, 2014).

Atualmente, as estimativas de produtividade de culturas, em sua maioria, são realizadas por meio de amostragens em pontos aleatórios e equações que convertem os valores amostrados em uma estimativa geral para a área. Contudo, essa metodologia enfrenta alguns desafios, como a possibilidade de amostras não representativas do dossel, a insuficiência de pontos de amostragem para uma estimativa mais precisa e a ocorrência de erros operacionais na amostragem. Diante dessas limitações, é de grande relevância o estudo para criação e validação de novas metodologias de estimativas de produtividade, menos suscetíveis a erros e que proporcionem uma maior quantidade de dados para esses cálculos. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho consiste em monitorar a variação espacial e temporal dos valores do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) e correlacioná-los com a produtividade do sorgo.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi conduzido na Fazenda Serra Negra, situada em Patrocínio, Minas Gerais, nas coordenadas 18°48'54,5" Sul; 46°48'54,6" Oeste. Na referida propriedade, foi monitorado o talhão destinado ao cultivo de grãos, abrangendo uma extensão de 12 hectares. O clima local é classificado como Cwb, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por invernos secos e verões amenos, apresentando uma temperatura média anual de 20°C e precipitação anual de 1.559,3 mm.

A cultura selecionada para o experimento foi o sorgo Podium, com uma densidade populacional de 100 mil plantas por hectare, semeado em 27 de março de 2023. Para a adubação de base, empregou-se o formulado 15-15-15 Robusto, na quantidade de 300 kg.ha<sup>-1</sup>.

As imagens destinadas à geração do mapa NDVI foram adquiridas durante o desenvolvimento da cultura por meio da plataforma Sentinel Hub. Essa plataforma disponibiliza gratuitamente imagens multiespectrais provenientes dos satélites Sentinel-1 e Sentinel-2, sendo esta a fonte utilizada para este estudo. Todas as imagens, sem restrições de visibilidade da área entre o período de semeadura e colheita, foram analisadas. Os valores médios de NDVI foram então plotados em relação à quantidade de dias após a semeadura (DAS).

Os valores de NDVI foram calculados pela Equação 1, sendo  $R_{NIR}$  a refletância no Infravermelho Próximo e  $R_R$  a refletância no Vermelho. Para o processamento e geração dos mapas NDVI, foram adquiridas as imagens das bandas 8 e 4 do satélite, correspondentes, respectivamente, ao Infravermelho Próximo e ao Vermelho. O *software* utilizado para aplicação da equação e o processamento dessas imagens foi o QGIS, versão 3.16.3.

$$\text{Equação 1: } NDVI = \frac{(R_{NIR} - R_R)}{(R_{NIR} + R_R)}$$

As imagens geradas no formato NDVI consistem em pixels de dimensões 15 x 15 metros, correspondendo ao tamanho de cada parcela amostral utilizada no experimento. Após a criação do mapa, pontos centrais foram gerados em cada pixel, contendo informações sobre o valor de NDVI e as coordenadas geográficas. Essa abordagem possibilita a extração desses valores para posterior análise.

Para a avaliação da produtividade, optou-se pelo uso do mapa NDVI que apresenta o maior valor médio de NDVI, devido à sua correlação mais significativa com a produtividade, conforme indicado por Bertolin *et al.* (2017). O talhão foi dividido em quatro blocos, representando faixas de terra com dimensões equivalentes a três hectares cada, como ilustrado na Figura 1.

**Figura 1:** Ilustração da divisão do talhão em blocos de 3,0 hectares, Patrocínio, MG, 2023



Os tratamentos foram determinados após a análise da faixa de variação de NDVI no mapa selecionado, sendo escolhidos valores que apresentavam pelo menos quatro pontos distribuídos entre os blocos. Dessa maneira, o estudo foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados, composto por cinco tratamentos (conforme apresentado na Tabela 1) e quatro repetições, distribuídas pelos blocos, totalizando 20 parcelas.

**Tabela 1:** Descrição dos tratamentos, Patrocínio, MG, 2023

Tratamento	NDVI
T <sub>1</sub>	0,78
T <sub>2</sub>	0,80
T <sub>3</sub>	0,82
T <sub>4</sub>	0,84
T <sub>5</sub>	0,86

Posteriormente, os pontos relacionados a cada tratamento dentro dos blocos foram selecionados, as coordenadas foram extraídas e inseridas em um GPS Trimble Juno. Utilizando o recurso de navegação por satélite do equipamento, foi possível localizar cada ponto para a amostragem em campo.

A amostragem e a estimativa de produtividade de cada parcela foram conduzidas mediante uma adaptação do método recomendado pela Emater - MG (EMATER, 2000). Para realizar essa etapa, em cada parcela, registrou-se a quantidade de plantas em 10 metros lineares, cinco metros para cada lado da coordenada. Em seguida, foram coletadas três panículas (órgão reprodutivo do sorgo), cortando-as na base e acondicionando-as em sacos devidamente identificados. Por fim, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório Núcleo de Pesquisa e Análises de Sementes do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). No laboratório, as amostras de cada tratamento foram debulhadas, e os grãos pesados com o auxílio de uma balança da marca GEHAKA, modelo BG 4000.

Com os dados em mãos, a produtividade de cada parcela foi estimada por meio da Equação 2, que também foi adaptada a partir do método da Emater - MG. Os valores de produtividade obtidos foram então integrados aos valores de NDVI, calculados para cada ponto amostral.

$$\text{Equação 2: Produtividade (kg.ha}^{-1}\text{)} = \frac{PP \cdot NP}{EM} * 1000$$

Em que:

PP = Peso médio dos grãos colhidos das três plantas (kg);

NP = Número de plantas contadas em 10 metros lineares;

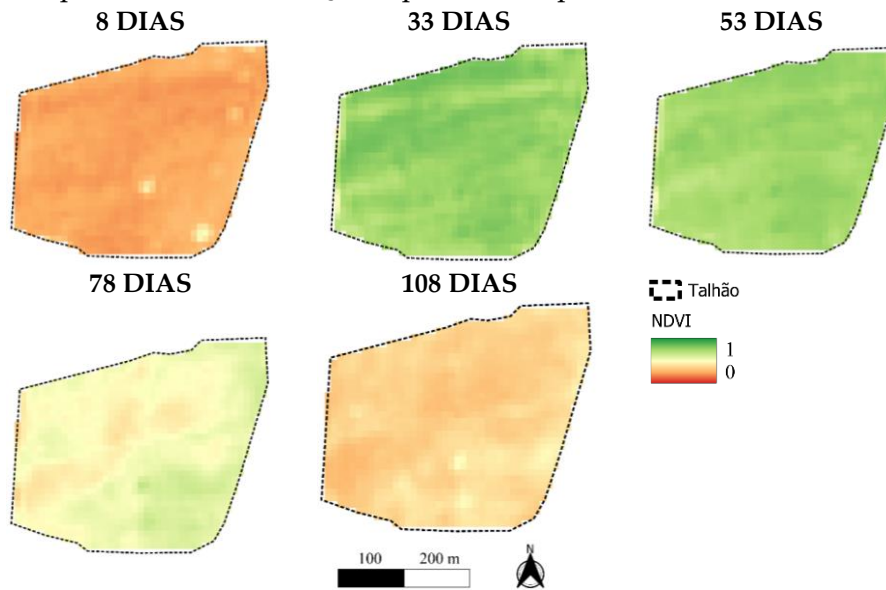
EM = Espaçamento médio entre linhas (m).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o *software* Sisvar® (FERREIRA, 2011). Foi aplicado o teste F com uma significância de 5% para avaliação da relevância dos resultados, e ajustes por regressão foram realizados para obter a equação matemática que melhor se aproximasse dos dados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

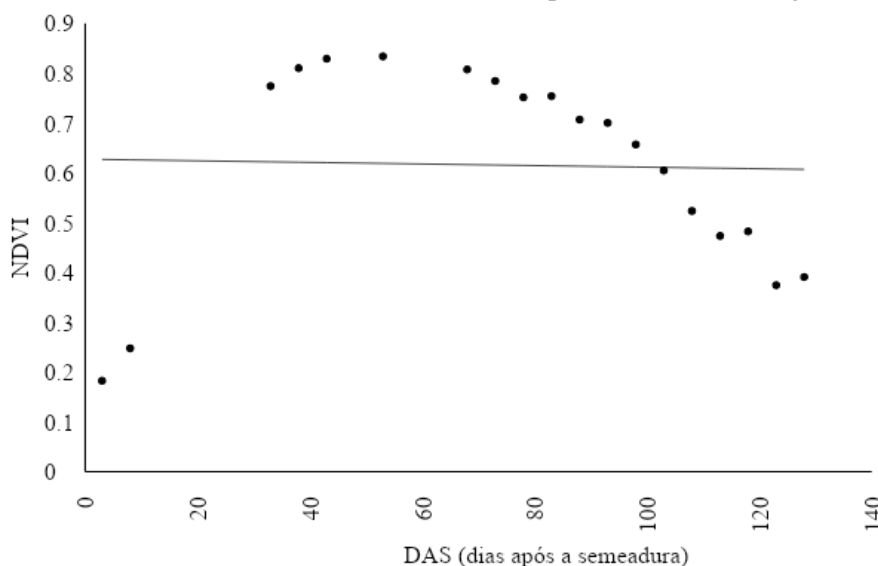
Os valores calculados de NDVI ao longo do desenvolvimento do sorgo são apresentados na Figura 2, evidenciando visualmente um aumento desses valores conforme a evolução da cultura. Observa-se também a presença de pixels com tonalidades distintas em uma mesma época no talhão, indicando a variabilidade espacial da cultura instalada. O incremento temporal do NDVI era previsível, dada a acumulação de biomassa até atingir seu pleno desenvolvimento vegetativo. Posteriormente, ocorre a redução do NDVI devido ao início do ciclo reprodutivo e maturação da planta. Esse padrão temporal e espacial foi corroborado por Venancio *et al.* (2020) em um estudo com NDVI na cultura do milho. Araújo (2015) também observou aumento do NDVI com o desenvolvimento da cultura do milho e redução com o início da maturação.

**Figura 2:** Mapa temático da variação espacial e temporal do NDVI na cultura do sorgo



Outro resultado derivado dos valores temporais de NDVI é apresentado na Figura 3, revelando um padrão comportamental parabólico com concavidade para baixo. O valor máximo de NDVI (0,83) foi estimado para 66,59 DAS. Essas características podem ser correlacionadas com os resultados obtidos por Venancio *et al.* (2019) e Venancio *et al.* (2020) em seus estudos na cultura do milho, uma vez que ambas as plantas pertencem à mesma família. Nos referidos estudos, os valores máximos de NDVI foram observados entre 70 e 80 DAS no primeiro e entre 60 e 70 DAS no mais recente. Em ambos os casos, esses valores foram associados ao período de máximo desenvolvimento vegetativo da cultura (estádio VT), seguido de uma diminuição do NDVI após o florescimento. Conforme a Magalhães, Durães e Schaffert (2000), a cultura do sorgo atinge em média de 64 a 70 DAS até o estágio VT, sendo os resultados do presente estudo consistentes com essa faixa temporal.

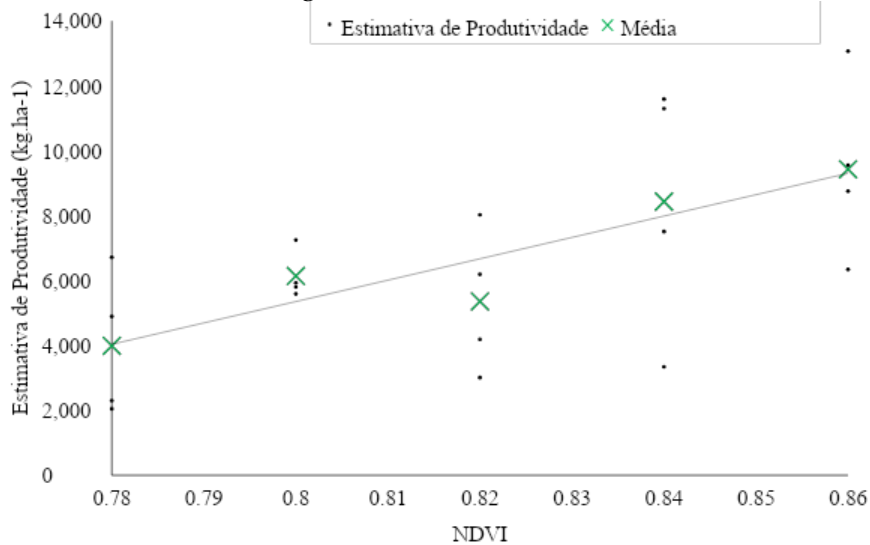
**Figura 3:** Valores médios de NDVI em relação ao DAS (Dias Após Semeadura) ao longo do ciclo do sorgo



Por fim, os dados de produtividade dos pontos georreferenciados, comparados aos seus respectivos valores de NDVI para o dia 19 de maio, são apresentados na Figura 4. Os valores médios, quando submetidos à regressão linear, demonstram uma boa aproximação, como evidenciado pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ). No entanto, ao passar por análise estatística, os resultados não alcançam significância. Esse fenômeno ocorre devido à variabilidade de produtividade encontrada em cada tratamento, tornando inviável afirmar que um valor específico de NDVI, nas condições deste estudo, pode ser diretamente relacionado a uma produtividade esperada.

Na literatura, encontram-se estudos que indicam correlação significativa, como o trabalho de Bertolin *et al.* (2017) com a cultura do milho, e outros que não alcançam significância na correlação entre NDVI e produtividade. Oliveira (2017), em sua pesquisa sobre variação na população de plantas na cultura do milho, obteve correlações não significativas na maioria das populações avaliadas.

**Figura 4:** Produtividade no sorgo dos tratamentos em relação aos valores de NDVI



Dentre os diversos fatores que podem ter influenciado nessa condição, destaca-se a presença de matocompetição nos pontos amostrados. As ferramentas de sensoriamento remoto, incluindo o NDVI, apresentam uma forte correlação com a densidade de cobertura vegetal (SHIRATSUCHI *et al.*, 2014), sendo incapazes de diferenciar entre a cultura principal e as plantas invasoras. Por outro lado, a presença dessas plantas infestantes reduz a produtividade da cultura devido à competição com a cultura principal (ROSSI *et al.*, 1996).

#### 4 CONCLUSÃO

O emprego do sensoriamento remoto por meio de mapas de NDVI demonstrou eficácia no monitoramento espacial e temporal da cultura de sorgo. No entanto, o uso do NDVI para a estimativa de produtividade ainda demanda ajustes e o

desenvolvimento de novas técnicas para proporcionar resultados mais precisos e assertivos.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, G. L. *et al.* Respostas espectrais e análise do Índice de Vegetação Normalizado (NDVI) na cultura do milho irrigado. *In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO DA FACIG*, 1., 2015, Manhuaçu. **Anais [...]**. Manhuaçu, 2019. Disponível em: <https://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/281>.

BERTOLIN, N. de O. *et al.* Predição da produtividade de milho irrigado com auxílio de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 4, p. 1627-1638, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v11n400567>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Principais conceitos e expressões utilizados na agricultura de Precisão - AP**. Brasília: MAPA, [2010].

EMATER. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais. **Regulamento do concurso estadual de produtividade de milho ano 2000/2001**. Belo Horizonte: EMATER, 2000. 11 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. de C. Agricultura de Precisão. *In: BERNARDI, A. C. de C. et al (ed. tec.). Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília: Embrapa, 2014. p. 21-33.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46 p. (Circular Técnica, n. 3). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/484470>.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de Precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238 p.

OLIVEIRA, M. F. de. **Modelos de predição de produtividade da cultura do milho por meio de NDVI em arranjos espaciais**. 2017. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/151597>.

ROSSI, I. H. *et al.* Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agrônômicas e a produtividade de sete cultivares de milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 134-148, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83581996000200007>.

SHIRATSUCHI, L. S. *et al.* Algoritmos para aplicações de doses variáveis de nitrogênio em tempo real para produção de milho safra e safrinha no Cerrado. *In*: BERNARDI, A. C. de C. *et al.* (ed. tec.). **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 224-230.

SHIRATSUCHI, L. S. *et al.* Sensoriamento remoto: conceitos básicos e aplicações na Agricultura de Precisão. *In*: BERNARDI, A. C. de C. *et al.* (ed. tec.). **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 58-73.

VENANCIO, L. P. *et al.* Biomassa e produtividade de grãos na cultura do milho irrigado por meio do NDVI acumulado. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos. **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2019/trabalhos/biomassa-e-produtividade-de-graos-na-cultura-do-milho-irrigado-por-meio-do-ndvi?lang=pt-br>.

VENANCIO, L. P. *et al.* Mapeamento dos estádios fenológicos da cultura do milho utilizando o NDVI derivado dos sensores OLI e MODIS. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 42, n. 5, p. 1517-1534, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n5p1517>.



# Morfologia de plantas de cafeeiro tratadas com fertilizante a base de extrato de algas

*Morphology of coffee plants treated with algae extract-based fertilizer*

WILDINEY FERREIRA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)  
E-mail: wildiney@unipam.edu.br

DANIELA SILVA SOUZA

Docente do curso de Agronomia (UNIPAM)  
E-mail: diegoh@unipam.edu.br

LUCAS DA SILVA MENDES

Docente do curso de Agronomia (UNIPAM)  
E-mail: lucassm@unipam.edu.br

---

**Resumo:** Entre as culturas do agronegócio, o café tem expressiva implicação no desenvolvimento econômico brasileiro. Por ser uma cultura perene, sofre influências adversas, fazendo-se primordial investir em melhoramentos desde as mudas, para se estabelecer uma lavoura longeva e produtiva economicamente. Compreende-se que os vegetais necessitam de elementos minerais essenciais, de micronutrientes, bem como de elementos benéficos para o seu crescimento. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar os resultados da aplicação de doses crescentes do fertilizante à base de extrato de algas *Ascophyllum nodosum* na arquitetura de mudas de cafeeiro. O experimento transcorreu na casa de vegetação do Centro Universitário de Patos de Minas/MG, de abril a julho de 2022. Foram transplantadas mudas de café arábica, cultivar Catucaí 2SL amarelo, em latossolo vermelho e areia lavada grossa na proporção 2:1. Recorreu-se ao delineamento em blocos ao acaso, com quatro dosagens (tratamentos) mais o controle, composto por seis repetições cada um, do produto supracitado (T1 0 mL L<sup>-1</sup>; T2 10 mL L<sup>-1</sup>; T3 20 mL L<sup>-1</sup>; T4 30 mL L<sup>-1</sup>; T5 40 mL L<sup>-1</sup>). As avaliações foram realizadas aos 30 e 120 dias após o transplante, sendo que, aos 30 dias, após a primeira coleta de dados, foi aplicado o fertilizante à base de extrato de algas via solo. Foram avaliados o comprimento da parte aérea, diâmetro do caule, número de folhas e incremento da área foliar. Os dados foram analisados no *software* SISVAR por meio da análise de variância; as médias foram comparadas pelo ajuste de modelo de regressão. As taxas de crescimento absoluto também foram calculadas. Em conclusão, observou-se que doses até 16 mL L<sup>-1</sup> do produto comercial à base de extrato de alga *A. nodosum* mostrou-se eficiente no desempenho da parte aérea das mudas de cafeeiro.

**Palavras-chave:** *Ascophyllum nodosum*; micronutrientes; mudas; café; raiz.

**Abstract:** Among agribusiness crops, coffee has significant implications for Brazilian economic development. Being a perennial crop, it is influenced by adverse factors, making it essential to invest in improvements from seedlings to establish a long-lasting and economically productive plantation. It is understood that plants require essential mineral elements, micronutrients, as well as beneficial elements for their growth. In this context, the aim of this study was to analyze the

results of the application of increasing doses of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract-based fertilizer on the architecture of coffee seedlings. The experiment took place in the greenhouse of the University Center of Patos de Minas/MG, from April to July 2022. Arabica coffee seedlings, Catucaí 2SL yellow cultivar, were transplanted into a red latosol and coarse washed sand in a 2:1 ratio. A randomized block design was used, with four doses (treatments) plus the control, each composed of six replications, of the aforementioned product (T1 0 mL L<sup>-1</sup>; T2 10 mL L<sup>-1</sup>; T3 20 mL L<sup>-1</sup>; T4 30 mL L<sup>-1</sup>; T5 40 mL L<sup>-1</sup>). Evaluations were carried out at 30 and 120 days after transplantation, and at 30 days, after the first data collection, the seaweed extract-based fertilizer was applied to the soil. The parameters evaluated included shoot length, stem diameter, number of leaves, and leaf area increment. Data were analyzed using the SISVAR software through analysis of variance, and means were compared by adjusting the regression model. Absolute growth rates were also calculated. In conclusion, it was observed that doses up to 16 mL L<sup>-1</sup> of the commercial product based on *Ascophyllum nodosum* seaweed extract were efficient in the performance of the aboveground part of coffee seedlings.

**Keywords:** *Ascophyllum nodosum*; micronutrients; seedlings; coffee; root.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de café arábica (*Coffea arabica* L.) no Brasil apresenta o primeiro lugar em níveis de produção e exportação. O café é uma das bebidas mais consumidas do mundo e possui uma área de cafeicultura nacional estimada em 2,24 milhões de hectares, sendo 1,8 milhões de hectares do cultivo do café da espécie *C. arabica*. Minas Gerais é o estado que contempla a maior área de café, com cerca de 1.33 mil hectares entre áreas em produção e áreas em formação (CONAB, 2022).

O café arábica adapta-se mais a temperaturas amenas (entre 18 e 23°C) e altas altitudes (acima de 800 m), tolerando deficiências hídricas de até 200 mm, nos períodos de junho a setembro (THOMAZIELLO *et al.*, 2000). Para isso, é necessário, sendo uma cultura perene, investir na qualidade das mudas, cuidando para que o sistema radicular do cafeeiro seja saudável e vigoroso. Uma muda de qualidade expressará seu potencial genético influenciando no desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea da planta (MESQUITA *et al.*, 2016).

Para Souza (2018), a obtenção de mudas com maior desenvolvimento radicular é condição determinante para o crescimento efetivo das mudas no campo, justificado por um melhor aproveitamento de água e dos nutrientes minerais do solo. Contudo, o autor também ressalta que atualmente a prioridade do sistema de produção de mudas de café é que se tenham plantas com alto desempenho da parte aérea em detrimento do desenvolvimento do sistema radicular.

É notório que os vegetais necessitam de elementos minerais essenciais para o seu crescimento, como os macronutrientes primários e secundários, bem como os micronutrientes. Contudo, com a evolução das pesquisas na área de nutrição de plantas, foram identificados alguns elementos, nomeados de elementos benéficos, e estes podem ser considerados essenciais para algumas espécies ou mesmo para substituir parcialmente a função dos elementos essenciais. Existem casos em que o resultado positivo desses elementos no crescimento da planta proporciona aumento da resistência a pragas e a doenças ou absorção de outros elementos essenciais (MENDES, 2007).

Visto isso e considerando a grande expressão da cafeicultura para a economia brasileira e os percalços que seu manejo enfrenta, torna-se fundamental aprimorar técnicas que fomentam a sustentabilidade e a qualidade dos plantios, sobretudo para os pequenos produtores, que não dispõem de tantos recursos para investir em desenvolvimento de tecnologia. Apesar de alguns estudos terem elucidado que plantas que recebem produtos à base de *A. nodosum* obtêm eficiência no melhoramento de processos fisiológicos e do amplo interesse da agricultura em bioestimulantes naturais, a utilização das algas marinhas no mercado agrícola<sup>1</sup> ainda é pouco representativa (DURAND *et al.*, 2003; SOGLIO; KUBO, 2016).

Em tese, a matriz orgânica dos extratos de algas tem características complexas, constituindo-se de nutrientes (macro e micro)<sup>2</sup>, carboidratos oligossacarídeos, aminoácidos<sup>3</sup>, Citocininas, Auxinas, e Ácido Abscísico e hormônios de crescimento, substâncias que afetam o metabolismo celular das plantas e agem como indutores de resistência e auxiliares do transporte de micronutrientes, impulsionando o crescimento vegetal e a melhor qualidade dos frutos (CARVALHO *et al.*, 2013; CARVALHO; CASTRO, 2014; TAIZ *et al.*, 2017).

Algumas pesquisas revelaram que, mesmo em baixas concentrações, os produtos à base de extratos de algas impactam no incremento vegetal, contudo KHAN *et al.* (2012) ressaltam que, embora exista a presença de alguns compostos bioativos, os resultados podem variar, pois dependem de algumas variáveis como o método (pulverização foliar e/ou via solo), como dosagens e constâncias de aplicação, variando ainda com a espécie de planta e cultivar escolhida, estação do ano, localização, entre outros fatores. Os autores ressaltam que os mecanismos de ação do extrato de *A. nodosum* ainda demandam muitos testes, bem como a propagação de seus resultados, uma vez que podem ser relevantes para a elaboração de estratégias que favoreçam o aumento da produtividade vegetal.

Decorrente do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar os resultados da aplicação de doses crescentes do produto à base de e extrato de algas *Ascophyllum nodosum* na arquitetura de mudas de cafeeiro.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Centro Universitário de Patos de Minas/MG, UNIPAM (18°34'28"S 46°30'49"W), no período de 01 de abril a 29 de julho de 2022. Foram transplantadas mudas de café arábica, cultivar Catucaí 2SL amarelo, com seis pares de folhas. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo vermelho-distrófico, de textura média, apresentando as seguintes características químicas:

---

<sup>1</sup> No Brasil, o Decreto número 4.954, de 14/01/2004, regula o uso do extrato de alga na agricultura, enquadrado como agente complexante em formulações de adubos foliares e também utilizado na fertirrigação (LIMBERGER; GHELLER, 2012).

<sup>2</sup> Fonte natural de Macro e Micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Cu e Zn).

<sup>3</sup> Alanina, Ácido Aspártico e Glutâmico, Glicina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Prolina, Tirosina, Triptofano e Valina.

**Tabela 1:** Resultado análise do solo utilizado no experimento “Morfologia de plantas de cafeieiro tratadas com fertilizante a base de extrato de algas”, Patos de Minas, MG, 2022

PH (H <sub>2</sub> O)	P meh. (mg dm <sup>-3</sup> )	κ <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	V%	B	Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	S
6,3	59,96	0,29	8,05	2,6	0,03	2,71	80,81	0,27	5,66	175,46	25,26	6,03

Fonte: Centro de análise de solo e folha Terrena Agronegócios, março de 2022.

As mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 10 dm<sup>3</sup>, preenchidos com solo de textura argilosa seguindo recomendações de Andrade *et al.* (2012). Os vasos foram preenchidos com o solo e areia lavada grossa na proporção 2:1. Posteriormente foi realizada adubação de correção com o adubo fosfatado Phusion Equilibrium (08-40-00 + 0,1B; 0,1Cu; 0,3Mn; 0,3Zn) ajustado para recomendação de 180 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no plantio.

Os tratamentos do fertilizante à base de extrato de algas de *Ascophyllum nodosum* (Tabela 2) foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso com cinco tratamentos, sendo um o controle, e seis repetições.

**Tabela 2:** Descrição dos tratamentos utilizados no experimento “Morfologia de plantas de cafeieiro tratadas com fertilizante a base de extrato de algas”, Patos de Minas, MG, 2022

Tratamentos	Dose (mL L <sup>-1</sup> )	Concentração (% L <sup>-1</sup> )
T1	0	0
T2	10	0,50
T3	20	1,00
T4	30	1,50
T5	40	2,00

\* Garantias do produto comercial (Triplus Perenes): 2% de nitrogênio; 3% de boro; 0,25% de cobalto; 1,25% de molibdênio; 0,5% de níquel.

As avaliações foram realizadas aos 30 e 120 dias após o transplante. Aos 30 dias, foram avaliados a altura de plantas, o diâmetro do caule, o número de folhas e a estimativa da área foliar. Após isso, foi aplicada uma solução com cada uma das doses propostas do produto à base de extrato de algas *A. nodosum* via solo. Aos 120 dias, foram repetidas as avaliações supracitadas. Os parâmetros foram avaliados conforme o que consta a seguir: altura de plantas foi determinada com o auxílio de uma trena; a medição foi realizada do colo da planta (rente ao solo) até o meristema apical; o resultado foi apresentado em centímetros; o diâmetro do caule utilizou-se um paquímetro digital, tomando-se 2 cm a partir do colo da planta e o resultado foi dado em centímetros.

A contabilização do número de folhas foi realizada por contagem direta das folhas verdadeiras, considerando as que apresentavam mais de 2,5 cm de comprimento, e o resultado foi demonstrado em folhas planta<sup>-1</sup>.

Foi estimada a área foliar total das mudas, realizada segundo metodologia de Barros *et al.* (1973), utilizando-se a equação  $AF = 0,667 \times C \times L$ , em que AF é a área foliar, C é o maior comprimento da folha e L é a maior largura da folha. As medições foram realizadas com o auxílio de uma régua. Fez-se a estimativa de área foliar de cinco

plantas. Em seguida, calculou-se a média dos valores obtidos. O resultado foi expresso em cm<sup>2</sup>.

As taxas de crescimento absoluto foram calculadas, conforme metodologia proposta por Hunt (1982):  $TCA = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$ , em que: TCA = taxa de crescimento absoluto, P2 = avaliação no tempo 2 e P1 = avaliação no tempo 1; T = tempo, com índice 1 = valor inicial e índice 2 = valor final.

Após a realização das análises, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão pelo programa SISVAR. Ajustaram-se as equações de regressão, tendo optado por modelos significativos, com alto R<sup>2</sup> e com lógica biológica.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação das doses de extrato de algas (*A. nodosum*) influenciou a altura das plantas de forma isolada, aos 120 dias do transplantio. Para a taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule e do número de folhas e para a estimativa de área foliar, houve efeito significativo nas mudas (Tabela 3).

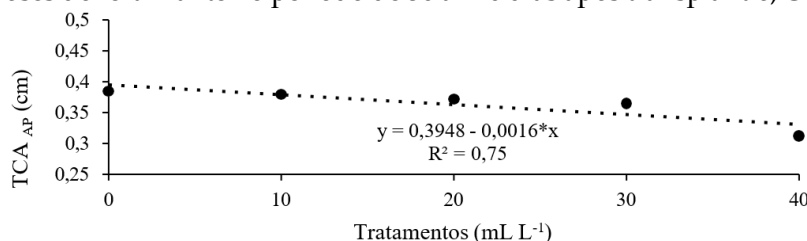
**Tabela 3:** Resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto para altura da parte aérea (TCA<sub>AP</sub>), taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (TCA<sub>DC</sub>), taxa de crescimento absoluto do número de folhas (TCA<sub>NF</sub>) e estimativa da área foliar (EF), em função de doses de *Ascophyllum nodosum* em mudas de cafeeiro, UNIPAM, 2022

Fonte de variação		GL			
		TCA <sub>AP</sub>	TCA <sub>DC</sub>	TCA <sub>NF</sub>	EF
Doses	4	0,005041*	0,000051*	0,008903*	81,998*
Bloco	4	0,000816	0,000032	0,005130*	8,343
Resíduo	45	0,002150	0,000026	0,002276	25,863
CV (%)		9,63	17,74	13,02	22,31

Em que: \* significativos para  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ . GL = grau de liberdade, CV = coeficiente de variação.

A taxa de crescimento absoluto da altura da parte aérea das mudas sofreu efeito linear decrescente, obtendo-se valor máximo estimado de 6,3% comparado ao controle (50,8 cm) na dosagem máxima estimada de 8mL L<sup>-1</sup>. A partir disso, com o aumento das doses até 40 mL L<sup>-1</sup>, houve um decréscimo de 66,9% na altura da parte aérea (Figura 1).

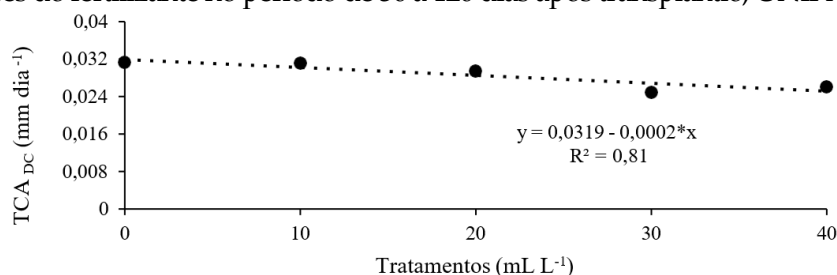
**Figura 1:** Taxa de crescimento absoluto da altura da parte aérea das mudas de cafeeiro em função das doses do fertilizante no período de 30 a 120 dias após transplantio, UNIPAM, 2022



Analisando-se os desfechos encontrados na literatura, encontraram-se citações de que as doses de extrato de algas tendem a promover um maior crescimento dos vegetais, visto que há citocinina na forma natural da alga, promovendo incrementos na divisão celular e conseqüentemente um maior crescimento das plantas. Todavia, Davies (2004) relata que a concentração de reguladores, especialmente giberelinas e auxinas, ocorre de forma distinta ao longo do caule. As giberelinas concentram-se mais no segmento basal, enquanto as auxinas, mais nas gemas apicais. Eles atuam sinergicamente para regular a divisão celular e, de forma antagônica, para controlar a formação de gemas e raízes laterais, sugerindo vários mecanismos de interação. Para efetivo crescimento do vegetal, é necessário haver um balanço ideal entre citocinina e auxina. Em vista disso, julga-se que a condição hormonal e fisiológica de ambas as estruturas, associada às doses mais altas aplicadas, não estabelece esse equilíbrio desejável, o que se relaciona com o comportamento observado, em que o melhor resultado encontrado foi apenas em baixa concentração do composto de extrato de algas.

A aplicação do extrato de algas proporcionou efeito linear decrescente no crescimento do diâmetro do caule das mudas do cafeeiro à medida que se aumentaram as doses do produto no período de 120 dias após o transplântio (Figura 2). Com o aumento das doses do controle até 40 mL L<sup>-1</sup>, houve uma redução de 24,6% no diâmetro das mudas.

**Figura 2:** Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule das mudas de cafeeiro em função das doses do fertilizante no período de 30 a 120 dias após transplântio, UNIPAM, 2022

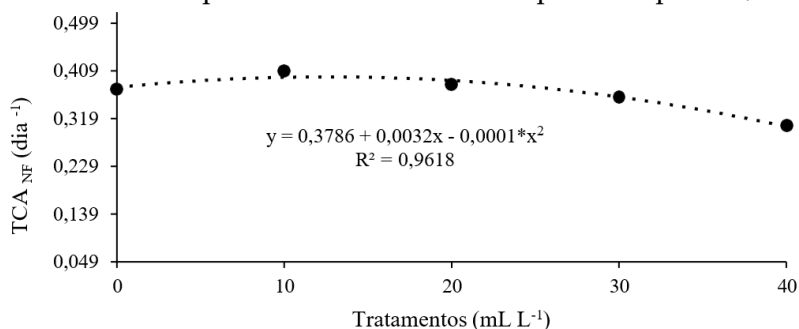


Altas doses de extratos de algas aplicadas na produção de mudas podem reduzir o diâmetro do caule por proporcionar um desbalanço hormonal na muda, pois o extrato de *A. nodosum* possui diversos compostos hormonais reguladores de crescimento e desenvolvimento vegetal que podem influenciar de várias maneiras no comportamento vegetal da planta. Sobre isso, cita-se a giberelina, que é o hormônio dedicado a controlar a organização esquelética celular de forma que a célula possa disseminar-se longitudinalmente, definindo o comprimento e a arquitetura do caule (SILVA, 2011). Acerca do resultado obtido, considera-se que a giberelina pode ter atuado no estiolamento de caule. Esse resultado assemelha-se ao encontrado por Costa (2014) na cultura do café, em que o menor diâmetro de caule das mudas foi obtido na dosagem de 500 mL ha<sup>-1</sup> de bioestimulantes.

Além disso, ressalta-se que, no desenvolvimento inicial, as mudas tendem a investir no crescimento radicular e, posteriormente, na parte aérea, como se observa nos resultados obtidos para o sistema radicular nas figuras posteriores (SILVA, 2011).

Quanto à taxa de crescimento absoluto do número de folhas (TCANF), o máximo ganho foi na dose estimada de 16 mL L<sup>-1</sup>, ou seja, 16% comparado ao controle, com decréscimo a partir dessa dose de 66,2% até 40 mL L<sup>-1</sup> (Figura 3). Esse resultado é importante, tendo em vista que as folhas são responsáveis pelo processo respiratório e fotossintético das plantas, e sua redução nas mudas causa diminuição do desenvolvimento e crescimento das plantas.

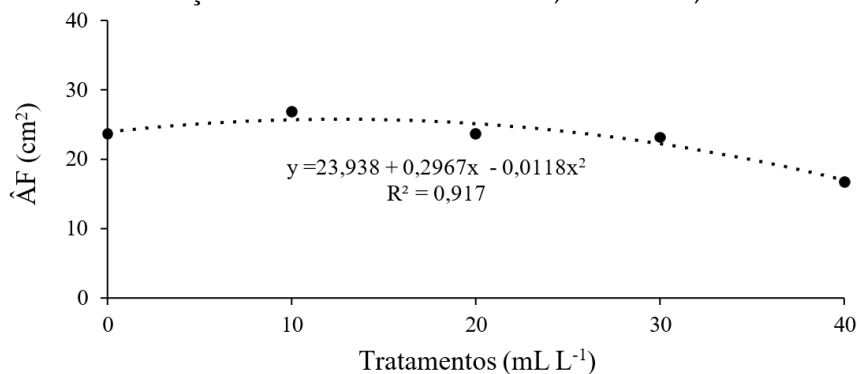
**Figura 3:** Taxa de crescimento absoluto de folhas das mudas de cafeeiro em função da aplicação do fertilizante no período de 30 a 120 dias após transplântio, UNIPAM, 2022



Segundo Wally *et al.* (2013), o extrato de algas marinhas apresenta macronutrientes e micronutrientes em sua composição natural; possui ainda alta concentração de alginato, que é um polissacarídeo que constitui a estrutura da parede celular das algas, responsável por armazenar água nas células para que permaneçam hidratadas. Há também a presença de hormônios naturais, glicoproteínas e aminoácidos, que funcionam como bioestimulantes, promovendo o estímulo da divisão celular e, assim, o enfolhamento da planta.

Para a área foliar estimada aos 90 dias após aplicação dos tratamentos, houve comportamento quadrático decrescente, atingindo valor máximo na dose estimada de 12,6 mL L<sup>-1</sup>, com acréscimo de 13,40% (26,8 cm<sup>2</sup>), decaindo a partir desta com o aumento das doses do extrato de alga em 10,30 % até 40 mL L<sup>-1</sup> (Figura 4).

**Figura 4:** Área foliar estimada das mudas de cafeeiro aos 120 dias após o transplântio em função das doses do fertilizante, UNIPAM, 2022



Observa-se que esse resultado foi semelhante aos obtidos na altura de parte aérea e número de folhas, que revelaram um desempenho nas aplicações de baixas doses

da solução de extrato de algas, mas tiveram efeito decrescente com concentrações em níveis mais elevados, provavelmente devido a um desequilíbrio hormonal entre citocininas e auxinas oriundas do extrato de algas (NEUMANN *et al.*, 2017).

#### 4 CONCLUSÃO

Doses até 16 mL L<sup>-1</sup> do produto comercial à base de extrato de alga *A. nodosum* mostraram-se eficientes no desempenho da parte aérea das mudas de cafeeiro.

#### REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. R. *et al.* Formação de mudas de mamona em diferentes recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 274-279, 2012.

BARROS, R. S. *et al.* Determination of coffee leaf area (*Coffea arabica* L. cv. 'Yellow Bourbon'). **Revista Ceres**, [S. l.], v. 20, n. 107, p. 44-52, 1973.

CARVALHO, M. E. A. *et al.* Seaweed extract improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science**, [S. l.], v. 13, p. 1104-1107, 2013.

CARVALHO, M. E. A., CASTRO, P. R.C. Extratos de algas e suas aplicações na agricultura. **Série Produtor Rural**, Piracicaba, n. 56, 2014. 60 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café: safra 2022, terceiro levantamento**. Brasília: CONAB, 2022. Disponível em: [http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2022/setembro/3\\_le\\_vantamento\\_safra\\_conab.pdf](http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2022/setembro/3_le_vantamento_safra_conab.pdf).

COSTA, W. C. A. Bioestimulantes aplicados via foliar em cafeeiros *Coffea arabica* em produção em Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2014, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: UNICID, 2014. Disponível em: <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2014/trabalho-1000018643.pdf>.

DAVIES, P. J. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action**. 3. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 750 p.

DURAND, N.; BRIAND, X.; MEYER, C. The effect of marine substances (N Pro) and exogenous cytokinins on nitrate reductase activity in *Arabidopsis thaliana*. **Physiologia Plantarum**, [S. l.], v. 119, n. 4, p. 489-493, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1399-3054.2003.00207.x>.

KHAN, A. S. *et al.* Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophylum nodosum*) extract improve growth and physicochemical properties of



grapes. **International Journal of Agriculture and Biology**, Prague, v. 14, n. 3, p. 383-388, 2012.

HUNT, R. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 1982. 247 p.

LIMBERGER; P. A.; GHELLER; J. A. Efeito da aplicação foliar de extrato de algas, aminoácidos e nutrientes via foliar na produtividade e qualidade de alface crespa. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Cascavel, v. 1, p. 148-161, 2012.

MENDES, A. M. S. **Introdução à fertilidade do solo**. Barreiras: UFBA, 2007. 64 p. (Apostila). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>.

MESQUITA, C. M. *et al.* **Manual do café: distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro** (*Coffea arábica* L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 62 p.

NEUMANN, É. R. *et al.* Produção de mudas de batata doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 490-498, 2017.

SILVA, T. P. **Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas**. 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SOGLIO, F. D.; KUBO, R. R. **Desenvolvimento, agricultura e sustentabilidade**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016. 206 p. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad105.pdf>.

SOUZA, R. A. Desenvolvimento do sistema radicular de mudas de café tratadas com diferentes produtos em fase de viveiro. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais [...]**. Brasília: Embrapa Café, 2018. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11697>.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

THOMAZIELLO, R. A. *et al.* **Café arábica: cultura e técnicas de produção**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 82 p.

WALLY, O. S. D. *et al.* Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. **Journal of Plant Growth Regulation**, [S. l.], v. 32, p. 324-339, 2013.

# Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (*Zea mays*)

*Study of phenology and combinatorial capacity of maize (Zea mays) lines*

DANIELA LIBOREDO E SOUZA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: liboredodaniela@unipam.edu.br

WALTER VIEIRA DA CUNHA

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: walter@unipam.edu.br

LUCAS ANTÔNIO RODRIGUES

Engenheiro Agrônomo (ANQA)

E-mail: lucas.rodrigues@anqa.com.br

VINÍCIUS BUZINATO BRAGA

Técnico Agrícola (ANQA)

E-mail: vinicius.braga@anqa.com.br

RONAN ALVES GONDIM

Engenheiro Agrônomo (ANQA)

E-mail: ronan1alves@hotmail.com

WILLIAN MOREIRA SILVA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: willianmoreira@unipam.edu.br

---

**Resumo:** O milho é o segundo grão mais cultivado no Brasil, e sua produtividade está intrinsecamente ligada à qualidade genética do material utilizado. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar a fenologia para identificar combinações mais eficazes entre linhagens, visando impulsionar a produção de híbridos. Para a instalação do experimento, foram utilizadas seis linhagens de milho, distribuídas em blocos de área útil de nove m<sup>2</sup>, considerando cada uma das cinco plantas avaliadas como uma repetição. Durante as avaliações, os dados fenológicos foram analisados separadamente e submetidos a análises de desvio padrão e coeficiente de variação. Adicionalmente, foram registrados os dias necessários para atingir a maturidade reprodutiva feminina e masculina de cada material, com o intuito de inferir o *split* ideal. A análise revelou que, no parâmetro de avaliação que assegura uma boa plantabilidade de machos e fêmeas, ou seja, na distância ideal entre linhas, o material A apresenta vantagens quando utilizado como macho, devido à sua altura em relação aos demais. Todas as linhagens demonstraram produções estimadas acima da média brasileira; no entanto, aquelas que se destacaram em termos de produtividade foram as linhagens D e E, juntamente com os principais cruzamentos que as envolvem.

**Palavras-chave:** melhoramento genético; campo de sementes; *split*.

**Abstract:** Corn is the second most cultivated grain in Brazil, and its productivity is intrinsically linked to the genetic quality of the material used. In this context, this study aimed to analyze phenology to identify more effective combinations among lines, aiming to boost hybrid production. For the experiment setup, six corn lines were used, distributed in blocks of a useful area of nine m<sup>2</sup>, considering each of the five evaluated plants as a repetition. During the assessments, phenological data were analyzed separately and subjected to standard deviation and coefficient of variation analyses. Additionally, the days required to reach female and male reproductive maturity for each material were recorded to infer the ideal split. The analysis revealed that, in the evaluation parameter ensuring good plantability of males and females, i.e., the ideal row spacing, material A has advantages when used as a male, due to its height compared to the others. All lines demonstrated estimated productions above the Brazilian average; however, those that stood out in terms of productivity were lines D and E, along with the main crosses involving them.

**Keywords:** genetic enhancement, seed field, split.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é o segundo grão mais cultivado no Brasil e sua cultura apresentou avanços consideráveis desde a sua implementação na agricultura brasileira. No entanto, a produtividade nacional ainda não atingiu seu potencial máximo (ARTUZO *et al.*, 2019). Em comparação com os Estados Unidos da América, o Brasil colhe, em média, 6,3 toneladas por hectare a menos (CONAB, 2023; BARRETT, 2022).

Diante desse cenário, as empresas direcionam seus esforços para explorar características na base genética do milho, como resistência a doenças e pragas, maior espessura de colmo, menor estatura das plantas e, claro, o aumento da produtividade, visando otimizar o potencial produtivo brasileiro (CAETANO, 2022). Contudo, o estudo da adaptação da planta ao território nacional, levando em consideração as características genéticas, apresenta desafios significativos, especialmente dada a diversidade edafoclimática dessa extensa área (RESENDE *et al.*, 2010). Além disso, destaca-se a carência de pesquisas relacionadas à produção de sementes na região do Alto Paranaíba, mesmo considerando o notável crescimento dessa produção nos últimos 10 anos (SANTOS, 2019).

Considerando que, dos 22.152,3 mil hectares cultivados com milho no Brasil (CONAB, 2023), em média, 80% são destinados à produção de sementes híbridas (COSTA *et al.*, 2019), torna-se de suma importância aprofundar o estudo das linhagens, que desempenham um papel crucial na produção de sementes de milho híbrido (XIAO *et al.*, 2021). Nesse contexto, o aumento da produtividade deve derivar da observação e experimentação das características genéticas e fenológicas das linhagens, visto que a produção de sementes se inicia com o estudo e a seleção de linhagens de milho.

Uma das melhorias genéticas aplicadas nas sementes é a tecnologia Roundup Ready (RR2), que se refere à tolerância à molécula do glifosato, um herbicida amplamente utilizado pelos produtores rurais para o controle de plantas daninhas (ALBRECHT *et al.*, 2014). Além disso, outra tecnologia comumente presente nos híbridos

plantados no Brasil é a tecnologia “Bt”, que envolve a introdução do gene *cry* no milho, conferindo resistência a lagartas e pragas (CARNEIRO *et al.*, 2009).

Por outro lado, ao considerar propriedades fenológicas e partindo do pressuposto de que a produção de sementes fundamenta-se no cruzamento entre linhagem fêmea e macho, torna-se crucial garantir a coincidência das épocas de florescimento masculino e feminino dos materiais para uma polinização eficiente (VIEGAS; KRUG, 1951). Diante disso, destaca-se a importância da análise das datas de florescimento das linhagens em condições de campo para determinar o *split* (HODGES, 1991). Nesse contexto, a observação da velocidade de abertura das anteras assume primordial importância para a contagem do período de polinização e, potencialmente, caracterizar a linhagem como o “macho” (GIORGI NETO, 2017).

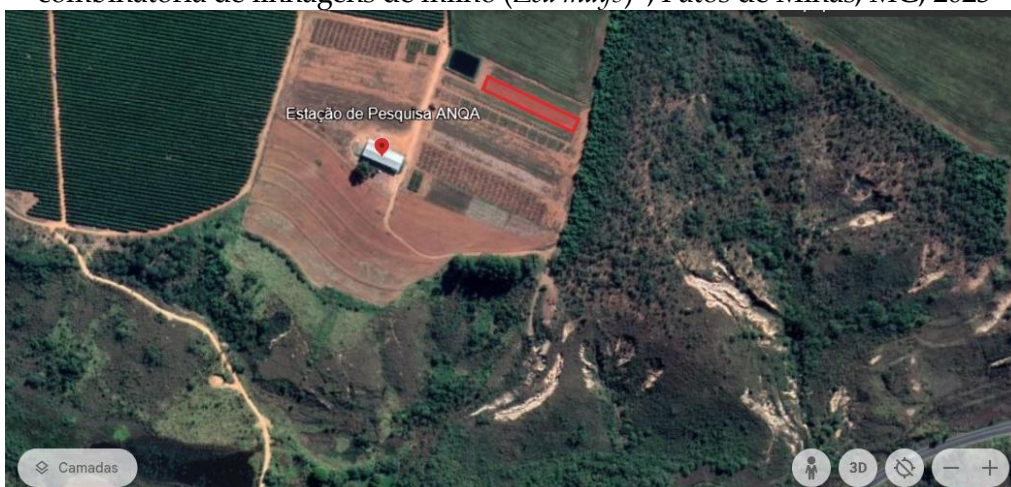
Considerando que a produção de híbridos simples, duplos e triplos está intrinsecamente ligada à produtividade das linhagens, torna-se interessante avaliar os dados de produtividade dessas linhagens (EMYGDIO; IGNACZAK; CARGNELUTTI FILHO, 2007). Em consequência, é possível estimar a produtividade dos híbridos por meio da interpretação do gráfico de *topcross* proposto por Jenkins e Bruson (1932). Provavelmente, as combinações que apresentarem os melhores resultados por esse método serão os híbridos mais vigorosos.

O presente estudo fundamenta-se na necessidade de assertividade ao implantar um campo de sementes, tendo como objetivo avaliar as características fenológicas e genotípicas de seis linhagens de milho.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi implantado na Estação de Pesquisa Experimental ANQA, situada a 18°45'05"S e 46°39'35"W, na Fazenda Recanto, integrada ao Complexo JK da empresa AUMA Negócios, às margens da BR 365, Km 429, conforme ilustrado na Figura 1, no município de Patos de Minas - MG.

**Figura 1:** Delimitação da área experimental (em vermelho) usada na Estação de Pesquisa ANQA utilizada na condução do experimento: “Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (*Zea mays*)”, Patos de Minas, MG, 2023



Fonte: Google Earth (2023).

O plantio manual foi realizado em 13 de março de 2023, à profundidade de 5 cm, em uma área com pH previamente corrigido conforme os resultados da análise química do solo. Adotou-se um espaçamento de 50 cm entre linhas e 4 plantas por metro linear, totalizando uma população de 80.000 plantas por hectare. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com blocos de 4 metros por 10 linhas, totalizando 20 m<sup>2</sup>. Para a área útil da parcela, consideraram-se as 6 linhas centrais, excluindo 0,5 m de bordadura. A avaliação envolveu 5 plantas de cada bloco, considerando cada planta como uma repetição.

Realizaram-se duas adubações de ureia em cobertura, seguindo as recomendações para a extração da cultura. Além disso, foi implementado o manejo fitossanitário da lavoura conforme a necessidade.

Os ensaios de produtividade das linhagens foram conduzidos em áreas distintas, onde as linhagens foram multiplicadas, em uma área também corrigida conforme a análise de solo. Assim, os dados foram obtidos com base na análise das sementes peneiradas, sendo necessário realizar a divisão da quantidade colhida pela média do peso líquido de 60.000 sementes.

Foram analisados os dias nos quais as plantas atingiram os diferentes estádios de desenvolvimento. Para os estádios pré-emergentes, foi necessário desenterrar a semente para avaliar a velocidade de crescimento. Todas as avaliações foram conduzidas às 9 horas para a padronização dos resultados. A análise de ¼ de emergência corresponde a 1,25 cm, ½ de emergência corresponde a 2,5 cm de plântula, e os demais estádios foram avaliados conforme descrito na Tabela 1 até V6; posteriormente, somente o estágio VT foi avaliado.

**Tabela 1:** Estádios reprodutivos do milho e suas características utilizados na avaliação do experimento: “Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (*Zea mays*)”, Patos de Minas, MG, 2023

Estádios	Características
VE	Emergência
V1	Primeira folha
V2	Segunda folha
V3	Terceira folha
V6	Sexta folha
V9	Nona folha
V12	Décima segunda folha
V15	Décima quinta folha
V18	Décima oitava folha
VT	Pendoamento
R1	Florescimento
R2	Grão leitoso
R3	Grão pastoso
R4	Grão farináceo
R6	Maturidade fisiológica

Fonte: Ritchie, Hanway e Benson (2003).

A altura das plantas foi mensurada com o auxílio de uma fita métrica, desde a base do colmo até a folha bandeira. A partir da folha bandeira, o comprimento do pendão também foi medido com a fita métrica. A altura da inserção da espiga foi medida da base do colmo até a primeira espiga da planta (aquela mais distante do solo). Posteriormente, por meio de análise visual, determinou-se a cor do pendão (amarelo ou roxo), e procedeu-se à contagem da quantidade de espigas por planta.

As observações do florescimento masculino foram realizadas pela contagem manual do número de ramificações do pendão e pela observação da proporção de anteras abertas ao longo dos dias de avaliação. Quanto ao florescimento feminino, registrou-se seu ápice, ou seja, com 3 cm de estilo estigma na boneca.

Para o cálculo da dispersão de pólen, foi elaborada uma tabela conforme a metodologia mencionada anteriormente, levando em consideração a altura média do pendão das linhagens masculinas e a inserção da espiga das linhagens femininas. Dessa forma, utilizando o ângulo de  $22,5^\circ$  de dispersão para cada lado e a fórmula para o cálculo do raio ( $0,5579.h$ ), determinou-se que o raio correspondia à distância segura de plantio entre linhas. Para verificar a uniformidade das linhagens, foram analisados o desvio padrão e o coeficiente de variação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta as médias e desvios padrão de altura de plantas, espigas por planta, inserção de espiga, tamanho do pendão e ramificações das linhagens A, B, C, D, E e F, além do coeficiente de variação de cada uma. Os coeficientes de variação foram analisados conforme o método de Scapim, Carvalho e Cruz (1995), indicando que CVs de até 10% são considerados baixos, de 10 a 20% médios, de 20 a 30% altos, e muito altos quando superiores a 30%.

Observou-se que as linhagens A, B e E apresentaram variação baixa, enquanto C, D e F mostraram variação média. A hipótese levantada sobre a instabilidade das variedades mencionadas por último fundamenta-se na sua intolerância aos períodos de temperaturas inferiores a  $22^\circ\text{C}$ , conforme observado na região de instalação do experimento nos meses de abril e maio de 2023 (BRASIL, 2023). Destaca-se que a baixa resistência ao frio foi capaz de causar danos significativos nas linhagens, conforme analisado nos campos de multiplicação de linhagens.

**Tabela 2:** Médias, desvio padrão e coeficiente de variação dos valores coletados do experimento: “Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (*Zea mays*)”, Patos de Minas, MG, 2023

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
Altura (cm)	161	104,2	112	123,4	147,8	119,8
Espigas por planta (un)	3	2	3,8	2,6	1,8	2,4
Inserção de espiga (cm)	101	57	66	85,6	95,4	68,8
Tamanho do pendão (cm)	32,8	33,6	29,8	25,6	29,4	31,6
Ramificações (un)	9	15	9	17	10	6
<b>Desvio padrão</b>						
Altura (cm)	8,6603	3,4928	7,3485	3,9115	2,2804	2,1679
Espigas por planta (un)	0,7071	0,0000	0,4472	0,5477	0,4472	0,5477
Inserção de espiga (cm)	7,4162	5,5678	6,5955	6,0663	2,5100	9,0388
Tamanho do pendão (cm)	1,4832	2,3022	1,3038	2,6077	1,3416	2,3022
Ramificações (un)	0,8367	0,8944	1,7321	1,4832	1,5811	0,5477
<b>Coeficiente de variação</b>	<b>9,9816</b>	<b>5,1559</b>	<b>11,3456</b>	<b>10,0676</b>	<b>9,8788</b>	<b>10,9671</b>

As linhagens testadas alcançaram os estádios em dias relativamente próximos, conforme evidenciado na Tabela 3. No entanto, segundo Schoper, Lambert e Vasilas (1987), considera-se necessário o *split* (Tabela 4) ao combiná-las, uma vez que o ápice de dispersão do pólen ocorre após 3 dias do estágio de transição. Dessa forma, para calcular o *split*, utilizou-se a fórmula  $Split = |Ff - Fm| - 3$ , em que “Ff” representa o florescimento feminino e “Fm” representa o florescimento masculino. Por fim, a linhagem mais precoce é considerada aquela que deve ser plantada com o *split* positivo.

**Tabela 3:** Contagem de dias após o plantio em que as variedades utilizadas na avaliação do experimento, alcançaram os estádios reprodutivos e o ápice do florescimento feminino: “Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (*Zea mays*)”, Patos de Minas, MG, 2023

<b>Estádios</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
¼ Emergência	3	4	3	3	3	4
½ Emergência	4	5	5	4	4	5
Emergência	5	5	6	5	5	6
Palito	6	6	6	6	6	7
V1	7	7	7	7	7	8
V2	8	8	10	9	9	10
V3	12	12	13	13	13	13
V4	14	12	13	14	14	15
V5	18	15	16	16	17	18
V6	19	17	18	18	19	18
VT	65	65	67	66	66	65
<b>Ápice do florescimento feminino</b>	<b>70</b>	<b>66</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>67</b>

**Tabela 4:** *Splits* ideais de plantio dos campos de sementes utilizados na avaliação do experimento: “Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (*Zea mays*)”, Patos de Minas, MG, 2023

<b>Cruzamentos</b>	<b>Split ideal</b>
AxB	Não é necessário
AxC*	2 dias
AxD*	4 dias
AxE*	4 dias
AxF	Não é necessário
BxC*	2 dias
BxD*	4 dias
BxE*	4 dias
BxF	Não é necessário
CxD*	2 dias
CxE*	2 dias
CxF	Não é necessário
DxE*	3 dias
DxF	Não é necessário
ExF	Não é necessário

\* linhagem que deverá ser plantada com *split* positivo.

O raio de dispersão do pólen em centímetros das linhagens em questão é apresentado na Tabela 5, onde os valores destacados indicam a distância entre linhas para a instalação de campos de multiplicação de linhagens, também conhecidos como *nursery*. Com base nesse pressuposto, alguns plantios são considerados inviáveis devido ao adensamento exacerbado de plantas, necessário para uma polinização segura e homogênea.

Observa-se que os materiais A e E apresentam predisposição para se comportarem como macho, uma vez que as distâncias entre linhas correspondem a uma boa população de plantas.

**Tabela 5:** Distância em centímetros indicada para o plantio de cada cruzamento conforme dados coletados na avaliação do experimento: “Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (*Zea mays*)”, Patos de Minas, MG, 2023

<b>Linhagens fêmeas</b>	<b>Linhagens macho</b>					
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
A	<b>33,474</b>	1,78528	6,1369	12,49696	26,10972	10,48852
B	58,0216	<b>26,33288</b>	30,6845	37,04456	50,65732	35,03612
C	53,0005	21,31178	<b>25,6634</b>	32,02346	45,63622	30,01502
D	42,06566	10,37694	14,72856	<b>21,08862</b>	34,70138	19,08018
E	36,59824	4,90952	9,26114	15,6212	<b>29,23396</b>	13,61276
F	51,43838	19,74966	24,10128	30,46134	48,31414	<b>28,4529</b>

A produção de sementes em quilos por hectare de cada linhagem foi calculada pela divisão da produção de sementes pelo aproveitamento do seu beneficiamento (%), já que foram usados dados finais da beneficiadora, ou seja, sementes peneiradas e não o



peso total. À vista disso, a tabela indica que as linhagens D e E possuem alto rendimento. Para o cálculo da produção de sementes em campos de cruzamento, foi necessário multiplicar a média da produção de sementes dos campos de cruzamento por 1,44, a fim de se debitar a quantidade de machos que ocupam a área do campo de sementes.

**Tabela 6:** Produção de sementes das linhagens (kg ha<sup>-1</sup>) avaliadas e produção esperada de grãos dos híbridos simples analisados conforme dados coletados na avaliação do experimento: “Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (*Zea mays*)”, Patos de Minas, MG, 2023

<b>Linhagens</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
Produção de sementes das linhagens (kg ha <sup>-1</sup> )	1572,86	1855,56	1636,25	2685,56	2921,67	1751,67
<b>Produção de sementes avaliadas em campos de cruzamento (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
<b>Linhagens fêmea</b>	<b>Linhagens macho</b>					
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
A		2468,46	2310,56	3066,06	3236,06	2393,66
B			2514,10	3269,60	3439,60	2597,20
C				3111,70	3281,70	2439,30
D					4037,20	3194,80
E						3364,80
F						

A Tabela 7 apresenta a produção esperada de milho grão em sacas por hectare para os híbridos duplos, calculada conforme Jenkins e Brunson (1932). Observa-se que todos os híbridos possuem produtividades acima da média brasileira de 87 sacas por hectare (IBGE, 2023?), com destaque para as combinações D e F, o que indica que, se a produção for confirmada, esses híbridos podem ter boa aceitação no mercado.

**Tabela 7:** Produção de sacas de 60kg dos híbridos duplos (sc ha<sup>-1</sup>) conforme dados coletados na avaliação do experimento: “Estudo da fenologia e capacidade combinatória de linhagens de milho (*Zea mays*)”, Patos de Minas, MG, 2023

Híbridos simples fêmea	Híbridos simples macho													
	AC	AD	AE	AF	BC	BD	BE	BF	CD	CE	CF	DE	DF	EF
AB	142,1	164,5	169,6	144,5	161,5	187,9	193,9	164,4	172,4	177,8	175,0	217,7	187,6	181,4
AC		159,8	164,9	139,8	156,8	183,2	189,2	159,7	167,7	173,1	170,3	213,0	182,9	176,7
AD			187,3	162,3	179,2	205,7	211,7	182,1	190,1	195,5	192,8	235,4	205,3	199,2
AE				167,4	184,3	210,8	216,7	187,2	195,2	200,6	197,8	240,5	210,4	204,3
AF					159,2	185,7	191,7	162,2	170,1	175,5	172,8	215,4	185,3	179,2
BC						202,7	208,6	179,1	187,1	192,5	189,7	232,4	202,3	196,1
BD							235,1	205,6	213,5	218,9	216,2	258,9	228,7	222,6
BE								211,5	219,5	224,9	222,1	264,8	234,7	228,6
BF									190,0	195,4	192,6	235,3	205,2	199,1
CD										203,4	200,6	243,3	213,2	207,0
CE											218,6	248,7	218,6	212,4
CF												245,9	215,8	209,7
DE													252,3	252,3
DF														222,2
EF														

#### 4 CONCLUSÃO

O estudo indica que as linhagens em questão possuem capacidade de produzirem híbridos de alto teto produtivo. Porém, para aprofundamento na qualidade desses híbridos, será necessário desenvolver ensaios de produtividade, análise genotípica e/ou fenotípica das tecnologias (resistência a lagartas e a doenças), além de teste de população para se identificar a densidade de plantio correta.

#### REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, A. J. P. *et al.* O milho RR2 e o glyphosate: uma revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 58-67, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v13i1.279>.
- ARTUZO, F. D. *et al.* O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n2p515-540>.
- BARRETT, J. **Corn and soybean production up in 2021, USDA Reports, Corn and soybean stocks up from year earlier, Winter Wheat Seedings up for 2022.** Washington (EUA): USDA, 2022. Disponível em: <https://www.nass.usda.gov/Newsroom/2022/01-12-2022.php>.
- BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Mapas de estações: a562-patos de minas. período 13/03/2023 - 20/05/2023. A562-Patos de Minas. Período 13/03/2023 - 20/05/2023.** 2023. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>.
- CAETANO, C. P. **Produção de sementes de milho híbrido: um enfoque prático.** 2022. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3210>.
- CARNEIRO, A. A. *et al.* **Milho Bt: teoria e prática da produção de plantas transgênicas resistentes a insetos-praga.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 25 p. (Circular técnica, 135). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/748936>.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos.** Brasília: CONAB, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>.
- COSTA, R. V. da *et al.* Perdas na produtividade de milho safrinha em razão de podridões da base do colmo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, p. e00283, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00283>.

EMYGDIO, B. M.; IGNACZAK, J. C.; CARGNELUTTI FILHO, A. Potencial de rendimento de grãos de híbridos comerciais simples, triplos e duplos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 01, p. 95-103, 2010. Disponível em: <https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/215>.

GIORGI NETO, R. O. **Polinização na produção de híbrido simples de milho**: ação de fatores edafoclimáticos. 2017. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpel.edu.br/handle/prefix/4462?show=full>.

HODGES, T. **Predicting crop phenology**. Washington (USA): CRC Press, 1991.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de milho em grão**. Rio de Janeiro: IBGE, [2023]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/milho-em-grao/br>.

JENKINS, M. T.; BRUNSON, A. M. Methods of testing inbred lines of maize in crossbred combinations. **Agronomy Journal**, [S. l.], v. 24, n. 7, p. 523-530, 1932. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1932.00021962002400070004x>.

RESENDE, Á. V. *et al.* Agricultura de Precisão no Brasil: avanços, dificuldades e impactos no manejo e conservação do solo, segurança alimentar e sustentabilidade. *In*: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. **Anais [...]**. Teresina: Embrapa Meio-Norte: Universidade Federal do Piauí, 2010.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; & BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: Potafos, 2003. (Informações agronômicas, 103). 20 p.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4353>.

SANTOS, H. F. dos. Modernização da agricultura e dinâmica do agronegócio globalizado no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. **Geografia em Questão**, Marechal Cândido Rondon, v. 12, n. 1, p. 09-36, 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/18330>.

SCHOPER, J. B.; LAMBERT, R. J.; VASILAS, B. L. Pollen viability, pollen shedding, and combining ability for tassel heat tolerance in maize. **Crop Science**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 27-31, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.2135/cropsci1987.0011183X002700010007x>.

VIEGAS, G. P.; KRUG, C. A. **O milho híbrido**. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1951. (ABC do Agricultor Prático nº 7). Disponível em: <http://biblioteca.in.gov.br/>

documents/20127/0/ABC+do+Lavrador+Pr%C3%A1tico+N%C2%BA+7--  
O+Milho+Hibrido--Glauco+Pinto+Viegas+e+Carlos+Krug.pdf.

XIAO, Y. *et al.* The genetic mechanism of heterosis utilization in maize improvement. **Genome Biology**, [S. l.], v. 22, p. 148, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13059-021-02370-7>.

# Plantas medicinais do Cerrado: potencial terapêutico, farmacológico e de preservação

*Medicinal plants of Cerrado: therapeutic, pharmacological and preservation potential*

VICTÓRIA NÚBIA DIAS

Discente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM)  
E-mail: victorianubia@unipam.edu.br

MARIA PERPETUA OLIVEIRA RAMOS

Docente do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
E-mails: perpotor@unipam.edu.br

LORRAYNE DE BARROS BOSQUETTI

Docente do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)  
E-mails: lorryneb@unipam.edu.br

---

**Resumo:** O Cerrado é reconhecido mundialmente por sua extraordinária biodiversidade e amplo potencial fitoterápico. Contudo, a maioria dessas plantas requer investigações mais aprofundadas para explorar plenamente seu potencial medicinal. Este estudo visa aprofundar a discussão sobre 15 espécies vegetais do Cerrado com propriedades medicinais e fitoterápicas, contribuindo para a popularização científica de plantas medicinais nativas desse bioma e sua possível aplicação no Sistema Único de Saúde (SUS). Durante o segundo semestre de 2023, amostras vegetais férteis dessas 15 espécies foram coletadas no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. As amostras foram herborizadas, identificadas e registradas com números de tombamento no Herbário Mandevilla (UNIPAM). Uma cartilha informativa foi elaborada utilizando a plataforma digital Canva. Em relação às exsiccatas, destaca-se que *Myracrodruon urundeuva* foi registrada pela primeira vez no Herbário. Entre as nove famílias identificadas, a Fabaceae foi a mais prevalente, compondo 40% das amostras, seguida pela Annonaceae, com 13,33%, e demais com 6,66% cada. A cartilha informativa foi disseminada para professores, alunos e a comunidade científica visando ampla divulgação. Além de promover o conhecimento em saúde, destaca a importância da preservação do Cerrado, enfatizando sua abundância em biodiversidade de plantas medicinais. Os resultados sublinham a necessidade de análises laboratoriais adicionais para certificar as propriedades terapêuticas e toxicológicas das plantas medicinais do Cerrado.

**Palavras-chave:** fitoterapia; coleta; exsiccatas; cartilha.

**Abstract:** The Cerrado is globally recognized for its extraordinary biodiversity and extensive phytotherapeutic potential. However, most of these plants require further investigation to fully explore their medicinal potential. This study aims to deepen the discussion on 15 plant species from the Cerrado with medicinal and phytotherapeutic properties, contributing to the scientific popularization of native medicinal plants from this biome and their possible application in the Unified Health System (SUS). During the second semester of 2023, fertile plant samples of these 15 species were collected in the Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba. The samples were

herborized, identified, and recorded with accession numbers in the Mandevilla Herbarium (UNIPAM). An informative booklet was prepared using the 'Canva' digital platform. Regarding the herbarium specimens, it is noteworthy that *Myracrodruon urundeuva* was recorded for the first time in the Herbarium. Among the nine identified families, Fabaceae was the most prevalent, composing 40% of the samples, followed by Annonaceae, with 13.33%, and others with 6.66% each. The informative booklet was disseminated to teachers, students, and the scientific community for broad dissemination. In addition to promoting health knowledge, it emphasizes the importance of preserving the Cerrado, highlighting its abundance in biodiversity of medicinal plants. The results underscore the need for additional laboratory analyses to certify the therapeutic and toxicological properties of Cerrado medicinal plants.

**Keywords:** phytotherapy; gathering; exsiccates; manual.

---

## 1 INTRODUÇÃO

Cerrado, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo, abrange uma vasta área de aproximadamente 2,0 milhões de km<sup>2</sup> no Brasil, correspondendo a 23% do território nacional. Esta região engloba estados como Mato Grosso, Piauí, Bahia, Maranhão, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia, São Paulo e o Distrito Federal. As plantas que habitam o Cerrado desenvolveram adaptações para sobreviver em condições ambientais desafiadoras, incluindo longos períodos de seca, pluviosidade concentrada em determinadas épocas, solos pobres e incêndios frequentes (CARVALHO *et al.*, 2015).

Apesar da riqueza de sua flora, o Cerrado enfrenta desafios significativos em termos de conservação da biodiversidade. As áreas protegidas, quando comparadas à Amazônia, são menores, com exigências de conservação estipuladas pelo Código Florestal Brasileiro de 20% de preservação, enquanto na Amazônia Legal esse percentual é de 30% (SANO *et al.*, 2020).

A proposta do programa instituído pelo Decreto Nacional de Conservação do bioma Cerrado, sob o número 5.577 de 2005, com o objetivo de "promover a conservação, restauração, recuperação e manejo sustentável do ecossistema, com a valorização e reconhecimento de suas populações tradicionais", busca alternativas sustentáveis para reverter os impactos socioambientais negativos (BRASIL, 2015).

No Brasil, o uso de plantas medicinais integra a prática assistencial dos serviços de saúde, conhecida como medicina popular, que constitui uma rica diversidade étnica e cultural nos saberes familiares. O olhar sensível para essa diversidade motivou a elaboração da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no SUS. Essa prática é justificada pela imensa biodiversidade que o país apresenta no contexto mundial em plantas, favorecendo a fitoterapia como recurso terapêutico (BRASIL, 2015).

Além disso, o Cerrado abriga uma vasta e valiosa variedade de plantas com potencial fitoterápico, despertando interesse na área acadêmica. Estudos científicos têm contribuído para a compreensão de seus constituintes químicos e sua relevância na medicina popular (CARVALHO; PEREIRA; ARAÚJO, 2015).

As plantas do Cerrado possuem mecanismos de defesa únicos, traduzindo-se em compostos bioativos com propriedades antioxidantes, antimicrobianas,

anticarcinogênicas e retardadoras de envelhecimento. Essas características tornam essas espécies alvo de interesse para a indústria de alimentos, farmacêutica e cosmética (LUZIA, 2012).

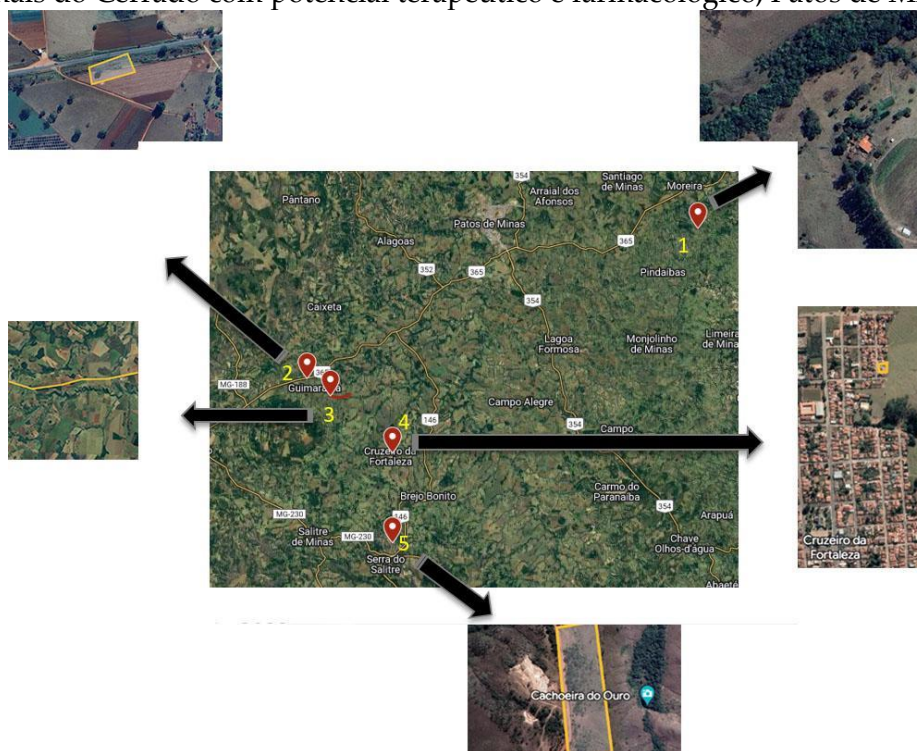
Apesar do reconhecido potencial das plantas do Cerrado, muitas delas carecem de estudos científicos que comprovem sua eficácia terapêutica. O objetivo principal desta pesquisa é discutir sobre espécies vegetais do Cerrado com potencial medicinal e fitoterápico, ampliando o conhecimento científico sobre essas plantas e seu possível uso no SUS. Isso inclui a coleta de espécies reconhecidas pela ANVISA e pela sabedoria popular, a preparação de exsiccatas e seu tombamento no Herbário Mandevilla - UNIPAM, bem como a elaboração de uma cartilha informativa. A cartilha apresenta nome popular, científico, bioativos, indicações de uso, partes utilizadas, preparo e toxicidades.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL DE COLETA

As coletas dos materiais vegetativos férteis foram executadas no segundo semestre de 2023 em cinco regiões diferentes do Cerrado do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, (Figura 1).

**Figura 1:** Representação cartográfica dos pontos de coleta das espécies de plantas medicinais do Cerrado com potencial terapêutico e farmacológico, Patos de Minas, MG



Obs.: 1 (Fazenda Bebedouro), 2 (BR 365), 3 (Estrada LMG 737), 4 (Cruzeiro da Fortaleza/MG) e 5 (Entrada da cidade de Serra do Salitre/MG)

Fonte: Google Earth, 2023.



As espécies coletadas e as coordenadas dos locais de onde foram retiradas são apresentadas na Tabela 1. A primeira coleta foi realizada no dia 22 de agosto de 2023, na Fazenda Bebedouro, distrito de Areado, município de Patos de Minas - MG. No dia 02 de setembro de 2023, foram realizadas coletas em quatro pontos diferentes: i) BR 365 São João da Serra Negra/MG à Guimarães/MG; ii) estrada LMG 737 Guimarães/MG à Cruzeiro da Fortaleza/MG; iii) área urbana de Cruzeiro da Fortaleza/MG; e iv) entrada de Serra do Salitre/MG.

**Tabela 1:** Local de coleta, nome e respectivas coordenadas das espécies de plantas medicinais do Cerrado coletadas com potencial terapêutico e farmacológico, Patos de Minas, MG

Localização	Espécies coletadas	Coordenadas
Fazenda Bebedouro	Angico branco, Aroeira, Copaíba, Jatobá, Sucupira preta	18°36'12.4"S 46°11'07.3W
BR 365 Guimarães/MG a São João Da Serra Negra	Angico branco	18°49'46.3" S 46°48'28.3" W
Estrada LMG737 entre Guimarães/MG e Cruzeiro da Fortaleza/MG	Araticum-cagão, Barbatimão Mama-cadela, Pequi e Sucupira- branca	18°51'20.0" S 46°46'14.2" W
Área urbana Cruzeiro da Fortaleza/Mg	Algodãozinho	18°56'29.4" S 46°40'19.1" W
Serra do Salitre/MG	Arnica-brasileira, Barbatimão e Pindaúva-do-campo	19°05'01"S 46°40'20"W

## 2.2 COLETA

Conforme as diretrizes estabelecidas pelo Manual Técnico da Vegetação Brasileira (BRASIL, 2012), as espécies vegetais do Cerrado selecionadas foram coletadas e devidamente acondicionadas em jornais. Posteriormente, foram separadas e prensadas para o transporte até o Herbário. O grupo de coletores foi liderado por uma professora, juntamente com um morador local que detém conhecimentos específicos sobre a vegetação e a flora da região estudada. Os instrumentos utilizados durante o processo de coleta incluíram podão aéreo, podão de mão e facão.

## 2.3 PREPARAÇÃO DAS EXSICATAS

Para realizar a coleta e herborização, todas as espécies foram utilizadas na confecção de exsiccatas, seguindo a metodologia proposta por Dias e Bitar (2013), com adaptações conforme a Instrução de Trabalho (IT 180-02 e 180-04) do Herbário Mandevilla (UNIPAM, 2023a; UNIPAM, 2023b). No processo de herborização, as amostras frescas foram dispostas entre folhas de jornal e papelão imediatamente após a coleta. Elas foram então posicionadas em prensas de madeira e comprimidas com um cinto de tecido e couro. As prensas foram posteriormente colocadas na estufa de circulação forçada de ar do laboratório de Botânica do UNIPAM, mantida a uma

temperatura controlada entre 40 a 60°C, por 4 dias, levando em consideração as necessidades específicas de secagem de cada espécie (BARBOSA; MACHADO, 2010).

O processo de montagem das exsiccatas compreendeu a fixação das plantas previamente prensadas e secas. Esse procedimento foi realizado em cartolina verde, conforme o padrão do herbário, e as plantas foram fixadas utilizando fita gomada. Cada planta recebeu o carimbo do Herbário com um número de tombo único. Etiquetas contendo informações características de cada espécie, como o nome do coletor, local de coleta e identificador da espécie, foram anexadas. Após a conclusão desse processo, as exsiccatas foram organizadas em ordem alfabética pelo nome da família e espécie, sendo posteriormente depositadas no Herbário Mandevilla.

## 2.4 COLETAS DE DADOS

A tabulação dos dados empregados para fins comparativos na Tabela 2 foi conduzida mediante uma consulta ao acervo do Herbário Mandevilla - UNIPAM. Os dados coletados do acervo incluíram a quantidade de exsiccatas registradas, ano de registro, número de tombamento, ano e local de coleta das espécies.

## 2.5 ELABORAÇÃO DA CARTILHA INFORMATIVA

Para a produção da cartilha, foram selecionadas 15 espécies medicinais de Cerrado previamente tombadas, sendo que as espécies *Copaifera langsdorffi*, *Myracrodruon urundeuva* e *Stryphnodendron adstringens* já estão presentes como fitoterápicos usados e de interesse do SUS (BRASIL, 2009).

A criação do design gráfico para a elaboração da cartilha foi realizada utilizando a plataforma digital 'Canva'. Na cartilha, foram incluídas informações sobre as espécies selecionadas, abrangendo o nome popular e científico. Além disso, enfatizaram-se as indicações de uso, a parte da planta a ser utilizada, o modo de preparo e informações sobre a toxicidade, baseadas em levantamentos bibliográficos. Ela inclui ainda imagens de cada uma das espécies selecionadas, bem como sua localização.

A cartilha estará acessível de forma digital para professores, alunos e a comunidade científica. Uma cópia impressa foi entregue à Escola Estadual "Deiró Eunápio Borges", disponível para consulta tanto de alunos quanto de professores. Sendo assim, constitui uma valiosa fonte de pesquisa sobre as plantas medicinais do Cerrado, visando contribuir para o acesso às informações sobre esse bioma e destacando a importância da sua conservação.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas amostras de 15 espécies, transformadas em exsiccatas, identificadas e registradas com números de tombos, e armazenadas no Herbário Mandevilla - UNIPAM. Essas exsiccatas permanecerão no Herbário Mandevilla - UNIPAM e estarão disponíveis como material de estudo (Tabela 2).

Conforme destacado por Martins (2021), as coleções botânicas desempenham um papel fundamental ao fornecer informações sobre a origem, coleta e identificação de

cada espécime de um ambiente específico. Desta forma, elas se tornam elementos essenciais para a preservação da biodiversidade desse ambiente. As coleções desempenham um papel crucial na condução de pesquisas relacionadas às espécies e na estabilidade da nomenclatura dos grupos botânicos.

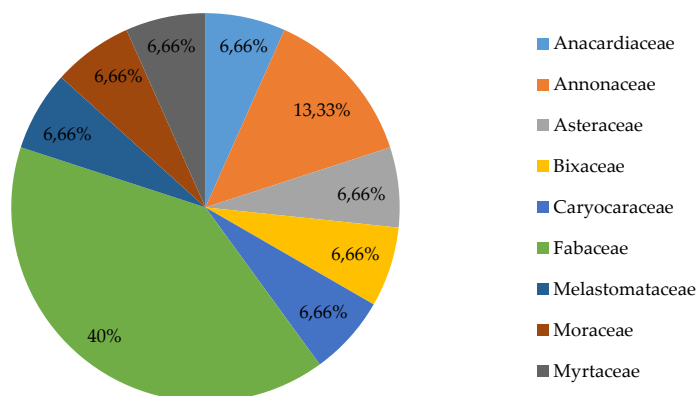
**Tabela 2:** Identificação de espécies de plantas medicinais do Cerrado com potencial terapêutico e farmacológico, dados e tombamento do Herbário UNIPAM, Patos de Minas, MG

Família	Nome científico	Nome popular	Nº de tombo	Nº de exsicatas registradas no herbário
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira-preta	222.17.2	1
Annonaceae	<i>Annona cacans</i>	Araticum-cagão	18.12.2	2
Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	Pindaúva-do-campo	18.3.8	8
Asteraceae	<i>Lychnophora ericoides</i>	Arnica-brasileira	403.19.2	2
Bixaceae	<i>Cochlospermum regium</i>	Algodãozinho	250.3.8	8
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi	187.1.9	10
Fabaceae	<i>Anadenanthera</i> sp.	Angico	140.225.1	4
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Sucupira-preta	140.71.10	6
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Pau-de-óleo, copaíba	140.116.2	3
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	140.28.4	3
Fabaceae	<i>Pterodon emarginatus</i>	Sucupira-branca	140.42.10	6
Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Barbatimão	140.62.6	5
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	Canela-de-velho	219.11.10	10
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Mama-cadela	150.6.5	5
Myrtaceae	<i>Campomanesia</i> sp.	Gabioba-do-Cerrado; Guavira	218.53.1	10

Das nove famílias encontradas, a Fabaceae foi a predominante, representando 40%, seguida pela Annonaceae, com 13,33%. As demais famílias corresponderam a 6,66% (Figura 2).

**Figura 2:** Representatividade (%) das famílias encontradas entre as espécies de plantas medicinais do Cerrado coletadas com potencial terapêutico e farmacológico, Patos de Minas, MG

PLANTAS MEDICINAIS DO CERRADO: POTENCIAL  
TERAPÊUTICO, FARMACOLÓGICO E DE PRESERVAÇÃO



A predominância da família Fabaceae pode ser explicada pelo seu status como um importante grupo taxonômico botânico, além de sua ampla distribuição global, com cerca de 2.807 espécies (ZAPPI *et al.*, 2015). Ela é reconhecida como uma das famílias botânicas mais significativas tanto em termos econômicos quanto medicinais. Algumas espécies desta família se destacam no tratamento de doenças devido às suas propriedades curativas e terapêuticas, sendo utilizadas tanto na farmacologia quanto na medicina popular (GOMES *et al.*, 2008). As espécies pertencentes a esta família são conhecidas por serem ricas em flavonoides e compostos relacionados, como rotenóides e isoflavonoides; alcalóides, terpenóides e esteróides, embora a presença de taninos seja relativamente baixa quando comparada aos flavonoides (SILVA *et al.*, 2007).

De acordo com os registros do Herbário Mandevilla, conforme indicado na Tabela 2, foram identificadas apenas duas exsiccatas da espécie *Lychnophora ericoides*, conhecida como arnica brasileira, espécie ameaçada. No herbário, uma dessas coletas foi destinada à documentação deste estudo. Ambas as coletas foram realizadas no município de Serra do Salitre/MG, sendo a primeira delas datada de 2017. Isso indica que, apesar do uso medicinal tradicional envolvendo a arnica, a espécie ainda se encontra no ambiente local. Ela é amplamente utilizada para tratar hematomas, reduzir inchaços, aliviar dores nas pernas e atuar como repelente, além de possuir propriedades anti-inflamatórias (WILSON; RHODES; POSSINGHAM, 2015). Devido à ausência de cultivos para fins medicinais, a obtenção desses produtos ocorre principalmente em comunidades naturais, onde o extrativismo é realizado sem considerar práticas sustentáveis, o que coloca em risco a sobrevivência da espécie no bioma do Cerrado.

*Myracrodruon urundeuva*, conhecida como aroeira, é registrada apenas uma vez, conforme demonstrado na Tabela 2, e esse registro foi feito, em especial, para o propósito deste estudo. Devido à prática inadequada de extrativismo, essa espécie foi incluída na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, elaborada pela Fundação Biodiversitas sob a supervisão do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2008). A aroeira é amplamente utilizada na medicina popular, sendo que suas cascas e resina são empregadas como adstringentes, analgésicas, anti-inflamatórias, antibacterianas e no tratamento de inflamações na garganta, gengiva e pele (ARAUJO *et al.*, 2018).

As espécies mais frequentemente coletadas e registradas no arquivo do herbário, conforme apresentado na Tabela 2, são a *Caryocar brasiliense*, *Campomanesia* sp. e *Miconia albicans*. *Caryocar brasiliense*, conhecido popularmente como pequi, destaca-se por sua ampla aplicação no tratamento de diversas condições, abrangendo gripes, resfriados, inflamações, cicatrização de feridas, distúrbios estomacais, questões menstruais e oftalmológicas. Adicionalmente, o óleo extraído de sua polpa é empregado para o tratamento da bronquite, desempenhando papéis de tônico, antioxidante e agente antifúngico. A planta também desfruta de uso culinário em pratos típicos das regiões de Goiás e Minas Gerais (CARVALHO *et al.*, 2015).

*Campomanesia* sp., conhecida como gabioba, é tradicionalmente empregada para tratar infecções, prevenir anemias, combater a disenteria e fortalecer o sistema imunológico. Adicionalmente, destaca-se por seu potencial coadjuvante na perda de peso, e a infusão das folhas de gabioba demonstra eficácia no tratamento de condições como cistite e uretrite. A beleza de suas flores brancas também a torna apreciada na ornamentação, e seus frutos são utilizados *in natura*, em sucos e doces (REGGINATO, 2021).

*Miconia albicans*, conhecida como canela de velho, encontra ampla aplicação na medicina popular para aliviar condições como artrite, artrose, fibromialgia, dor na coluna, bursite e inflamações articulares. Estudos de pesquisa corroboraram suas propriedades, englobando atividade antioxidante, ação anti-inflamatória, efeitos analgésicos, capacidade antitumoral e atividade antimicrobiana (BRASIL *et al.*, 2021).

Dentre as 15 espécies elencadas e analisadas neste estudo, apenas três estão incluídas no Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira e na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (SUS) (BRASIL, 2009). Este dado ressalta a importância de conduzir investigações, como a presente pesquisa, para avaliar a viabilidade de incorporar outras espécies a essas listagens. Através dessa avaliação, busca-se assegurar a segurança do uso dessas plantas na prática medicinal. Este procedimento permitiria uma exploração mais abrangente e confiável de seu potencial terapêutico.

A cartilha resultante deste estudo, compreendendo informações detalhadas sobre as espécies medicinais e seus usos enquanto fitoterápicos, encontra-se disponível para acesso por meio do seguinte link no Google Drive: [<https://drive.google.com/file/d/1oyGPK0eJArA4YrNyHHRKZHrxUPjd6jvJ/view?usp=sharing>].

Com o intuito de ampliar a divulgação, a rede social Instagram foi empregada como ferramenta, visando alcançar um público mais abrangente, para além daqueles já envolvidos no estudo. A versão física da cartilha encontra-se disponível na biblioteca da Escola Estadual “Deiró Eunápio Borges”.

O propósito subjacente a esta cartilha é disponibilizar informações acessíveis acerca das propriedades medicinais presentes no bioma Cerrado, com ênfase nas plantas medicinais identificadas nas proximidades da cidade de Patos de Minas/MG. Destaca-se a importância de fornecer orientações precisas sobre o uso adequado dessas plantas, promovendo, assim, a valorização das espécies e sua integração no contexto da utilização de fitoterápicos no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Além disso, a iniciativa visa ressaltar e valorizar o bioma Cerrado como um todo.

Autores renomados, como Freire (1980; 1987), têm destacado a relevância do emprego de cartilhas como ferramentas valiosas no âmbito do ensino e da informação, conforme proposto no presente trabalho. Esses estudiosos enfatizaram a importância de utilizar tal instrumento para abordar temáticas contemporâneas e pertinentes à sociedade em geral. Em suas análises, ressaltaram que os educadores reconhecem a natureza transversal e interdisciplinar das cartilhas, aproveitando o conhecimento prévio dos alunos, ancorado em suas vivências pessoais, e estabelecendo conexões com a realidade da sala de aula.

Dessa forma, torna-se de suma importância adotar distintos métodos de ensino como complementares à abordagem tradicional. Conforme discutido por Dias (2018), cartilhas que abordam conteúdos específicos têm a capacidade de estimular a criatividade dos alunos e fomentar o pensamento crítico. Além disso, é relevante notar que o uso da cartilha como ferramenta didática remonta ao século XIX no Brasil, persistindo em sua aplicação até os dias atuais.

#### 4 CONCLUSÃO

Quinze espécies de plantas medicinais provenientes do bioma Cerrado foram coletadas e, posteriormente, submetidas à confecção de exsecatas, catalogação e inclusão na coleção do Herbário Mandevilla. Estas espécies, de acordo com a taxonomia, estão distribuídas em nove famílias distintas, sendo a Fabaceae a mais prevalente, representando 40% do total, seguida pela Annonaceae, que contribui com uma taxa de 13,33%. As demais famílias compõem, coletivamente, 6,66% das espécies registradas.

#### REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. C. E. *et al.* Alimentícias. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região nordeste**. Brasília: MMA, 2018. Cap. 5. p. 245-261. (Série Biodiversidade). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1103471>.

BARBOSA, S. B. MACHADO, S. R. **Herbário Botu "Irina Delanova Gemtchujnicov": manual de procedimentos**. [S. l.]: UNESP, 2010. Disponível em: [https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/Herbario/Manual\\_Herbario\\_BOTU.pdf](https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/Herbario/Manual_Herbario_BOTU.pdf).

BRASIL, E. M. *et al.* Atividades biológicas de *Miconia albicans*: uma breve revisão. **Revista de Ciências da Saúde**, São Luís, v. 21, n. 1, p. 32-35, 2021. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rcisaude/article/view/11156>.

BRASIL. **Decreto nº 5.577, de 8 de novembro de 2005**. Institui, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, o Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado - Programa Cerrado Sustentável, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2005. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/decreto/d5577.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5577.htm).

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-tecnico-da-vegetacao-brasileira.pdf>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Relação nacional de plantas medicinais de interesse ao Sistema Único de Saúde (RenisUS)**. Brasília: MS, 2009. Disponível em: [www.gov.br/saude/pt-br/composicao/sectics/daf/pnpmf/ppnmpf/arquivos/2014/renisus.pdf](http://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/sectics/daf/pnpmf/ppnmpf/arquivos/2014/renisus.pdf).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008**. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e espécies da flora brasileira com deficiência de dados as especificadas nesta Instrução Normativa. Brasília: Instrução Normativa, 2008. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-6-2008\\_77052](https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-6-2008_77052).

CARVALHO, L. S. de; PEREIRA, K. F.; ARAÚJO, E. G. de. Características botânicas, Efeitos terapêuticos e princípios ativos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*). **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, Umuarama, v. 19, n. 2, p. 147-157, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.25110/arqsaude.v19i2.2015.5435>.

UNIPAM. Centro Universitário de Patos de Minas. **Coleta de material botânico**. Patos de Minas: UNIPAM, 2023a. 2 p. (Pasta 180: Laboratório de Botânica. IT\_180\_02).

UNIPAM. Centro Universitário de Patos de Minas. **Confecção de exsiccatas**. Patos de Minas, UNIPAM, 2023b. 2 p. (Pasta 180: Laboratório de Botânica. IT\_180\_04).

DIAS, A. A. V.; BITAR, N. A. Implantação e implementação do herbário "*Mandevilla* sp." no Centro Universitário de Patos de Minas: informe técnico. **Perquirere**, Patos de Minas, v. 2, n. 10, p. 88-103, 2013. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/view/3519>.

DIAS, I. C. G. **O uso de cartilha como ferramenta para promover a Educação Ambiental no ensino das ciências**. 2018. 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11122>.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação**. 3. ed. São Paulo: Moraes, 1980.

GOMES, E. C. de S. *et al.* Plantas da caatinga de uso terapêutico: levantamento etnobotânico. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal,

v. 5, n. 2, p. 74-85, 2008. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=130>.

LUZIA, D. M. M. **Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do cerrado brasileiro**. 2012. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/100896>.

MARTINS, N. de J. F. **Coleções biológicas: importância para a biodiversidade e análise da coleção botânica didática da UFMA (Pinheiro, MA)**. 2021. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Naturais - Biologia), Universidade Federal do Maranhão, Pinheiro, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/4924>.

REGGINATO, A. *et al.* Antidiabetic and hypolipidemic potential of *Campomanesia xanthocarpa* seed extract obtained by supercritical CO<sub>2</sub>. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 81, n. 3, p. 621-631, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.227388>.

SANO, E. E. *et al.* Características gerais da paisagem do Cerrado. *In*: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (ed.). **Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções**. Brasília: Embrapa, 2020. Cap. 1. p. 21-37.

SILVA, H. R. e *et al.* Constituintes químicos das cascas do caule de *Cenostigma macrophyllum*: ocorrência de colesterol. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 1877-1881, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422007000800015>.

WILSON, H. B.; RHODES, J. R.; POSSINGHAM, H. P. Two additional principles for determining which species to monitor. **Ecology**, [S. l.], v. 96, n. 11, p. 3016-3022, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1890/14-1511.1>.

ZAPPI, D. C. *et al.* Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>.



# Influência da sujidade em grãos de milho sobre a composição bromatológica

*Influence of corn grain cleaning on the bromatological composition*

CAIO CORDEIRO FIGUEIREDO

Auxiliar Técnico Ambiental (TotalPlanejamento em Meio Ambiente)  
E-mail: caiocordeiro10@hotmail.com

ISABELLA CRISTINA CORRÊA DA MATA

Pós-graduanda em Gestão da Produção de Aves e Suínos (UNIPAM)  
E-mail: isabellaccm@unipam.edu.br

LUIZ FERNANDO ROCHA BOTELHO

Docente (UNIPAM)  
E-mail: luizfrb@unipam.edu.br

---

**Resumo:** O milho é o principal cereal utilizado como base de dietas de várias espécies animais. É um excelente alimento de fonte energética, rico em amido, proteínas, vitaminas e sais minerais. Objetivou-se avaliar a qualidade bromatológica de grãos de milho adquiridos na Escola Agrotécnica Afonso Queiroz, localizada no município de Patos de Minas - MG. O experimento foi conduzido no laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia - UNIPAM. Os tratamentos experimentais foram os seguintes: T1-amostra de milho grão puro, T2-amostra de milho grão com 2% de sujidades, T3-amostra de milho grão com 4% de sujidades e T4-amostra de milho grão com 6% de sujidades. Todos foram avaliados com cinco repetições. Foram determinados os teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, fibra bruta, fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido e extrato etéreo. As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância a 5% de probabilidade, e os dados, quando significativos, submetidos ao teste de regressão  $P < 0,05$ . Observou-se que os resultados obtidos para as variáveis avaliadas apresentaram valores dentro dos padrões recomendados. As variáveis de MS, MM, FB, FDN e FDA tiveram uma crescente em seus valores de acordo com o aumento na inclusão de sujidade, já as variáveis de PB e EE tiveram uma decrescente em seus valores. Concluiu-se com este estudo que todos os parâmetros avaliados apresentaram resultados satisfatórios, o que nos leva a perceber que o milho está adequado para a produção animal.

**Palavras-chave:** análise de alimentos; digestibilidade; nutrição animal.

**Abstract:** Corn is the main cereal used as the basis for diets of various animal species. It is an excellent source of energy, rich in starch, proteins, vitamins, and minerals. The objective was to evaluate the bromatological quality of corn grains acquired at the Afonso Queiroz Agrotechnical School, located in the municipality of Patos de Minas - MG. The experiment was conducted in the Animal Nutrition and Bromatology laboratory - UNIPAM. The experimental treatments were as follows: T1-sample of pure corn grain, T2-sample of corn grain with 2% impurities, T3-sample of corn grain with 4% impurities, and T4-sample of corn grain with 6% impurities. All were evaluated with five repetitions. The levels of dry matter, mineral matter, crude protein, crude

fiber, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and ether extract were determined. The analyzed variables were subjected to analysis of variance at 5% probability, and the data, when significant, were subjected to the regression test  $P < 0.05$ . It was observed that the results obtained for the evaluated variables presented values within the recommended standards. The variables of DM, MM, CF, NDF, and ADF had an increase in their values according to the increase in impurity inclusion, while the variables of CP and EE had a decrease in their values. It was concluded from this study that all evaluated parameters presented satisfactory results, leading us to perceive that corn is suitable for animal production.

**Keywords:** food analysis; digestibility; animal nutrition.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é um cereal importante na nutrição animal, considerado um alimento concentrado energético, com grande participação da base para a composição das dietas para animais. É utilizado como fonte de energia e aminoácidos na formulação de rações. Sua maior limitação como fonte de nutrientes é o baixo teor dos aminoácidos lisina e triptofano. A qualidade do milho é fator importante a ser observado na nutrição animal. Há uma grande quantidade de híbridos de milho cultivados, o que ocasiona grande variação nos valores nutricionais, influenciando diretamente os valores energéticos (LIMA, 2010).

A importância da manipulação de fontes energéticas na nutrição animal propõe-se a otimizar a relação entre eficiência biológica e econômica, sendo que as fontes de amido mais utilizadas são encontradas em maiores proporções no milho, apresentando aproximadamente 70% de amido na matéria seca além de boa digestibilidade. Os híbridos disponíveis no mercado são diferentes em sua composição bromatológica e características físicas, podendo influenciar em seu consumo (CAÇÃO *et al.*, 2012).

Na elaboração de rações, é de fundamental importância o conhecimento do valor nutricional dos alimentos, representado pelo conteúdo de aminoácidos, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos. Esses valores possibilitam a elaboração de rações, otimizando o aproveitamento dos nutrientes pelos animais, evitando deficiências ou excessos, o que auxilia tanto na diminuição de custos, quanto na excreção de nutrientes no ambiente (ROSTAGNO *et al.*, 2007).

Para melhorar a digestibilidade do amido, o processamento de grãos auxilia nos resultados positivos de eficiência alimentar. O milho grão deve ser submetido ao processo de moagem em partículas finas, devido à resistência das partículas maiores aos microrganismos ruminais, assim como ao efeito enzimático intestinal. Entretanto, partículas finas em excesso são rapidamente fermentadas no rúmen, podendo ocasionar acidose, caso não haja a presença de volumosos em quantidades suficientes na dieta (OWENS; ZINN, 1986).

É considerado um alimento indispensável com grande destaque na atividade pecuária, utilizado para produção de silagem e rações para nutrição de animais, o que é evidenciado ao se levarem em conta os dados da evolução da produção de milho e o crescimento da produção de bovinos, suínos e aves nos últimos anos (FORNASIERI FILHO, 2007).

Portanto, objetivou-se avaliar a influência da sujidade na qualidade bromatológica de grãos de milho.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no mês de setembro de 2021, no laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia, no Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, localizado em Patos de Minas - MG.

Foram avaliadas amostras de grãos de milho adquiridas na Escola Agrotécnica Afonso de Queiroz, localizada no município de Patos de Minas - MG e posteriormente realizada a análise bromatológica da amostra coletada.

Foram coletadas amostras de milho grão que passaram por limpeza de sujidades de forma manual, sendo separados os grãos de milho das sujidades, que foram caracterizadas por partes da planta, como folha, sabugo e caule. Em seguida, realizou-se a montagem dos tratamentos experimentais. Após a separação da sujidade, foram montados os tratamentos com a inclusão intencional de impurezas aos grãos. Os tratamentos experimentais utilizados foram: T1-amostra de milho grão puro, T2-amostra de milho grão com 2% de sujidades, T3-amostra de milho grão com 4% de sujidades e T4-amostra de milho grão com 6% de sujidades. O experimento foi montado em DIC, e todos os tratamentos apresentaram cinco repetições.

Após a adição da sujidade, as amostras foram coletadas e homogeneizadas, e, a partir da amostra completa, foram retiradas as amostragens de 250 g cada uma, acondicionadas em saco plástico estéril e devidamente identificadas e encaminhadas ao laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

Para a realização da análise de composição bromatológica, as amostras foram trituradas e processadas em moinho de facas com peneira de 1mm e armazenadas em potes de plástico devidamente identificados para a realização da análise química.

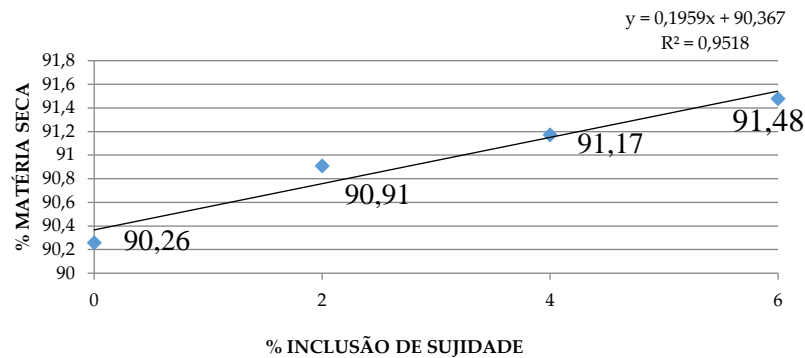
Para a determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), seguiram-se os métodos propostos por Silva e Queiroz (2002); para o extrato etéreo, o método de extração "a quente" em éter de petróleo (Método Goldfish) (AOAC, 1990).

Os dados referentes às variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e, quando significativos, submetidos ao teste de regressão  $P < 0,05$ , utilizando o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2019).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os valores de MS dos tratamentos avaliados. Conforme a inclusão de sujidades aumentou, houve aumento no teor de MS.

**Figura 1:** Estudo de regressão do efeito da porcentagem de inclusão de sujidade sobre a porcentagem de matéria seca (MS)



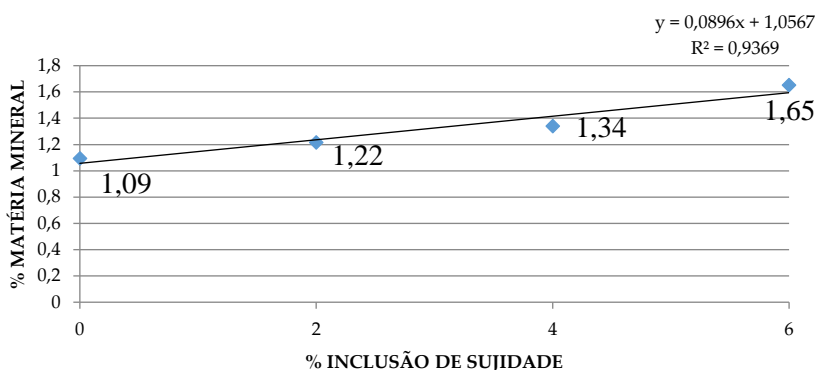
O coeficiente linear da reta da equação de regressão para porcentagem de MS indicou que, a cada inclusão de sujidade, houve um ganho médio de 1,95% (Figura 1). O aumento ocorreu provavelmente devido à inclusão de sujidades, constituída de uma parte seca e lignificada, com menores valores de umidade, ocasionando assim a diferença nos valores apresentados. De acordo com o Compêndio Brasileiro de Alimentação (BRASIL, 2005), o milho dentro dos padrões de qualidade, deve conter, no máximo, 13% de umidade.

A busca constante por rações que possam proporcionar o máximo desempenho dos animais de forma econômica tem levado nutricionistas a aprimorarem cada vez mais o conhecimento sobre as características dos alimentos. Para formulação de uma dieta que atenda adequadamente às exigências nutricionais dos animais, o conhecimento da composição química e energética dos ingredientes é de suma importância (EYNG *et al.*, 2009).

As dietas são formuladas na base de MS, pois existem quantidades específicas de nutrientes secos para atender suas exigências de manutenção, crescimento e produção. O controle da MS da dieta é fundamental para que se possa oferecer sempre uma dieta consistente aos animais. Assim, é possível determinar exatamente a quantidade de nutrientes que o animal está recebendo e a quantidade de alimento necessário para a produção (MERTENS, 2005).

A Figura 2 apresenta os valores de MM dos tratamentos avaliados. Conforme a inclusão de sujidade aumentou, os valores aumentaram.

**Figura 2:** Estudo de regressão do efeito da inclusão de sujidade sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) a partir da amostra da matéria seca



Em relação à MM, a porcentagem de inclusão de sujidade, observada na Figura 2, permite perceber um ganho médio de 0,89%, com um coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,93.

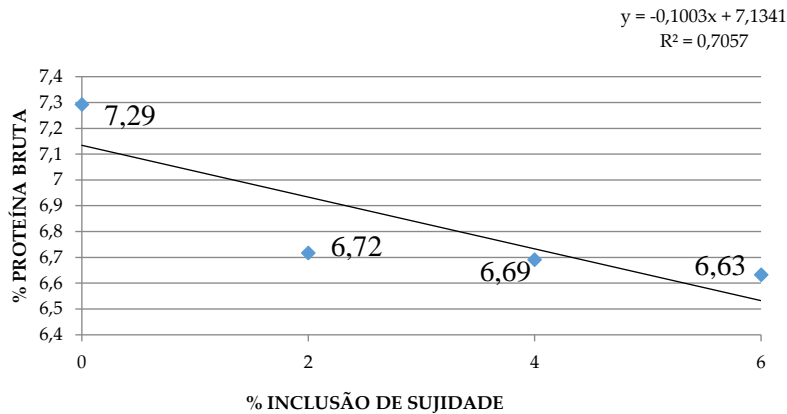
Para os resultados expressos nas porcentagens de MM, houve diferença estatística significativa, e se encontram dentro dos padrões esperados. Segundo a Tabela Brasileira de Aves e Suínos (EMBRAPA, 2017), o valor médio ideal para grão milho é de 1,11%, podendo haver variação de acordo com a qualidade do grão.

Os minerais estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, exercendo inúmeras funções vitais no organismo. Além de estarem envolvidos na manutenção da vida animal, também estão relacionados com aumento do desempenho e produtividade (MORRISON, 1966; MENDONÇA JÚNIOR *et al.*, 2011).

Os minerais são necessários para o organismo animal. São classificados, de acordo com a necessidade, em macrominerais e em microminerais. Os macrominerais são exigidos pelo organismo animal em maior quantidade, enquanto os microminerais são exigidos em menor quantidade, sendo ambos fundamentais. Os minerais essenciais são aqueles que têm a função biológica conhecida e os não essenciais são aqueles com função biológica parcial ou totalmente não conhecida. Os minerais possuem diferentes funções. Muitas vezes um mineral desempenha mais de uma função, e o consumo excessivo pode causar toxidez (BERTÓLI, 2010).

A Figura 3 apresenta os valores de PB dos tratamentos avaliados. Conforme as porcentagens de inclusão de sujidade aumentaram, os valores de PB reduziram de forma constante.

**Figura 3:** Estudo de regressão do efeito da porcentagem de inclusão de sujidade sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) a partir da amostra da matéria seca



Levando em consideração os valores de proteína bruta de acordo com a porcentagem de inclusão de sujidade, observados na Figura 3, percebe-se uma perda média de 1,03%, com um coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,70.

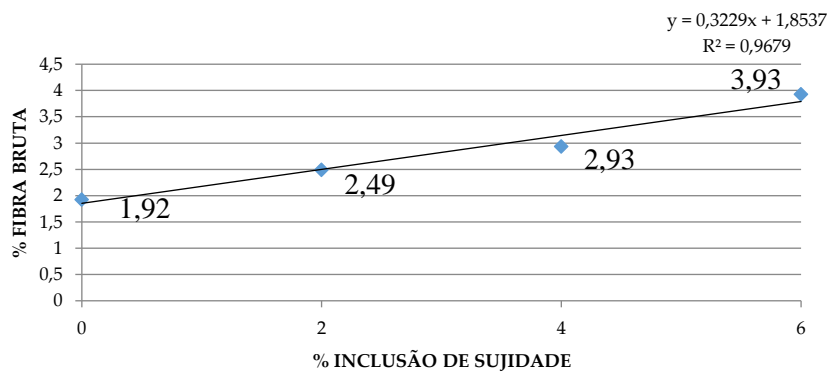
Ao se avaliarem as porcentagens de PB, percebe-se que houve diferença estatística significativa, apresentando valores distintos. Porém, todos os resultados encontram-se dentro do padrão ideal para grãos de milho de qualidade, variando, normalmente, entre 6 e 8% (VAN SOEST, 1991).

De acordo com a Tabela Brasileira de Aves e Suínos (EMBRAPA, 2017), os valores variam de 6,92% a 8,80%. A variação ocorre de acordo com a qualidade da planta do milho, ponto de colheita e fertilidade do solo.

O maior valor biológico da proteína do milho implica melhor aproveitamento metabólico dos animais. Em muitos casos, o milho pode ser utilizado como fonte única de proteína. Neste caso, podem-se reduzir os gastos com concentrados proteicos e, devido à melhor eficiência de sua conversão alimentar, obtêm-se ganhos de pesos significativos (PACHECO *et al.*, 1999).

A Figura 4 apresenta os valores de FB dos tratamentos avaliados. Conforme as porcentagens de inclusão de sujidade aumentaram, os valores de FB também aumentaram.

**Figura 4:** Estudo de regressão do efeito da porcentagem de inclusão de sujidade sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) a partir da amostra da matéria seca



O coeficiente linear da reta da equação de regressão para porcentagem de FB indicou que, a cada porcentagem de inclusão de sujidade (Figura 4), tende-se a ganhar 3,22%.

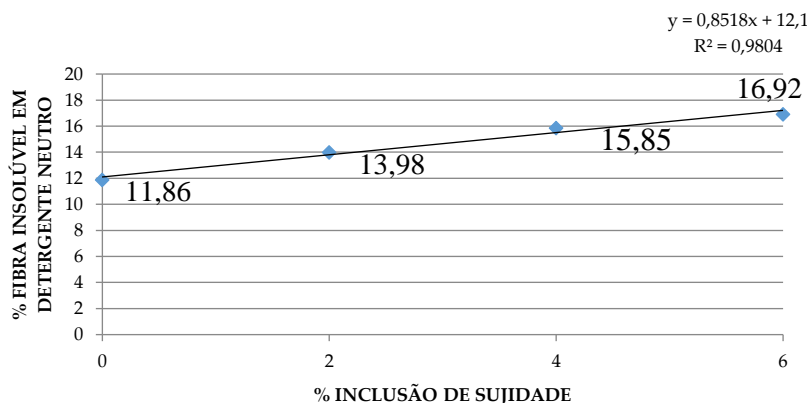
Os resultados obtidos através dos valores de FB apresentaram diferenças estatísticas, com porcentagens variando de 2 a 4%. Recomenda-se que os valores apresentem entre 1,48 e 1,95% (EMBRAPA, 2017). Porém, os valores possuem maiores porcentagens conforme a inclusão de sujidade.

A fibra alimentar pode ser considerada como a fração do alimento não digerível pelas enzimas endógenas dos animais, mas sim pelas enzimas da microbiota gastrintestinal (TUNGLAND; MEYER, 2002).

Diante dos efeitos da inclusão de fibras alimentares no desenvolvimento digestivo e aproveitamento de nutrientes, é possível inferir que a elevação dos níveis de fibra na dieta pode comprometer o desempenho dos animais. Porém, a presença de dieta fibrosa reduz significativamente a digestibilidade de todos os nutrientes; há uma redução do consumo de energia, influenciando na queda do crescimento e da eficiência da conversão alimentar (CLOSE, 1994).

A Figura 5 apresenta os valores de FDN dos tratamentos avaliados. Conforme as porcentagens de inclusão de sujidade aumentaram, aumentaram de acordo com o aumento das porcentagens.

**Figura 5:** Estudo de regressão do efeito da porcentagem de inclusão de sujidade sobre a porcentagem de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) a partir da amostra da matéria seca



Em relação à FDN, a porcentagem de inclusão de sujidade, observada na Figura 5, pode-se perceber um ganho médio de 8,51%, com um coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,98.

Os resultados para FDN apresentaram diferenças estatísticas, ocorrendo variação entre os valores encontrados. Ao se analisarem os dados, observa-se que se há porcentagem inferior a 20%, o que pode ser reflexo da melhoria genética dos híbridos utilizados e do ponto de colheita realizado no momento certo.

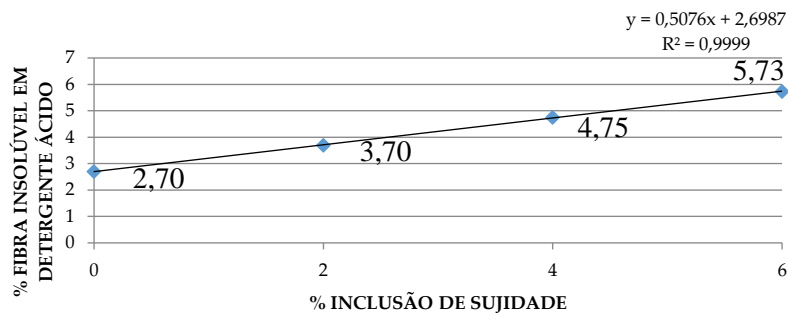
Segundo Embrapa (2017), os valores de FDN variam de 11,2% a 13,8%. Portanto, os valores encontram-se adequados, o que irá variar é a inclusão de sujidade, que,

conforme aumentam as porcentagens adicionadas, conseqüentemente, aumentam os valores expressos.

A Figura 6 apresenta os valores de FDA dos tratamentos analisados. Conforme aumentaram as porcentagens de inclusão de sujidade, houve aumento de acordo com o aumento das porcentagens.

O coeficiente linear da reta da equação de regressão para porcentagem de FDA indicou que, a cada porcentagem de inclusão de sujidade (Figura 6), tende-se a ganhar 5,07%, com um coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,99.

**Figura 6:** Estudo de regressão do efeito da porcentagem de inclusão de sujidade sobre a porcentagem de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) a partir da amostra da matéria seca



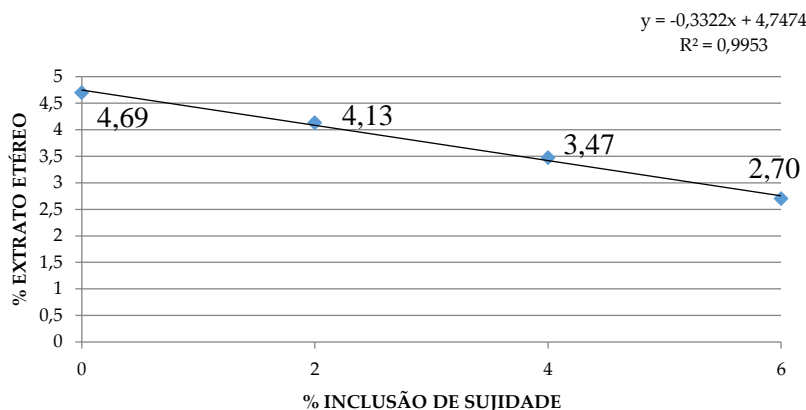
Os resultados de FDA apontaram diferenças estatísticas, porém são um indicativo muito importante na digestibilidade do alimento. Os teores considerados ideais encontram-se no intervalo situado entre de 2,64 e 3,31% (EMBRAPA, 2017). Os teores de FDA encontrados nos resultados obtidos através das análises se encaixam nesta amplitude. Porém, os valores aumentam de acordo com a inclusão de sujidade.

Em contrapartida, os teores de FDA possuem relação negativa com a digestibilidade aparente do material e com a ingestão (LUPATINI *et al.*, 2004). Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), este parâmetro pode ser usado como um indicador do valor energético, de maneira que, quanto menor a FDA, maior será seu valor energético.

A Figura 7 apresenta os valores de EE dos tratamentos analisados. Conforme as porcentagens de inclusão de sujidade aumentaram, os valores reduziram de forma constante. Levando-se em consideração os valores de EE, de acordo com a porcentagem de inclusão de sujidade percebe-se uma perda média de 2,94%, com um coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,99.



**Figura 7:** Estudo de regressão do efeito da porcentagem de inclusão de sujidade sobre a porcentagem de Extrato Etéreo (EE) a partir da amostra da matéria seca



Ao se avaliarem as porcentagens de EE, percebe-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Os valores ideais para milho grão variam de 3,81 a 4,08% (EMBRAPA, 2017). Porém, os resultados encontram-se variados: no tratamento 1 e 2, os valores estão dentro do padrão ideal; já no tratamento 3 e 4, os valores encontram-se fora do padrão ideal para grãos de milho de qualidade.

Em geral, a quantidade de energia liberada pelo metabolismo de gorduras e óleos é 2,25 vezes maior que a quantidade de energia liberada pelo metabolismo de carboidratos. Dessa forma, o aumento do teor de óleo do milho indica que este tem maior valor energético, podendo reduzir o custo de produção dos animais. O teor de óleo representa grande impacto no valor nutricional do milho e nos custos das dietas. Assim, maior importância deve ser dada às variações na composição nutricional do grão, especialmente no teor de óleo, ajustando-se o valor energético do milho nas planilhas de formulação das dietas, em função do seu teor de óleo (LIMA, 2001).

#### 4 CONCLUSÃO

Existe uma tendência linear crescente da matéria seca, matéria mineral, fibra bruta, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro, conforme os níveis de sujidade nas amostras aumentaram. Já para proteína bruta e extrato etéreo, observou-se uma tendência linear decrescente.

#### REFERÊNCIAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemist. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington: AOAC, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2005.

BERTÓLI, C. D. **Nutrição animal aplicada e alimentação dos animais domésticos**. Camboriú: IFSC, 2010.

CAÇÃO, M. M. F.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L. *et al.* Degradabilidade ruminal da matéria seca de grãos de milho e de sorgo com alto ou baixo conteúdo de tanino processados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 516-528, 2012.

CLOSE, W. H. Fibrous diets for pigs. **Pig News Information**, Oxon, v. 15, p. 65, 1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores de energéticos de alimentos para suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA-CNPASA, 2017.

EYNG, C.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; NUNES, C. G. V.; POZZA, M. S. S.; NAVARINI, F. C.; SILVA, W. T. M.; APPELT, M. D. Composição química e valores energéticos de cultivares de milho para aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, p. 60-72, 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S. l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

LIMA, G. J. M. M. Milho e subprodutos na alimentação animal. *In*: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais [...]**. Campinas, 2001. p. 13-32.

LIMA, G. J. M. M. Milho: o grão que vale ouro na dieta das aves. **Produção Animal: avicultura**, [S. l.], ano 4, n. 39, p. 48-52, 2010.

LUPATINI, C. G.; MACCARI, M.; ZANETTE, S.; PIACENTINI, E.; NEUMANN, M. Avaliação do desempenho agrônomico de híbridos de milho (*Zea mays*, L), para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 2, p. 193-203, 2004.

MENDONÇA JÚNIOR, A. F. *et al.* Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 7, n. 1, 2011.

MERTENS, D. F. K.; BOLTON, M.; JORGENSEN. Checking dry matters made easy. **Hoard's Dairyman**, p.444-445, 2005.

MORRISON, F. B. **Alimentos e alimentação dos animais**: elementos essenciais para alimentar, cuidar e explorar os animais domésticos, incluindo aves. São Paulo: Melhoramentos, 1966.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, n. 5, p. 1634-1648, 1986.

PACHECO, C. A. P.; GUIMARÃES, S. N.; PARENTONI, M. A.; LOPES, M. X.; SANTOS, E. E. G.; GAMA, M. J. V.; VASCONCELOS, L. A.; CORREA, W. F. O desenvolvimento de milho de alta qualidade nutricional no Brasil. *In*: REUNIÓN LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 18., 1999, Sete Lagoas. **Anais [...]**. Sete Lagoas, 1999. p. 13-25.

ROSTAGNO, H. S.; BUNZEN, S.; SAKOMURA, N. K.; ALBINO, L. F. T. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 295-304, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

TUNGLAND, B. C.; MEYER, D. Nondigestible oligo and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human and health food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [S. l.], v. 1, p.73-77, 2002.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca New York: Cornell University Press, 1991. 476 p.