

Avaliação de doses nitrogenadas no sorgo granífero em arenito caiuíá

Ruan Ferreira do Nascimento ¹; Renan Rizzato Espessato ¹; Estevão Lomberti

¹ Curso de Agronomia, Universidade Paranaense – Unipar, Campus III, Umuarama, PR.

Email: ruan.n@edu.unipar.br, renanspessato@prof.unipar.br

Resumo: O solo arenito caiuíá é arenoso, possui baixa capacidade de reter a água, podendo ser acometido por erosões. Além disso, tem pouca matéria orgânica, o que o torna muito frágil, sendo indispensável a utilização de adubação para se obter maior e melhor rendimento em suas culturas. O sorgo é um tipo de cultura que se adapta bem a esse tipo de solo, tolerando o déficit hídrico, porém, exige o acúmulo de nitrogênio que é essencial para o seu metabolismo, atuando na síntese de proteínas e compostos fenólicos de grande auxílio em seu desenvolvimento. Este estudo buscou aprimorar a compreensão da influência das doses e parcelamentos de ureia, com foco no nitrogênio (N), no desenvolvimento da cultura do sorgo. Realizado no campus II da Universidade Paranaense, Umuarama – Paraná, durante o ano agrícola de 2023, o experimento adotou um delineamento de blocos casualizados, composto por quatro tratamentos e três repetições. Dentre os parâmetros avaliados, destacam-se a altura da planta, inserção da folha bandeira, comprimento, largura da folha bandeira, peso da panícula e peso de grãos por panícula. Os resultados revelaram que a estratégia de adubação parcelada, com doses de (40kg (N) 50kg (N)) aplicadas no sulco de plantio e na cobertura, apresentou as melhores respostas nos quesitos analisados.

Palavras-chave: ureia; sorghum bicolor; adubação.

Evaluation of nitrogen doses in grain sorghum on caiuíá sandstone soil

Abstract: The Caiuíá sandstone soil is sandy, with low water retention capacity, making it prone to erosion. Additionally, it has low organic matter content, rendering it quite fragile, necessitating the use of fertilization to achieve higher and better yields in crops. Sorghum is a type of crop that adapts well to this soil type, tolerating water deficit but requiring nitrogen accumulation, which is essential for its metabolism, playing a crucial role in the synthesis of proteins and phenolic compounds that greatly aid in its development. This study aimed to enhance understanding of the influence of urea doses and splitting, focusing on nitrogen (N), on sorghum crop development. Conducted at the University Paranaense Campus II in Umuarama, Paraná, during the 2023 agricultural year, the experiment employed a randomized block design consisting of four treatments and three replications. Among the evaluated parameters, notable ones include plant height, flag leaf insertion, length and width of the flag leaf, panicle weight, and grain weight per panicle. Results revealed that the strategy of split fertilization, with doses of (40kg (N) 50kg (N)) applied at planting and during coverage, yielded the best responses in the analyzed aspects.

keywords: urea; sorghum bicolor; fertilizing.

Introdução

Nativo da África, o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é o quarto cereal mais plantado no mundo, ficando atrás do trigo, arroz, milho. No Brasil é cultivado principalmente para produção de grãos, forragem e alimentação animal, mas em continentes como a África e Ásia, é destinado à alimentação humana (Pereira Filho; Rodrigues, 2015).

Cultura típica de clima quente, apresenta características xerófilas, baixa exigência em termos de fertilidade e resistente a fatores abióticos (Tabatabaei & Anagholi, 2012). Nas regiões de Sudeste e Centro-Oeste os produtores optam pela produção do sorgo, pois o mesmo é tolerante ao déficit hídrico e possui alta produtividade de grãos (Barros *et al.*, 2019).

Segundo o IDR-Paraná (2020), o solo arenito caiuí, apesar de profundos, são arenosos e tem baixo teor de matéria orgânica, possui baixa capacidade de retenção hídrica, frágil e sujeito a erosão. Portanto, se torna indispensável as práticas de adubação para obtenção de maior rendimento da cultura.

O nitrogênio é um dos principais nutrientes exigido pelas culturas em geral, e sua indisponibilidade compromete de forma significativa a produtividade de grãos (Goes, 2011). Segundo Zandonadi *et al.* (2017), Matheus *et al.* (2011) e Tavian *et al.* (2014), no sorgo o acúmulo de nitrogênio se torna quase linear com a produtividade, sendo o nutriente mais exigido pela cultura.

Sendo essencial para o metabolismo, o nitrogênio também desempenha atividade na síntese de proteínas e compostos fenólicos, que auxilia no processo de respiração, encarregado ainda da catalisação enzimática e produção de clorofila (Embrapa, 2010; Carvalho, 2005).

No entanto, a resposta de uma cultura a doses crescentes de nitrogênio varia de acordo com vários fatores que podem afetar a disponibilidade desse elemento nas plantas. Um dos principais fatores é o edafoclimáticos, como a composição do solo, o padrão de precipitação e os fatores genéticos específicos de cada variedade, que determina a capacidade de reagir a adubação (Magalhães *et al.*, 2000; Silva & Lovato, 2008).

Por existirem poucas informações sobre os resultados de adubação e nutrição de sorgo, se faz necessário o ajuste das quantidades adequadas e dos fertilizantes que serão aplicados, com o objetivo de encontrar um equilíbrio entre a necessidade nutricional e a qualidade requerida para o desenvolvimento da planta (Pitta *et al.*, 2019).

O presente estudo teve por objetivo avaliar o rendimento do sorgo granífero submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada e parcelamentos no solo arenito caiuí.

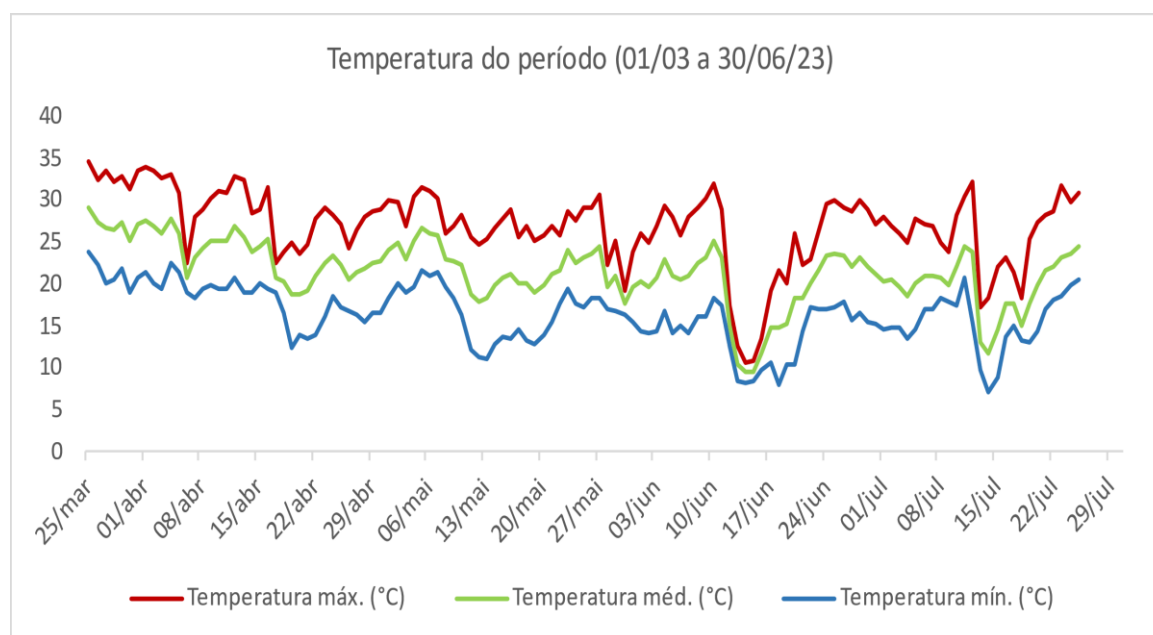
Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido dentro das instalações da Universidade Paranaense-Campus II, com latitude -23.76384 e longitude -53.27079, localizada na região Noroeste do estado do Paraná. Realizado entre março e julho do ano agrícola de 2023.

As condições ambientais durante a condução do experimento estão descritas na Figura I. O solo Arenito Caiuá é um tipo de solo predominante na região do Paraná, Brasil. É composto principalmente por partículas de areia, apresentando uma textura granulosa. Tem boa drenagem e aeração devido à sua granulometria, O levantamento e estudo detalhado dessas áreas foi realizado por Cunha (2002), segundo a metodologia preconizada por Boulet et al. (1982).

Para a produção de sorgo na região de Umuarama, no estado do Paraná, durante o trimestre de março a junho, é essencial compreender o clima característico desse período. Umuarama está inserida em uma área com clima subtropical úmido, o que impacta diretamente no desenvolvimento do sorgo, durante o período de março a julho. Existe uma grande oscilação de temperatura no final do trimestre e as chuvas se tornar escassas, sendo de suma importância uma abordagem cuidadosa, levando em conta as características do clima nessa região.

Figura 1 – Condições climáticas em Umuarama – PR no período 25 de março a 29 de julho.



Fonte: IDR-PR e Simepar.

No experimento, empregou-se um delineamento de blocos casualizados, que consistiu em quatro tratamentos distintos de adubação nitrogenada (ureia), conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Doses de ureia nos diferentes tratamentos parcelados.

Tratamento	Sulco de Plantio	Cobertura
Tratamento 1 (T1)	80kg (N)	0
Tratamento 2 (T2)	40kg (N)	40kg (N)
Tratamento 3 (T3)	100kg (N)	0
Tratamento 4 (T4)	50kg (N)	50kg (N)

Fonte: O autor (2023).

A semeadura do sorgo foi realizada em 25 de março, utilizando o híbrido granífero “Alvo” com uma densidade de 11 sementes por metro, em filas distantes de 2,5 metros umas das outras, e um espaçamento de 50 centímetros entre as linhas. Após duas semanas da semeadura, foi conduzido um processo de desbaste com o objetivo de manter uma densidade populacional de 160 mil plantas por hectare. Para a defesa do campo experimental foi usado os defensivos agrícolas, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Defensivos agrícola utilizado no experimento, dosagem utilizada e dia de aplicação em Umuarama-PR, 2023.

Produto	Dosagem	Dia de aplicação
Clorantraniliprole (200,0 g/L) PREMIO® FMC	150 mL ha ⁻¹	22 e 28 de abril; 17 de maio
ACETAMIPRIDO (250 g/kg) SPERTO	300 g ha ⁻¹	22 e 28 de abril; 17 de maio
FLUXAPIROXADE (167 g/L) ORKESTRA® SC	350 mL ha ⁻¹	22 de abril; 24 de maio
Atrazina (500 g/L) ATRAZINA SD 500 SC	5 L ha ⁻¹	31 de março
FLUBENDIAMIDA (480 g/L) BELT®	150 mL ha ⁻¹	17 de abril

Na gestão de plantas invasoras, a Atrazina e o Premio, dois herbicidas amplamente reconhecidos, foram aplicados. A Atrazina, por exemplo, é utilizada para controlar as plantas invasoras que podem competir com o sorgo por recursos essenciais, como luz solar, água e nutrientes. A aplicação desses herbicidas ocorreu após a emergência das plantas de sorgo, a fim de evitar que as plantas invasoras prejudiquem o crescimento do cultivo.

Além disso, para proteger o sorgo de doenças fúngicas, como manchas nas folhas, e garantir a saúde das plantas, o fungicida Orkestra foi empregado. A aplicação deste fungicida é

conduzida com base em observações de sintomas de doenças e foi adaptada às condições específicas do cultivo.

A gestão de pragas, que inclui insetos que podem prejudicar o sorgo, também foi abordada. O inseticida Belt e Sperto, utilizado como medida preventiva ou em resposta a infestações de pragas, é essencial para a preservação da qualidade da colheita do material em campo. Inseticida utilizado na agricultura para o controle de diversas pragas, principalmente lagartas que afetam diferentes culturas. Pertencente à classe química das difenilaminas, essa substância atua no sistema nervoso dos insetos, causando paralisia e morte. Sua finalidade é proporcionar um controle eficaz de pragas em várias culturas, como soja, milho, algodão e hortaliças, contribuindo para a proteção das plantações e otimização da produção agrícola. O uso responsável e integrado da flubendiamida é essencial, considerando aspectos de segurança ambiental e prevenção da resistência de pragas.

No dia 25 de julho foi realizada a amostragem do material, no campo experimental, onde foram coletadas 3 plantas por repetição, avaliando altura de planta (cm), inserção da folha bandeira (cm), comprimento da folha bandeira (cm), largura da folha bandeira (cm) através de uma fita métrica, e peso da panícula (g), peso de grão por panícula (g) através de uma balança de precisão.

Para análise dos resultados foi utilizado o Teste de Scott-Knott que consiste em uma técnica de agrupamento e comparação de médias, eficaz para determinar quais grupos em um conjunto de dados apresentam diferenças substanciais em relação a uma variável de interesse.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de média de Scott-Knott ($p < 0,05$), utilizando o software Sisvar v. 5.6 (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

Através do experimento foi possível identificar que os tratamentos 2 e 4 se sobressaíram em AP, CFB, PP, PGP, apresentando valores pareios, conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3 – Avaliação de resultados de altura da planta, inserção da folha bandeira, comprimento da folha bandeira, largura da folha bandeira, peso da panícula e peso de grãos por panícula, ano agrícola de 2023.

Tratamentos	AP (cm)	IFB (cm)	CFB (cm)	LFB (cm)	PP (g)	PGP (g)
1	71,66 b	38,33 c	18,08 b	3,50 ^{ns}	7,58 b	2,83 b
2	92,25 a	44,25 b	26,16 a	3,83 ^{ns}	11,50 a	4,75 a
3	76,83 b	51,25 a	16,08 b	3,41 ^{ns}	6,25 b	2,08 c
4	94,58 a	52,91 a	25,16 a	3,91 ^{ns}	13,41 a	4,16 a
CV (%)	12,66	11,99	17,73	18,24	14,24	12,22

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. AP (Altura de planta); Inserção folha bandeira (cm); CFB (Comprimento folha bandeira); LFB (Largura da folha bandeira); PP (Peso da Panicula); PGP (Peso de grãos panicula). T1 - 80 Kg de N no sulco de plantio; T2 - 40 Kg de N no sulco de plantio + 40 Kg de N em cobertura; T3- 100 Kg de N no sulco de plantio; T4 - 50 Kg de N no sulco de plantio + 50 Kg de N em cobertura.

Os tratamentos T2 e T4, que receberam doses mais elevadas de nitrogênio, resultaram em plantas de sorgo significativamente mais altas cerca de 24% em comparação com T1 e T3. A altura é um indicador importante do crescimento e desenvolvimento das plantas, e esses resultados sugerem que doses mais elevadas de nitrogênio podem estimular um maior crescimento vertical das plantas de sorgo. Segundo a pesquisa conduzida por Zhang et al. (2012), a insuficiência de nitrogênio, particularmente durante as etapas iniciais do ciclo de cultivo, resulta em uma redução notável no ímpeto de crescimento e no progresso do desenvolvimento das plantas.

O tratamento T3 e T4, com as doses mais elevadas de nitrogênio, apresentou uma inserção de folha bandeira significativamente maior em média de 28% comparando com os outros tratamentos. Isso indica que, com a quantidade de nitrogênio aplicada tanto no sulco de plantio quanto na cobertura, houve um impacto positivo na altura da inserção da folha bandeira, o que pode influenciar a arquitetura da planta e a eficiência fotossintética.

Os tratamentos T2 e T4, que receberam doses parceladas de nitrogênio, resultaram em folhas da bandeira 39% mais longas. Isso é importante, pois folhas maiores podem capturar mais luz solar e aumentar a capacidade fotossintética, contribuindo para uma maior produção de biomassa.

Não foram observadas diferenças significativas na largura da folha da bandeira entre os tratamentos. Isso sugere que a aplicação de nitrogênio não afetou a largura da folha da bandeira, o que pode ser um resultado interessante para futuros estudos sobre a relação entre nitrogênio e a morfologia das folhas de sorgo.

Os tratamentos T4 e T2 apresentaram os maiores pesos de panicula em torno de 53% a mais em relação aos outros tratamentos. Isso indica que doses parceladas de nitrogênio, seja no

sulco de plantio ou em cobertura, resultaram em uma maior formação de panícula, um fator-chave para a produção de sementes de sorgo.

Assim, conforme destacado por Mousavi *et al.* (2012), a pesquisa evidenciou que a aplicação de quantidades nitrogenadas na faixa de até 150 kg ha⁻¹ desencadeou um notável aprimoramento no rendimento da cultura, refletido pelo aumento significativo no número total de grãos. Novamente, os tratamentos T4 e T2 exibiram os maiores pesos de grãos da panícula cerca de 56 % a mais. Isso sugere que quando as doses maiores de nitrogênio foram parceladas influenciaram positivamente a produção de grãos de sorgo, o que é de grande importância na produção de alimento e forragem.

A aplicação de adubação nitrogenada apenas no sulco de plantio concentra o fornecimento de nitrogênio na área próxima às sementes no momento do plantio. Isso pode resultar em uma liberação rápida do nutriente, o que pode aumentar o risco de perdas por lixiviação ou volatilização.

Já a aplicação parcelada, realizada tanto no sulco de plantio quanto na cobertura, permite uma distribuição mais equilibrada ao longo do ciclo da planta. A liberação gradual de nitrogênio favorece a absorção eficiente pelas raízes, reduzindo as perdas e otimizando o aproveitamento do nutriente. Essa abordagem é geralmente mais eficaz em fornecer a quantidade necessária de nitrogênio em diferentes estágios de crescimento da cultura.

Conclusão

Conclui-se que a adubação nitrogenada parcelada no sorgo, com aplicações no sulco de plantio e em cobertura, é uma estratégia que contribui para o melhor aproveitamento do nitrogênio, contudo, a escolha da estratégia de adubação deve considerar as condições específicas de cultivo e a disponibilidade de recursos.

Referências

ARAÚJO, L. B., SILVA, L. L. **Resposta do sorgo à adubação nitrogenada em um latossolo amarelo da Amazônia.** 2019. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1040/1/Resposta%20do%20Sorgo%20%C3%A0%20Aduba%C3%A7%C3%A3o%20Nitrogenada%20em%20Um%20Latossolo%20Amarelo%20da%20Amaz%C3%B4nia.pdf>. Acesso em 12 out. 2023.

BARROS, A. F.; PIMENTEL, L. D.; FREITAS, F. C. L.; CECON, P. R.; TOMAZ, A. C.; SOUSA, E. A. M.; LADEIRA, L. M.; BIESDORF, E, M. Dessecação pré-colheita em sorgo

granífero: qualidade fisiológica das sementes e efeito sobre a rebrota. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 14, n. 2, e5655, 2019.

BOULET, R., CHAUVEL, A., HUMBEL, F. X., LUCAS, Y.. Analyse structurale et cartographie en pédologie. I: Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cahiers-ORSTOM. Pédologie**, v. 19, n. 4, p. 309-321, 1982.

CARVALHO, P. G. de. **Efeitos do nitrogênio no crescimento e no metabolismo de frutanos em Vernonia herbacea** (Vell.) Rusby. 2005. 116 F. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CUNHA, J. E. da; CASTRO, S. S. de. **Funcionamento hídrico e suscetibilidade erosiva de um sistema pedológico constituído por Latossolo e Argissolo no município de Cidade Gaúcha-PR**. 2002. Disponível em: <https://pos.fllch.usp.br/node/45810>. Acesso em 23 set. 2023.

EMBRAPA: Centro de pesquisa brasileira e agropecuária: **Sistema de produção de melancia**. 2010. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/adubacao.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

GOES, R. J., RODRIGUES, R. A. F., ARF, O., DE ARRUDA, O. G., VILELA, R. G. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sorgo granífero na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 2, p. 121-129, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

IDR-PARANÁ -. **Os solos do Arenito Caiuá, seus desafios e casos de sucesso com seu manejo no Sistemas de Integração Lavoura Pecuária e Florestas**. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/Noticia/Os-solos-do-Arenito-Caiua-seus-desafios-e-casos-de-sucesso-com-seu-manejo-no-Sistemas-de#:~:text=Os%20seus%20solos%2C%20apesar%20de,essas%20limita%C3%A7%C3%B5es%20no%20seu%20uso>. Acesso em: 29 ago. 2023.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/487527/fisiologia-da-planta-de-sorgo>. Acesso em: 12 out. 2023.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSATA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.46, n.10, p.1161-1169, 2011.

MOUSAVI, S. G. R.; SEGHATOLESLAMI, Mohamd Javad; AREFI, Reza. Effect of N fertilization and plant density on yield and yield components of grain sorghum under climatic conditions of Sistan, Iran. **Plant Ecophysiology**, v. 4, p. 141-149, 2012.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1019313/sorgo-o-produtor-pergunta-a-embrapa-responde>. Acesso em: 20 out. 2023.

PITTA, V. E.; G. FRANÇA, E. G.; COELHO, M. A. **Calagem e Adubação do Sorgo Forrageiro**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53045/1/Circ-17_Calagemadubacao.pdf>. Acesso em 30 ago. 2023.

SILVA, P. C. S.; LOVATO, C. Análise de crescimento e rendimento em sorgo granífero em diferentes manejos com nitrogênio. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 15, n. 1, p. 15-33, 2008.

TABATABAEI, S. A., ANAGHOLI, A., Effects of salinity on some characteristics of forage sorghum genotypes at germination stage. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)**, v. 4, n. 14, p. 979-983, 2012.

TAVIAN, A.F.; FERREIRA, D. dos S.P.; SOUZA, A.P. de; RUSSO, L.; JARDIM, C.A.; FRANCO, C.F. Efeito da adubação nitrogenada no acúmulo de biomassa de sorgo forrageiro. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**, v. 6, n. 1, p. 28-32, 2014.

ZANDONADI, C. H. S.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FREITAS, R.S.; CLEMENTE, M. A.; PAULA, A. D. M. . Macronutrients export and agronomic characteristics in grain sorghum hybrids in different sowing dates. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 1, p. 7-14, 2017.

ZHANG, H. J.; DONG, H. Z.; LI, W. J.; ZHANG, D. M. Effects of soil salinity and plant density on yield and leaf senescence of field-grown cotton. **Journal of Agronomy, Crop Science**, v. 198, n. 1, p. 27-37, 2012. Disponível em: . doi: 10.1111/j.1439- 037X.2011.00481.x. Acesso em: 15 out. 2023.