

2026

Boletim de Pesquisa
do Programa de
Pós-Graduação em
Agronomia - Unoeste

EDIÇÃO ESPECIAL - II SIMPÓSIO BRASILEIRO DO AMENDOIM





**BOLETIM DE PESQUISA DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - UNOESTE**

  
@Unoeste

EDIÇÃO ESPECIAL - II SIMPÓSIO BRASILEIRO DO AMENDOIM


@ppgagrounoeste

Unoeste

VOLUME 8 - 2026

**Edgard Henrique Costa Silva
Fábio Rafael Echer
Alexandrius de Moraes Barbosa**
Editores

**BOLETIM DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA – UNOESTE**

**Edição Especial
II Simpósio Brasileiro do Amendoim
*11 de dezembro de 2025***

Volume 8 - ISSN 2763-7522



PRESIDENTE PRUDENTE-SP, 2026

**Revisão e edição: Edgard Henrique Costa Silva, Fábio Rafael Echer e
Alexandrius de Moraes Barbosa**

Capa: e Editoração: NEAD – Unoeste

630 B668d Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia –
Unoeste (8. : 2026: Presidente Prudente, SP). / editores Edgard
Henrique Costa Silva, Fábio Rafael Echer, Alexandrius de Moraes
Barbosa. – Presidente Prudente: Unoeste – Universidade do Oeste
Paulista, 2026.
162 p.: il.

v. 8
Anual.
ISSN: 2763-7522

1. Agronomia – Pesquisa Científica. 2. Nutrição da Planta. 3.
Fisiologia Vegetal. 4. Melhoramento Genético. I. Silva, Edgard
Henrique Costa. II. Echer, Fábio Rafael. III. Barbosa, Alexandrius de
Moraes. I. Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em
Agronomia – Unoeste.

CDD/23ª ed.



APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos a edição especial do Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNOESTE, dedicada ao II Simpósio Brasileiro do Amendoim. Esta publicação reafirma o compromisso do Programa com a geração e a difusão de conhecimentos científicos voltados ao fortalecimento das cadeias produtivas, com destaque para a cultura do amendoim, de grande relevância econômica e estratégica para o Oeste Paulista e para o Brasil.

Esta edição especial reúne contribuições técnico-científicas que refletem avanços recentes em diferentes áreas relacionadas à produção de amendoim, incluindo manejo agrônomo, fertilidade do solo, fitossanidade, inovação tecnológica e sustentabilidade dos sistemas produtivos. Os trabalhos aqui apresentados são resultado do empenho de docentes, discentes e parceiros institucionais, evidenciando a integração entre pesquisa, ensino e extensão.

Ao associar esta publicação a um evento de abrangência nacional, o Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNOESTE fortalece seu papel como espaço de diálogo e disseminação do conhecimento, promovendo a aproximação entre universidade, setor produtivo e comunidade científica. O Simpósio representa uma oportunidade singular para a troca de experiências, atualização técnica e construção de soluções inovadoras para os desafios da cultura do amendoim.

Esperamos que este Boletim contribua de forma efetiva para a difusão de informações relevantes, auxiliando produtores, técnicos, pesquisadores e estudantes na tomada de decisões e no aprimoramento dos sistemas de produção. Que esta edição especial consolide ainda mais a importância da pesquisa científica como instrumento de desenvolvimento sustentável e competitivo para a agricultura.

Desejamos a todos uma excelente leitura.

Prof. Dr. Edgard Henrique Costa Silva – Coordenador
Profa. Dra. Ana Cláudia Pacheco Santos – Vice-coordenadora



APRESENTAÇÃO

O **II Simpósio Brasileiro do Amendoim** consolidou-se como um importante espaço de integração entre a Universidade e a cadeia produtiva do amendoim no Brasil. A participação de estudantes, pesquisadores, técnicos e produtores evidencia a relevância da cultura do amendoim e o crescente interesse em gerar e compartilhar conhecimento que contribua para o avanço sustentável dessa cadeia produtiva. Os resumos científicos reunidos neste livro representam uma valiosa contribuição para a disseminação de resultados de pesquisa, abordando diferentes aspectos do manejo na cultura do amendoim.

Nesse contexto, o trabalho acadêmico desempenha papel fundamental ao conectar a geração de conhecimento científico com sua aplicação prática no campo. A **Universidade do Oeste Paulista (Unoeste)** tem orgulho de contribuir ativamente para esse processo, por meio de suas atividades de ensino, pesquisa e extensão, promovendo a formação de profissionais qualificados e o desenvolvimento de soluções voltadas às demandas do setor produtivo. Esperamos que este livro de resumos fortaleça ainda mais o diálogo entre academia e produtores, estimulando novas pesquisas, parcerias e avanços para a cultura do amendoim no Brasil.

Prof. Dr. Carlos Felipe dos Santos Cordeiro
Prof. Dr. Fábio Rafael Echer
Organizadores



Painel I: Mercado e organização da cadeia produtiva do amendoim

Mediador Dr. Ignácio Godoy - IAC

Amendoim brasileiro: qual o futuro do setor?

Dr. José Rossato Júnior - Câmara Setorial

O modelo da Abrapa e seu impacto no mercado global de algodão

Fernando Ratti - Cotton Brazil

A dinâmica da cadeia produtiva do amendoim no Brasil: da semente à comercialização!

Cristiano Fantin – Abex

Painel II: Mudanças climáticas e manejo

Mediador Dr. Fernando Galindo - Unesp

Impacto do clima na fisiologia da planta

Dr. Alexandrius de Moraes Barbosa – Unoeste

Sistemas de produção - amendoim/algodão

Dr. Fábio Rafael Echer – Unoeste

Estratégias para mitigação de estresses abióticos

Dr. Carlos Felipe S. Cordeiro – Unoeste

Painel III: Proteção de plantas

Mediador Dr. Marcos Michelotto - IAC-APTA

Manejo de Plantas Daninhas

Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves – Unesp

Desafios da proteção de plantas no MT

Eng. Agro. Especialista Guilherme Salis - Beatrice

Manejo de doenças foliares

Dr. Modesto Barreto – AgroAlerta

Painel IV: Tecnologias

Mediador: Dr. Jorge Tadeu Fim Rosas – APPA/Unoeste

Inteligência artificial e agricultura digital na cultura do amendoim

Dr. Jorge Tadeu Fim Rosas – APPA/Unoeste

Colheita Inteligente

Dr. Adão Felipe dos Santos - UFPA



COMISSÃO CIENTÍFICA

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro - Unoeste
Fábio Rafael Echer - Unoeste
Fábio Steiner - UEMS
Fernando Shintate Galindo - Unesp Dracena

AVALIADORES DOS TRABALHOS CIENTÍFICOS - BANNERS

Adão Felipe dos Santos - Universidade Federal de Lavras
Ciro Antonio Rosolem - Unoeste
Edgard Henrique Costa Silva - Unoeste
Ignácio José Godoy - Instituto Agrônomo de Campinas – IAC/APTA
Marcos Doniseti Michelotto - Instituto Agrônomo de Campinas – IAC/APTA

REVISORES DOS TRABALHOS CIENTÍFICOS

Alexandrius De Moraes Barbosa
Carlos Felipe Dos Santos Cordeiro
Ceci Castilho Custódio
Ciro Antonio Rosolem
Denizart Bolonhezi
Fabio Fernando De Araújo
Fábio Rafael Echer
Fabio Steiner
Fernando Shintate Galindo
Gustavo Roberto Fonseca De Oliveira
Ignacio Jose De Godoy
Jessica Pigatto Barcelos Putti
Leticia De Aguila Moreno
Marcos Doniseti Michelotto
Maria Albertina Monteiro Dos Reis
Rita De Cassia Lima Mazzuchelli
Tiago Aranda Catuchi
Vania Maria Ramos
Willians Cesar Carrega



Organização



Patrocínio Diamante



Patrocínio Ouro



Patrocínio Prata



Sumário

É POSSÍVEL OTIMIZAR O RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DA CULTURA DO AMENDOIM POR MEIO DO MANEJO DE SOLO RELACIONADO À POPULAÇÃO DE PLANTAS E PRESSÃO DE MOLA NA LINHA DE SEMEADURA? 10	
EFEITO RESIDUAL DE CORRETIVOS NA FERTILIDADE DO SOLO APÓS O CULTIVO DE AMENDOIM EM CONDIÇÕES DE SOLO ARENOSO	16
MANEJO DE CORRETIVOS EM SOLO ARENOSO NA REGIÃO OESTE PAULISTA: EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E ACÚMULO DE NUTRIENTES NOS GRÃOS DE AMENDOIM EM ÁREA DE REFORMA DE PASTAGEM	23
MANEJO DE CORRETIVOS EM SOLO ARENOSO NA REGIÃO OESTE PAULISTA: EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E ACÚMULO DE NUTRIENTES NOS GRÃOS DO AMENDOIM EM ÁREA DE REFORMA DE PASTAGEM	30
COINOCULAÇÃO COM MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE FORMA SUPERFICIAL PODE BENEFICIAR O CULTIVO DO AMENDOIM?	37
EFEITOS DA PRESSÃO DE MOLA E DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOB DIFERENTES MANEJOS DE SOLO NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E CRESCIMENTO DO AMENDOIM	43
INFLUÊNCIA DA COINOCULAÇÃO COM MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS SOBRE OS COMPONENTES PRODUTIVOS E ACÚMULO DE NITROGÊNIO EM GRÃOS DE AMENDOIM	48
TECNOLOGIAS INOVADORAS PARA OBTENÇÃO DE SEMENTES DE AMENDOIM COM QUALIDADE FISIOLÓGICA SUPERIOR	60
O AUMENTO DA DENSIDADE DE PLANTAS PROMOVE A INTERCEPTAÇÃO PRECOCE DA RADIAÇÃO E ACÚMULO DE BIOMASSA EM CULTIVARES DE AMENDOIM IRRIGADO	72
FERTILIDADE DO SOLO AFETADA PELA CORREÇÃO E SISTEMA DE PREPARO DO SOLO EM CULTIVO DE AMENDOIM	78
TABELA BRASILEIRA DE MATURAÇÃO DO AMENDOIM: FERRAMENTA PARA COLHEITA DE SEMENTES COM QUALIDADE FISIOLÓGICA SUPERIOR	84
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE AMENDOIM AFETADA PELA CORREÇÃO E SISTEMA DE PREPARO DO SOLO	91
CULTIVO DO AMENDOIM EM DIFERENTES DOSES DE ALUMÍNIO	100
COMPONENTES DE PRODUÇÃO NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ EM FUNÇÃO DA DATA DE SEMEADURA	104
PROPRIEDADES FISIOLÓGICAS DE GRÃOS DE AMENDOIM EM FUNÇÃO DA UMIDADE DE COLHEITA	109
ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES VIA SOLO MELHORA A QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE AMENDOIM	113



QUALIDADE FISIÓGICA DE SEMENTES DE AMENDOIM AFETADA PELA DISPONIBILIDADE DE P, ÁGUA E CULTIVAR	118
RELAÇÃO ENTRE DÉFICIT HÍDRICO E APLICAÇÃO DE HIDROGEL NO DESEMPENHO NUTRICIONAL DO AMENDOIM (<i>Arachis hypogaea</i> L.).....	124
INTERAÇÃO ENTRE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E USO DE HIDROGEL NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE AMENDOIM (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	129
EFICÁCIA DO HERBICIDA ATRAZINE NO CONTROLE DE AMENDOIM TIGUERA (CULTIVAR EC 214)	135
ADUBAÇÃO POTÁSSICA MELHORA A PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM SOLO ARENOSO COM BAIXO TEOR DE K	140
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL E BIOINSUMOS AUMENTAM A PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM DIFERENTES SISTEMAS DE SEMEADURA	146
CRESCIMENTO RADICULAR DO AMENDOIM AFETADO PELO SISTEMA DE PREPARO DO SOLO, CALAGEM, GESAGEM E INOCULAÇÃO COM <i>BRADYRHIZOBIUM</i>	152
ANÁLISE PRELIMINAR DA PREFERÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO DO PERCEVEJO- PRETO POR DIFERENTES GENÓTIPOS DE AMENDOIM EM LABORATÓRIO ...	158

É POSSÍVEL OTIMIZAR O RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DA CULTURA DO AMENDOIM POR MEIO DO MANEJO DE SOLO RELACIONADO À POPULAÇÃO DE PLANTAS E PRESSÃO DE MOLA NA LINHA DE SEMEADURA?

Gustavo Chiari da Silva¹, Eduardo Hernanes Ferrari², Gabriel Gomes Mozzine³, Gabriel Donato Cardoso⁴, Henrique Vecchiati Cenerine⁵, Hugo Rocha Silva⁶ e Fernando Shintate Galindo⁷

*Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAT/UNESP) – *E-mail: Gustavo.chiari@unesp.br*

PROBLEMÁTICA

O Brasil é uma das referências mundiais em manejo conservacionista do solo, como por exemplo a utilização do sistema de plantio direto (SPD) em culturas anuais de grande relevância econômica. Ainda assim a maior parte do sistema produtivo do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é realizado através do preparo convencional de solo. Tal costume advém de alguns fatores como a difícil implementação da cultura, distribuição e cobertura irregular das sementes frente ao grande volume de palhada deixada na superfície do solo pelas culturas tradicionalmente cultivadas em sucessão ou rotação ao amendoim, como a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e variadas pastagens, além das características morfológicas da cultura, onde suas vagens são completamente desenvolvidas abaixo do solo, sendo necessário o arranquio e inversão das vagens para superfície com posterior recolhimento. Em razão da possível e elevada compactação do solo relacionado ao pisoteio animal em terrenos de pastagem, utilização/tráfego intenso de maquinário agrícola em áreas em que se cultiva cana-de-açúcar, e a maior possibilidade de perdas de vagens e conseqüentemente grãos retidos ao solo, levam os produtores a optarem pelo preparo de solo com maior revolvimento (sistema convencional).

Até então, no que abrange à viabilidade, em função da baixa taxa de germinação das sementes do amendoim, em que geralmente está em torno de 60 a 80% junto a algumas características específicas de suas sementes, como seu grande tamanho, formato elíptico e por impurezas formadas através de pedaços de sementes quebradas, ocasionando numa má distribuição vertical e horizontal, aliada a maiores dificuldades de cobertura do sulco de semeadura, levam aos produtores de amendoim à utilização de alta densidade de plantas, muitas vezes com distribuição superior a 25 sementes por metro quadrado. Sendo assim, o uso de densidade de plantas acima do recomendado eleva o custo de produção do amendoim, podendo reduzir também a produtividade final da lavoura em função de maior sombreamento e necessidade hídrica da planta. Associado a isso, ajustes na semeadora-adubadora, como por exemplo o ajuste do tensionador, puxando mais as molas e conseqüentemente aumentando a tensão e pressão que as molas exercem sob os discos duplos desencontrados na linha de semeadura, onde podem melhorar a distribuição e cobrimento das sementes, demandando menor

quantidade de sementes para o estabelecimento e desenvolvimento inicial ideal da cultura.

Diante do exposto, é preciso compreender como a população de plantas e a pressão de trabalho da mola na linha de semeadura podem influenciar o estabelecimento inicial, desenvolvimento e produtividade da cultura do amendoim. Em conjunto, é necessário avaliar como tais fatores são relevantes em dois tipos diferentes de manejos de solo (preparo convencional e semeadura direta). Esses estudos são de suma importância e relevância para entender como otimizar/viabilizar a semeadura direta do amendoim em reforma de área degradada.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa de grande pertinência ao setor agropecuário, devido ao seu enorme potencial de produção oleaginoso e alto teor proteico e energético, além de ser abrangentemente utilizado como uma alternativa praticável para sistemas de rotação de culturas e recuperação de área degradada como canaviais e pastagens (Grotta et al., 2008). Tradicionalmente, o cultivo do amendoim é executado em sistema de plantio convencional (SPC), no qual ocorre intenso revolvimento do solo, propiciando maior incorporação da matéria orgânica, fertilizantes e corretivos, além de beneficiar a colheita e desenvolvimento radicular, decorrente de menor compactação do solo no ciclo da cultura. Entretanto, ao transcorrer do tempo o preparo convencional, altera condições e estruturas físicas do solo, relacionando-se diretamente com a taxa de infiltração e aumentando o escoamento superficial da água, ocasionando em erosões mais frequentes e perda gradativa da camada agricultável do solo (Panachuki et al., 2006). Dessa maneira, a semeadura direta pode ser uma alternativa sustentável ao cultivo de amendoim, sendo que, as principais vantagens de tal manejo de solo reside no fato de não haver revolvimento da área, algo que pode beneficiar a estrutura física, aumentar o conteúdo orgânico, restaurar e até mesmo elevar a fertilidade química do solo à longo prazo (Salomão et al., 2020), reduzir custos operacionais mecanizados e conseqüentemente favorecer a comunidade microbiana do solo.

Outra perspectiva importante relacionada à qualidade de implantação e desenvolvimento da cultura diz respeito ao ajuste da densidade de plantas, fortemente associada à eficiência na utilização da água, energia luminosa e logo a produtividade do amendoim. As lavouras com uma população de plantas menor tendem a atrasar o fechamento do dossel, ainda mais em solos de baixa fertilidade natural, e isso aumenta a competição com plantas daninhas, além de restringir a interceptação de energia luminosa, onde em espaçamentos menores resultaram em maiores índices de área foliar, e cerca de 14% de incremento na radiação solar interceptada em relação a lavouras mais densas (Cordeiro et al., 2023). Porém, lavouras com alta densidade de plantas resultam em rápido fechamento do dossel, principalmente quando cultivados em solos de maior fertilidade, e em algumas ocasiões levam ao sombreamento das folhas localizadas nas partes inferiores da planta, decrescendo a taxa fotossintética e a produtividade (Haro et al., 2022). No Brasil, os produtores de amendoim usam densidade de 170 a 220 mil plantas por hectare, e considerando-se que o custo de sementes representa cerca de 20% do custo total de produção, é de suma importância analisar a relação da densidade populacional de plantas na produtividade da cultura. Num estudo recentemente

realizado utilizando a cultivar “Granoleico” na região Oeste Paulista, Cordeiro et al., (2023) relataram uma produtividade máxima com a densidade de plantas entre 10 (em solos de maior fertilidade) e 18 plantas por metro linear (em solos de baixa fertilidade).

Ainda referente à qualidade de distribuição vertical e horizontal das sementes no sulco de semeadura, determinados ajustes na semeadora-adubadora, como exemplo a pressão de trabalho da mola sobre os discos desencontrados duplos na linha de semente pode contribuir com a uniformidade de profundidade/homogeneidade de profundidade e cobertura adequado, necessitando de menor quantia de sementes para a implementação e desenvolvimento inicial da cultura. As semeadoras-adubadoras detêm de discos duplos para formação do sulco de semeadura e controle de profundidade de sementes por meio de um par de rodas paralelas a estes discos. Tal pressão aplicada sobre os discos duplos é realizada de forma mecânica através das molas em espiral, cujo devem ser devidamente reguladas, individualmente, fileira por fileira da máquina. As molas apresentam movimentos de compressão e extensão, seu comprimento e número de espirais geram variação da pressão exercida sobre o par de discos com frequência considerável, ainda mais quando reguladas em baixas pressões, o que ocasionaria variações superiores na distribuição em profundidade das sementes, correlacionando-se com o desenvolvimento da cultura e provavelmente a produtividade de grãos. Ainda assim, é importante ressaltar que, a pressão das molas não difere significativamente sua regulagem e ação, entre os sistemas de preparo de solo (plantio direto ou preparo convencional).

Dessa maneira, objetivou-se avaliar a influência da população de plantas aliado à pressão de trabalho da mola na linha de semeadura e manejos diferentes de solo (preparo convencional e semeadura direta) no rendimento, massa seca de palhada, grãos por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do amendoim, visando compreender como otimizar sua produção e reduzir os custos operacionais para implementação ideal da cultura.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em condições de campo, no município de Dracena – SP (21° 29' S e 51° 52' O, 420 m de altitude), em um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (870 g kg⁻¹ de areia), na safra 2023/2024. A área experimental apresentava histórico de cultivo com *Urochloa decumbens* há mais de 12 anos em estágio de degradação, sendo uma área de cultivo de cana-de-açúcar antes da implantação da área de pastagem. Entretanto, o experimento foi implantado sob a palhada de *Urochloa decumbens* na área de plantio direto, sem operações de revolvimento do solo. Já em relação ao manejo de plantas daninhas, a *Urochloa decumbens* foi nivelada com roçadeira e, posteriormente, a área foi dessecada com glifosato (1,0kg ha⁻¹) associado a 2,4-D (2L ha⁻¹), corrigindo a dissecação com diquat (2L ha⁻¹). Em ocasião de semeadura, aplicou-se o pré-emergente na dose de 0,6L ha⁻¹, composto pela combinação dos ingredientes ativos Imazetapir e Flumioxazina (fornecendo 0,127kg ha⁻¹ de Imazetapir e 0,060kg ha⁻¹ de Flumioxazina). Em pós-emergência da cultura, realizou-se a aplicação de clethodim e bentazon, ambos na dose de 1L ha⁻¹, efetivando o controle seletivo de gramíneas (folhas estreitas) e folhas largas que emergiram após o estabelecimento inicial da lavoura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, contendo 12 tratamentos, dispostos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 3$: O primeiro fator foi constituído de manejo de solo em 1) preparo convencional ou 2) semeadura direta; o segundo fator foi população de plantas com 1) 170.000 estabelecidas (15 plantas por metro de linha) e 2) 220.000 estabelecidas (20 plantas por metro de linha); o terceiro fator foi pressão de trabalho da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha de semeadura, baseado nos ajustes pré-existentes da semeadura 1) pressão leve, 2) pressão média e 3) pressão pesada.

A semeadora-adubadora utilizada foi a Tatu Marchesan PST 4 Plus Suprema, máquina pneumática de 7 linhas, que apresenta espaçamento entrelinhas de 0,45 m. Para atender o espaçamento de 0,90 m utilizado no presente experimento, as linhas de vácuo dos carrinhos centrais foram fechadas, mantendo-se em funcionamento as linhas 1, 3, 5 e 7 da semeadora. A pressão de trabalho da turbina foi de 70-75 mbar e os kits de discos de distribuição de sementes utilizados foram os de 29 furos com roseta e escova adaptada para sementes de amendoim peneira 23 e 25, e singular “soja” da Precision Planting[®] recomendada para distribuição de ao menos 15 sementes/m de linha. Para o cultivo do amendoim, se faz necessário inverter as coroas dentadas da engrenagem motora 20/28 para 28/20 (28 por 20 dentes com rolamento, que são fixadas na lateral do giro da semente) visando distribuir o grande volume de sementes demandado pela cultura em função principalmente da baixa germinação das sementes (no presente estudo, 85% determinado em canteiro de germinação). O limite de distribuição da semeadora PST 4 Plus Suprema é de 16 sementes/m com o disco de 29 furos, entretanto, se fez necessário distribuir 18 e 23 sementes/m para atingir as populações finais de 15 e 20 sementes/m, respectivamente, em função da germinação do lote de sementes. A semeadora-adubadora foi tracionada por um trator, modelo Valtra BM 110 4x2, tração dianteira auxiliar, com potência nominal de 110 cv no motor à 2.000 rpm. A semeadura foi realizada dia 20 de outubro de 2023, utilizando-se a cultivar IAC OL 3. A velocidade de semeadura foi de aproximadamente 5 km h⁻¹. As parcelas experimentais foram constituídas de 4 linhas espaçadas em 0,90 m com 5 m de comprimento e 1 m entre parcelas. Considerou-se como área útil, as 2 linhas centrais de cada parcela. A análise estatística constou de análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos, bem como interações foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico R[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Massa seca de palhada (MSPAL), grãos por planta (GR PLA), massa de 100 grãos (100 GR), rendimento de grãos (REND) e produtividade de grãos de amendoim debulhados (PROD) em função da pressão na linha de semeadura, população de plantas e manejo de solo. Dracena-SP.

Mola	MSPAL	GR PLA	100 GR	REND	PROD
	(kg ha ⁻¹)		(g)	(%)	(kg ha ⁻¹)
Leve	5787,32b	36,93b	63,90b	60,42b	1788,77c
Média	5936,13b	38,29ab	64,77b	61,72ab	1900,70b
Pesada	6341,68a	40,55a	67,37a	62,28a	2049,41a
D.M.S. (5%)	219,91	3,36	2,034	1,68	102,82
População					
170,000	5998,18a	38,34a	65,56a	61,67a	1928,28a
220,000	6045,23a	38,83a	65,13a	61,27a	1897,64a
D.M.S. (5%)	148,82	2,27	1,37	1,13	69,58
Manejo					
Convencional	5983,45a	37,70a	65,04a	61,82a	1880,34a
Semeadura	6059,97a	39,48a	65,65a	61,13a	1945,59a
Direta					
D.M.S. (5%)	148,82	2,27	1,37	1,13	69,58
C.V. (%)	4,21	10,05	3,59	3,15	6,19
Média Geral	6021,70	38,58	65,34	61,47	1912,96

*Letras diferentes nas colunas indicam diferenças entre os tratamentos pelo Teste de Tukey $p < 0,05$. D.M.S (5%): diferença mínima significativa. C.V (%): coeficiente de variação

A pressão de mola pesada no disco duplo desencontrado propiciou maior massa seca de palhada, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de amendoim comparativamente as demais pressões de mola (Tabela 1). De maneira semelhante, a maior pressão de mola incidente na linha de semeadura propiciou maior número de grãos por planta e rendimento de grãos comparativamente à menor pressão de mola, não diferindo da pressão intermediária/média (Tabela 1). Não houve influência da população de plantas e manejo do solo na massa seca de palhada, grãos por planta, massa de 100 grãos, rendimento de grãos e produtividade do amendoim (Tabela 1). Já o aumento da produtividade está diretamente relacionado com a pressão de mola adotada pois garante uma disposição, distribuição e cobertura de maior qualidade das sementes do amendoim. Sendo assim, a maior produtividade se deve à melhor viabilidade das sementes, implantação e conseqüentemente desenvolvimento da cultura.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Com base nos dados obtidos, é possível operar em semeadura direta de forma tão eficiente quanto em preparo convencional, em área de reforma de pastagem com um solo de textura leve (9% de argila) sem maiores impactos. É necessário avaliar com

atenção o crescimento e desenvolvimento da cultura do amendoim ao longo do experimento, bem como as perdas na colheita, principalmente na operação de arranquio.

Regulou-se a distribuição da semeadora PST 4 Plus Suprema com o disco de 29 furos para amendoim visando garantir a população final de 15 e 20 sementes m^{-1} . Para tanto, foram distribuídas 18 e 23 sementes m^{-1} , sendo realizado o desbaste quando necessário. O valor cultural das sementes, analisado antes da implantação, foi de 87%. Dessa forma, conforme mencionado anteriormente, a população final de 170.000 e 220.000 plantas ha^{-1} é referente à distribuição de 15 e 20 sementes m^{-1} , considerando a população de fato estabelecida.

Em relação à pressão da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha da semeadura, independentemente do manejo do solo, seja em semeadura direta ou preparo e plantio convencional, e população final de plantas desejada (170.000 ou 220.000 plantas ha^{-1}), uma maior pressão aplicada favorece a distribuição, desenvolvimento inicial e emergência da cultura do amendoim, sendo recomendada.

A população de plantas mais elevada foi atingida de maneira satisfatória, entretanto, é preciso analisar se de fato essa maior população (220.000 x 170.000 plantas estabelecidas ha^{-1}) resultará em maior produtividade e rendimento da cultura. Em caso de indiferença, o produtor poderia adotar uma menor densidade de distribuição de sementes, economizando com o custo de sementes, que representa um custo consideravelmente elevado no sistema de produção da cultura do amendoim.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Precision Planting pela doação dos discos, escovas, singuladores e rosetas utilizados na semeadura do amendoim.

LITERATURA CITADA

- GROTTA, D. C. C. et al. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 547-552, 2008.
- PANACHUKI, E. et al. Avaliação da infiltração de água no solo, em sistema de integração agricultura-pecuária, com uso de infiltrômetro de aspersão portátil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 1, p. 129-138, 2006.
- CORDEIRO, C. F. S. et al. Adjusting peanut plant density and potassium fertilization for different production environments. **Agronomy Journal**, v. 115, n. 2, p. 817-832, 2023.
- HARO, R. J. et al. Row spacing and growth habit in peanut crops: Effects on seed yield determination across environments. **Field Crops Research**, v. 275, p. 108363, 2022.
- SALOMÃO, P. E. A. et al. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e154911870. 2020.

EFEITO RESIDUAL DE CORRETIVOS NA FERTILIDADE DO SOLO APÓS O CULTIVO DE AMENDOIM EM CONDIÇÕES DE SOLO ARENOSO

Hugo Rocha Silva^{1*}, José Vitor Chimirri Biasotto², Thiago de Lima Martins³, Heneique Vecchiati Cenerine⁴, Gabriel Gome Mozzini⁵, Gabriel Donato Cardoso⁶, Fernando Shintate Galindo⁷.

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAT/UNESP), Dracena – SP. E-mail: hugo.rocha-silva@unesp.br

PROBLEMÁTICA

Os solos arenosos da região oeste paulista apresentam baixa capacidade de troca catiônica (CTC), reduzida capacidade tampão e lixiviação de nutrientes, fatores que limitam a disponibilidade de nutrientes, além de favorecer elevada acidez e toxidez por Al^{3+} e outros metais pesados. Esses fatores comprometem a cultura do amendoim, especialmente devido à sua elevada demanda por cálcio (Ca) durante o enchimento dos grãos. Essas condições de fertilidade do solo dificultam a produção de amendoim e prejudicam o aproveitamento dos nutrientes aplicados.

Nesta região, a produção de amendoim concentra-se, grande parte, em áreas de reforma de canaviais e de pastagens degradadas, comumente em áreas de arrendamento. Esse contexto impõe janelas operacionais curtas entre a aplicação de corretivos e a semeadura (geralmente, inferiores a 15 dias). Esse intervalo reduzido limita a reatividade dos corretivos, reduzindo a eficiência destes, resultando em uma possível perda de produtividade. Quando o tempo de reação é insuficiente, parte do investimento de correção, não se converte em melhoria do ambiente de cultivo, nem em ganho produtivo, afetando o estabelecimento da cultura.

Baseado no exposto, é preciso entender como a calagem, gessagem e/ou silicatagem podem influenciar na fertilidade do solo pós cultivo de amendoim. Sendo, extremamente relevante para entender como melhorar/viabilizar o manejo de corretivos de solo na cultura do amendoim, em reforma de pastagem degradada.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa amplamente cultivada em solos de baixa fertilidade e textura arenosa, com grande importância econômica e social. Na região Oeste Paulista, destaca-se como alternativa viável para sistemas de rotação de culturas e para a recuperação de pastagens e canaviais (Grotta et al., 2008).

A calagem é o principal método para neutralização da acidez, elevação do pH e aumento da saturação por bases, favorecendo maior disponibilidade de Ca e Mg e menor toxidez de Al^{3+} (VAN RAIJ et al., 2001). No entanto, sua reação é limitada quando aplicada pouco tempo antes da semeadura, principalmente em solos arenosos, onde a incorporação e a solubilização ocorrem de forma mais lenta (CANTARELLA et al., 2022).

Fontes silicatadas, apresentam potencial para corrigir a acidez do solo, elevar o pH, aumentar a disponibilidade de Si, Ca, Mg e P, além de reduzir os efeitos tóxicos de

Al, Fe e Cd (Castro et al., 2016; Crusciol et al., 2016; Antonangelo et al., 2017). Embora o calcário dolomítico seja o corretivo mais utilizado, os silicatos de Ca e Mg apresentam solubilidade cerca de 6–7 vezes superior à dos carbonatos. Essa maior solubilidade acelera as reações de neutralização e, além do silicato atuar como corretivo de acidez do solo; aumentar o pH do solo, a disponibilidade de Si, Ca, Mg e P; e diminuir os efeitos tóxicos de metais pesados (CASTRO et al., 2016). Apesar dos benefícios da calagem e silicatagem, a aplicação de gesso agrícola pode ser uma estratégia complementar, principalmente no sistema de produção do amendoim, pensando em rápida neutralização do Al e disponibilidade de Ca, no entanto não corrige a acidez do solo (ZOCA e PENN, 2017). Essas mudanças melhoram o desenvolvimento das raízes em camadas mais profundas do solo, aumentando a tolerância ao déficit hídrico, além de beneficiar a formação das vagens (COSTA et al., 2018).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar, em condições de campo, os atributos químicos do solo pós cultivo do amendoim em função da calagem, gessagem e/ou silicatagem.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido à campo, no município de Dracena – SP, em um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (870 g kg^{-1} de areia), na safra 2024/2025. A área experimental apresentava histórico de cultivo com *Urochloa decumbens* há cerca de 10 anos, em estágio de degradação médio, antes da implantação da pastagem era área de cultivo de cana-de-açúcar.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos, sendo: 1) controle – sem corretivos; 2) aplicação de calcário dolomítico (28% de CaO, 20% MgO e PRNT de 88%); 3) aplicação de gesso agrícola (17% de Ca e 14% de S – 22% de CaO e 35% de SO_3 equivalente); 4) aplicação de calcário + gesso; 5) aplicação de silicato de Ca e Mg (agrosilício Plus[®]) (10% de Si, 25% de CaO, 6% MgO e PRNT de 85%); 6) aplicação de silicato + gesso (siligesso[®], mistura no mesmo produto, Siligesso 70) (7% de Si, 32% de CaO, 7% MgO, 12% de SO_3 equivalente e PRNT de 60%). Todos os tratamentos foram aplicados à lanço em área total, 14 dias antes da semeadura do amendoim, incorporados com grade leve em aproximadamente 25 cm de profundidade, em manejo convencional de preparo do solo (aração + grade). As doses de calcário, agrosilício plus[®] e siligesso[®] foram calculadas pelo método de saturação por bases (V%), buscando-se elevar a V% para 70, proposto por Cantarella et al., 2022, as doses aplicadas foram de: calcário dolomítico: $1,14 \text{ t ha}^{-1}$, agrosilício plus: $1,18 \text{ t ha}^{-1}$ e siligesso 70: $1,67 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. A dose de gesso agrícola foi calculada pelo método proposto por Van Raij et al., 1996, sendo a dose de 534 kg ha^{-1} . A caracterização dos atributos químicos e granulometria do solo estão apresentados na Tabela 1.

A aplicação dos corretivos ocorreu no dia 03 de outubro de 2024. A semeadura do amendoim foi realizada no dia 17 de outubro, a cultivar utilizada foi a IAC OL3, grupo Virgínia (porte rasteiro) com espaçamento simples entrelinhas de 0,90 m e população final de plantas de $166.667 \text{ plantas ha}^{-1}$ (15 sementes viáveis m^{-1}). A adubação foi realizada em ocasião de semeadura, no sulco de semeadura por meio de semeadora-adubadora, distribuindo o fertilizante ao lado e abaixo das sementes, aplicando-se 350 kg ha^{-1} do formulado 08-28-16 + 0,5% de Zn. Todos os tratamentos culturais durante o ciclo,

seguiram recomendação para a cultura do amendoim na região da Nova Alta Paulista, e foram iguais em todos os tratamentos. O cultivo do amendoim foi realizado em condição de sequeiro, houve apenas uma única irrigação pós semeadura (lâmina de 30 mm – CAD da área) a fim de propiciar homogeneidade na germinação e emergência das plântulas.

As análises químicas do solo foram realizadas em ocasião de colheita da cultura do amendoim, na camada de 0-0,20m. Foram coletados 5 pontos aleatórios por parcela, nas entrelinhas da cultura principal (amendoim), formando uma amostra composta por parcela. Após a coleta de solo para análises, as amostras de solo foram secas à sombra (terra final seca ao ar), destorroadas e peneiradas em peneira 2 mm.

As análises químicas de pH, matéria orgânica, teores de P-resina, K, Ca, Mg, Al, acidez potencial (H+Al), saturação por bases (V%) e capacidade de troca catiônica (CTC) foram determinados conforme van Raij et al. (2001). O teor de Si no solo foi determinado pela extração CaCl_2 ($0,01 \text{ mol L}^{-1}$) de acordo com metodologia de Korndörfer et al. (2004).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, teste F), para avaliação dos efeitos dos fatores nas variáveis respostas estudadas. O efeito dos tratamentos, quando significativo ($p \leq 0,05$), foi analisado por teste de médias Scott-Knott utilizando o pacote ExpDes do software R (R Development Core Team, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, o tratamento controle apresentou menor fertilidade do solo (P, K, Ca, Mg, SB, V%, e Si) e pH associados com maior acidez (H + Al e Al) (Tabelas 2 e 3). A aplicação isolada de gesso também não foi eficiente em elevar o pH do solo, haja visto que é um condicionador de sub-superfície e neutraliza o Al sem alterar pH (Tabelas 2 e 3). No entanto, o gesso também foi menos eficiente na neutralização do Al em superfície comparativamente as demais fontes de corretivo, possivelmente pelo deslocamento rápido no perfil de solo, que apresenta textura arenosa (8,4% de argila). Embora tenha possivelmente lixiviado mais rapidamente, o gesso não carregou o íon monovalente de K para subsuperfície, conforme verificado pelos teores de K similares aos demais tratamentos com aplicação de corretivo (Tabelas 2 e 3).

A SB e CTC foram influenciados positivamente pelos tratamentos siligesso, calcário + gesso e calcário (Tabelas 2 e 3). De maneira similar, a V% no solo foi influenciada positivamente pelos tratamentos siligesso, calcário + gesso, agrosilício Plus e calcário (Tabelas 2 e 3).

Com relação ao teor de Si no solo, como esperado, os tratamentos que continham Si em sua formulação (siligesso e agrosilício Plus) disponibilizaram maiores quantidades do elemento benéfico, com aumento nos teores de Si em 75, 34, 58 e 24% comparativamente aos tratamentos controle, calcário, gesso e calcário + gesso (Tabela 3). O aumento no teor de Si principalmente nos tratamentos que receberam calcário e calcário + gesso se deve ao fato de ter ocorrido elevação do pH, aumento a disponibilidade de ácido monossilícico (H_4SiO_4) no solo (Tabela 3).

APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação de corretivos de solo (calcário e silicato), de maneira isolada ou em conjunto com gesso, aplicados próximo à ocasião de semeadura do amendoim beneficia a fertilidade do solo pós cultivo do amendoim, neutralizando Al e disponibilizando maiores teores de nutrientes. No entanto, a aplicação de silicato + gesso, apesar do potencial maior tempo de reação, não foi mais eficiente que a aplicação de calcário + gesso em propiciar maiores teores de nutrientes e melhor neutralização do Al e aumento de pH.

Baseado nisso, a aplicação de silicato + gesso e calcário + gesso próximo à semeadura pode ser uma ferramenta viável de manejo de solo. Novos estudos relacionando o custo com os produtos, relacionados ao valor e frete devem ser levados e consideração para uma recomendação prática, a depender da localidade de aplicação.

AGRADECIMENTOS

À Agronelli Agroindústria Ltda. pelo apoio e fornecimento dos corretivos utilizados nesta pesquisa.

LITERATURA CITADA

GROTTA DCC, FURLANI CEA, SILVA RP, REIS GN DOS, CORTEZ JW, ALVES PJ (2008) Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. *Ciência e Agrotecnologia*, 32:547-552.

VAN RAIJ B, ANDRADE JC, CANTARELLA H, QUAGGIO JA. 2001. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo, 285p.

CANTARELLA H, ZAMBROSI FCB, QUAGGIO JA, DUARTE AP. Cereais. In: CANTARELLA H, QUAGGIO JA, MATTOS JR D, BOARETTO RM, VAN RAIJ B. *Boletim 100: Recomendações técnicas de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 3. ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 2022. pp. 213-238. (Boletim Técnico 100).

CAMARGO, M.S.; BEZERRA, B.K.L.; VITTI, A.C.; SILVA, M.A.; OLIVEIRA, A.L. Silicon fertilization reduces the deleterious effects of water deficit in sugarcane. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v.17, n.1, p.99-111, 2017.

R CORE TEAM. 2015. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible in: <https://www.R-project.org/>.

NORA, D. D.; AMADO, T. J. C.; NICOLOSO, R. da S.; MAZUCO, A. C. B.; PICCIN, M. Mitigation of the Gradient of Chemical Properties in the Rooting Zone of Dystrophic Oxisols by Gypsum and Lime Inputs under a No-Till System. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 41, p. e0150541, 2017.

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos do solo nas camadas 0-0,20m e 0,20-0,40m antes do início do experimento. Dracena, SP.

Atributos químicos do solo	Unidade	0-0,20m	0-0,40m
N total	g kg ⁻¹	0,52	0,39
Si	mg dm ⁻³	5	4
P (resina)	mg dm ⁻³	4	3
S (SO ₄)	mg dm ⁻³	3	4
Matéria orgânica	g dm ⁻³	12	10
pH (CaCl ₂)		4,7	4,3
K (resina)	mmol _c dm ⁻³	2,4	1,2
Ca (resina)	mmol _c dm ⁻³	7	5
Mg (resina)	mmol _c dm ⁻³	4	2
H+Al	mmol _c dm ⁻³	20	22
Al	mmol _c dm ⁻³	2	5
B (água quente)	mg dm ⁻³	0,11	0,11
Cu (DTPA)	mg dm ⁻³	1,6	1,2
Fe (DTPA)	mg dm ⁻³	23	15
Mn (DTPA)	mg dm ⁻³	23,1	22,5
Zn (DTPA)	mg dm ⁻³	0,8	0,5
Capacidade de troca catiônica (pH 7.0)	mmol _c dm ⁻³	33,4	30,0
Saturação por bases	%	40	27
Granulometria			
Argila	g kg ⁻¹	84	89
Areia	g kg ⁻¹	888	886
Silte	g kg ⁻¹	28	25

n = 20.

Tabela 2. Fósforo (P-resina), matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H + Al) e alumínio (Al) do solo pós cultivo de amendoim em função do corretivo de solo aplicado. Dracena – SP.

Tratamento	P-resina (mg dm ⁻³)	MO (g dm ⁻³)	pH	K (mmolc dm ⁻³)
Controle	11.0 b ± 0.82	12.0 a ± 0.82	4.83 b ± 0.10	1.60 b ± 0.09
Calcário	15.0 a ± 0.82	12.0 a ± 0.47	5.4 a ± 0.06	1.70 a ± 0.12
Gesso	15.3 a ± 1.89	12.0 a ± 0.82	4.86 b ± 0.05	1.73 a ± 0.10
Calcário + Gesso	13.3 a ± 0.47	12.3 a ± 0.50	5.3 a ± 0.07	1.76 a ± 0.08
Silicato (agrosilício Plus)	14.0 a ± 0.53	12.0 a ± 0.62	5.4 a ± 0.06	1.70 a ± 0.09
Silicato + Gesso (siligesso)	14.3 a ± 0.47	12.3 a ± 0.67	5.3 a ± 0.05	1.76 a ± 0.10
Erro Padrão (5%)	0.51	0.23	0.20	0.09
C.V. (%)	7.3	3.83	3.68	2.41
Média Geral	13.8	12.1	5.2	1.71
Valor P (ANOVA)	0.003**	0.736 ^{ns}	0.001**	0.004**
Tratamento	Ca (mmolc dm ⁻³)	Mg (mmolc dm ⁻³)	H + Al (mmolc dm ⁻³)	Al (mmolc dm ⁻³)
Controle	10.3 d ± 0.47	4.66 b ± 0.47	18.0 a ± 0.42	2.33 a ± 0.47
Calcário	14.6 a ± 0.53	6.3 a ± 0.53	15.0 c ± 0.36	0.00 c ± 0.01
Gesso	12.3 c ± 1.12	5.3 b ± 0.94	16.3 b ± 0.47	2.00 b ± 0.34
Calcário + Gesso	14.0 a ± 0.79	6.6 a ± 0.47	15.3 c ± 0.50	0.00 c ± 0.01
Silicato (agrosilício Plus)	13.0 b ± 0.82	6.0 a ± 0.65	15.0 c ± 0.41	0.00 c ± 0.01
Silicato + Gesso (siligesso)	14.3 a ± 0.94	6.6 a ± 0.56	15.3 c ± 0.43	0.00 c ± 0.01
Erro Padrão (5%)	0.37	0.27	0.18	0.10
C.V. (%)	5.7	9.2	2.31	26.6
Média Geral	13.1	5.9	15.8	0.72
Valor P (ANOVA)	0.001**	0.006**	0.001**	0.001**

Letras diferentes nas colunas diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade; ± refere-se ao desvio padrão da média (n = 4); **, * e ^{ns} referem-se à significativo à 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

C.V. = Coeficiente de variação; ANOVA = Análise de variância. Critérios para casa da vírgula: Valores até 5: duas casas depois da vírgula; Valores >5 até 100: uma casa depois da vírgula; Valores >100: sem casa depois da vírgula.

Tabela 3. Soma de bases (SB), enxofre (S-SO₄⁻), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%), saturação de K, Ca, Mg e Al na CTC do solo (K%/CTC, Ca%/CTC, Mg%/CTC e m%) pós cultivo de amendoim em função do corretivo de solo aplicado. Dracena – SP.

Tratamento	SB (mmolc dm ⁻³)	CTC (mmolc dm ⁻³)	V%	Si (mg dm ⁻³)
Controle	16.6 d ± 0.82	34.6 b ± 0.82	47.9 c ± 1.23	6.6 c ± 0.47
Calcário	22.7 a ± 0.82	37.7 a ± 0.82	60.1 a ± 0.86	8.6 b ± 0.53
Gesso	19.4 c ± 1.45	35.7 b ± 1.46	54.2 b ± 1.73	7.3 c ± 0.45
Calcário + Gesso	22.4 a ± 0.52	37.7 a ± 0.90	59.4 a ± 0.58	9.3 b ± 0.56
Silicato (agrosilício Plus)	20.7 b ± 0.82	35.7 b ± 0.82	57.9 a ± 0.96	11.6 a ± 0.61
Silicato + Gesso (siligesso)	22.7 a ± 1.36	38.1 a ± 0.99	59.7 a ± 1.32	11.6 a ± 0.59
Erro Padrão (5%)	0.55	0.48	0.86	0.25
C.V. (%)	5.3	2.63	3.05	5.5
Média Geral	20.7	36.6	56.5	9.2
Valor P (ANOVA)	0.001**	0.004**	0.001**	0.001**

Letras diferentes nas colunas diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade; ± refere-se ao desvio padrão da média ($n = 4$); **, * e ^{ns} referem-se à significativo à 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

C.V. = Coeficiente de variação; ANOVA = Análise de variância.

Critérios para casa da vírgula: Valores até 5: duas casas depois da vírgula; Valores >5 até 100: uma casa depois da vírgula; Valores >100: sem casa depois da vírgula.

MANEJO DE CORRETIVOS EM SOLO ARENOSO NA REGIÃO OESTE PAULISTA: EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E ACÚMULO DE NUTRIENTES NOS GRÃOS DE AMENDOIM EM ÁREA DE REFORMA DE PASTAGEM

José Vitor Chimirri Biasotto^{1*}, Hugo Rocha Silva¹, Thiago de Lima Martins¹, Gustavo Chiari da Silva¹, Angelo Geraldo Codonho Junior¹, Gabriel Gomes Mozzini¹ e Fernando Shintate Galindo¹.

*Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAT/UNESP), Dracena – SP.
E-mail: vitor.biasotto@unesp.br*

PROBLEMÁTICA

O amendoim pertence à família das leguminosas, seus grãos são ricos em proteínas, lipídios e aminoácidos. Além do consumo in-natura, é muito utilizado na indústria alimentícia, tanto humana, quanto animal e para a produção de óleo vegetal e farelo. O cultivo de amendoim tem sido muito estudado nos últimos anos, demonstrando ser uma alternativa econômica em muitas regiões brasileiras, principalmente em condições edafoclimáticas desfavoráveis. Um dos principais problemas relacionados à otimização dos sistemas de produção agrícola refere-se à degradação do solo. Solos ácidos e intemperizados são menos férteis devido à baixa disponibilidade de cálcio, magnésio, fósforo e alta disponibilidade de metais tóxicos. Dessa forma, o uso de tecnologias de fácil aplicação, baixo custo e que permitam reduzir a aplicação de insumos sem afetar ou aumentando a produtividade são cada vez mais desejadas na agricultura moderna.

Na região do Oeste Paulista, a produção de amendoim concentra-se, grande parte, em áreas de reforma de canaviais e de pastagens degradadas, comumente em áreas de arrendamento. Esse contexto impõe janelas operacionais curtas entre a aplicação de corretivos e a semeadura (geralmente, inferiores a 15 dias). Aliado ao preparo convencional do solo, esse intervalo reduzido limita a reatividade dos corretivos, reduzindo a eficiência destes, resultando em uma possível perda de produtividade. Quando o tempo de reação é insuficiente, parte do investimento de correção, não se converte em melhoria do ambiente de cultivo, nem em ganho produtivo, afetando o estabelecimento da cultura.

Baseado no exposto, é preciso entender como a calagem, gessagem e silicatagem podem influenciar o crescimento, desenvolvimento e produtividade do amendoim. Sendo, extremamente relevante para entender como melhorar/viabilizar o manejo de corretivos de solo na cultura do amendoim, em reforma de pastagem degradada.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma cultura de alta relevância para o setor agropecuário, devido ao expressivo potencial de produção de óleo e elevado teor proteico e energético. Além disso, destaca-se como alternativa na utilização para rotação de culturas e na recuperação de áreas de pastagens e canaviais (Grotta et al., 2008).

Apesar do avanço consistente da produtividade do amendoim no Brasil nas últimas décadas, impulsionado principalmente pelo melhoramento genético e por práticas que favoreceram o crescimento e o desenvolvimento da cultura o potencial produtivo máximo ainda não foi alcançado (Barbosa et al., 2024). Diante da demanda crescente por alimentos, fibras e energia, impulsionada pelo rápido aumento populacional, escassez de novas áreas de cultivo e efeitos das mudanças climáticas, torna-se necessário ampliar a produtividade e a qualidade do amendoim em ritmo mais acelerado. Nesse cenário, são desejadas tecnologias simples, de baixo custo e fácil adoção, capazes de reduzir a dependência de insumos externos sem comprometer, e preferencialmente, elevando a produtividade agrícola.

Os principais obstáculos relacionados à maximização dos sistemas de produção referem-se à degradação de solo. Os principais fatores da degradação do solo incluem processos de erosão, uso intensivo incorreto, contaminação por metais pesados e substâncias tóxicas e acidificação do solo (Galindo et al., 2022). A acidez é um dos fatores químicos mais limitantes a capacidade de produção de alimentos, sendo um processo natural, que diminui a saturação por bases e a disponibilidade de nutrientes e aumenta a solubilidade de metais, que podem ser tóxicos para as plantas (Holland et al., 2018). A acidificação do solo afeta tanto a superfície quanto subsuperfície dos solos, com influência negativa na produção de biomassa e produtividade das culturas (Galindo et al., 2022). A combinação de solos com textura arenosa, baixa fertilidade, matéria orgânica e desenvolvimento limitado das raízes associado à acidez e limitação hídrica auxilia na redução do crescimento e produtividade das culturas (Costa et al., 2018).

Apesar dos avanços tecnológicos que favorecem o desenvolvimento de plantas mais tolerantes a estresses abióticos, práticas de manejo do solo que viabilizem o desempenho das culturas em condições edafoclimáticas adversas, típicas das condições tropicais, são cruciais para elevar a produção de forma integrada e sustentável (Holland et al., 2018). A calagem consolidou-se como prática central para elevar a fertilidade e restaurar a qualidade do solo (Holland et al., 2018; Bossolani et al., 2023). Seu objetivo é elevar o pH, o que aumenta a CTC efetiva e a saturação por bases, além de reduzir as concentrações tóxicas. Embora o calcário dolomítico seja o corretivo mais utilizado, os silicatos de cálcio e magnésio apresentam solubilidade cerca de 6–7 vezes superior à dos carbonatos. Essa maior solubilidade acelera as reações de neutralização e, além do silicato atuar como corretivo de acidez do solo; aumentar o pH do solo, a disponibilidade de Si, Ca, Mg e P; e diminuir os efeitos tóxicos de metais pesados (Castro et al., 2016). Apesar dos benefícios da calagem e silicatagem, a aplicação de gesso agrícola pode ser uma estratégia complementar, principalmente no sistema de produção do amendoim, pensando em rápida neutralização do Al e disponibilidade de Ca, no entanto não corrige a acidez do solo (Zoca e Penn, 2017). Essas mudanças melhoram o desenvolvimento das raízes em camadas mais profundas do solo, aumentando a tolerância ao déficit hídrico (Costa et al., 2018).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar em condições de campo, parâmetros fotossintéticos, acúmulos de nutrientes e Si nos grãos e os componentes produtivos e produtividade da cultura do amendoim em função da calagem, gessagem e silicatagem.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido à campo, no município de Dracena – SP, em um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (870 g kg^{-1} de areia), na safra 2024/2025. A área experimental apresentava histórico de cultivo com *Urochloa decumbens* há cerca de 10 anos em estágio de degradação médio, antes da implantação da pastagem era área de cultivo de cana-de-açúcar.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos, sendo: 1) controle – sem corretivos; 2) aplicação de calcário dolomítico (28% de CaO, 20% MgO e PRNT de 88%); 3) aplicação de gesso agrícola (17% de Ca e 14% de S – 22% de CaO e 35% de SO_3 equivalente); 4) aplicação de calcário + gesso; 5) aplicação de silicato de Ca e Mg (agrosilício Plus[®]) (10% de Si, 25% de CaO, 6% MgO e PRNT de 85%); 6) aplicação de silicato + gesso (siligesso[®], mistura no mesmo produto, Siligesso 70) (7% de Si, 32% de CaO, 7% MgO, 12% de SO_3 equivalente e PRNT de 60%). Todos os tratamentos foram aplicados à lanço em área total, 14 dias antes da semeadura do amendoim, incorporados com grade leve, em manejo convencional de preparo do solo. As doses de calcário, agrosilício plus[®] e siligesso[®] foram calculadas pelo método de saturação por bases (V%), buscando-se elevar a V% para 70, proposto por Cantarella et al., 2022, as doses aplicadas foram de: calcário dolomítico: $1,14 \text{ t ha}^{-1}$, agrosilício plus: $1,18 \text{ t ha}^{-1}$ e siligesso 70: $1,67 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. A dose de gesso agrícola foi calculada pelo método proposto por Van Raij et al., 1996, sendo a dose de 534 kg ha^{-1} .

A aplicação dos corretivos ocorreu no dia 03 de outubro de 2024. A semeadura do amendoim foi realizada no dia 17 de outubro, a cultivar utilizada foi a IAC OL 3, grupo Virgínia (porte rateiro) com espaçamento simples entrelinhas de 0,90 m e população final de plantas de $166.667 \text{ plantas ha}^{-1}$ (15 sementes viáveis m^{-1}). A adubação foi realizada em ocasião de semeadura, no sulco de semeadura por meio de semeadora-adubadora, distribuindo o fertilizante ao lado e abaixo das sementes, aplicando-se 350 kg ha^{-1} do formulado 08-28-16 + 0,5% de Zn. Todos os tratamentos culturais durante o ciclo, seguiram recomendação para a cultura do amendoim na região da Nova Alta Paulista, e foram iguais em todos os tratamentos. O cultivo do amendoim foi realizado em condição de sequeiro, houve apenas uma única irrigação pós semeadura (lâmina de 30 mm – CAD da área) a fim de propiciar homogeneidade na germinação e emergência das plântulas.

As avaliações realizadas no início do desenvolvimento do ginóforo (R2): fotossíntese líquida, e em ocasião de colheita (R8-R9): rendimento de grãos, massa de 100 grãos, produtividade de grãos em casca, bem como os acúmulos de nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e silício (Si) nos grãos de amendoim. As parcelas experimentais apresentaram 10 m de comprimento e 4,0 m de largura, considerando como área útil as 4 linhas centrais, havendo um espaço entre parcelas de 1,0 m. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, teste F), para avaliação dos efeitos dos fatores nas variáveis respostas estudadas. O efeito dos tratamentos, quando significativo ($p \leq 0,05$), foi analisado por teste de médias Scott-Knott utilizando o pacote ExpDes do software R (R Development Core Team, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados em R2, a fotossíntese líquida (A) foi favorecida com a aplicação de silicato + gesso, sendo superior aos demais tratamentos (Tabela 1). Nas avaliações

realizadas em ocasião de colheita, observa-se que na massa de 100 grãos (CEMGR), a aplicação de corretivos propiciou maiores resultados, notadamente com aplicação de silicato + gesso, calcário + gesso e silicato (Tabela 1). De modo similar, a produtividade de grãos de amendoim em casca foi beneficiada com a aplicação de silicato + gesso, obtendo maiores valores, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 1). O rendimento de grãos não foi influenciado pelos corretivos (Tabela 1). Em relação aos acúmulos de nutrientes nos grãos, nota-se que a aplicação de silicato + gesso proporcionou maiores acúmulos de N e Si (Tabela 1). De maneira similar, o acúmulo de S foi superior nos tratamentos com silicato + gesso e calcário + gesso (Tabela 1). O acúmulo de Ca foi favorecido com aplicação de silicato + gesso, silicato e calcário + gesso (Tabela 1). O acúmulo de Mg nos grãos demonstrou resultados significativos nos tratamentos que receberam corretivos, independentemente da combinação (Tabela 1).

Os resultados em R2 demonstram que, apesar do pouco tempo de reação dos corretivos, notadamente silicato + gesso, há uma tendência de benefício da taxa fotossintética e conseqüentemente crescimento e desenvolvimento vegetativo do amendoim, além de um incremento de 50,2% comparado ao controle (Tabela 1). De acordo com Patel et al. (2021) a silicatagem melhora pigmentos e reduz o estresse hídrico, auxiliando nos parâmetros fotossintéticos e favorecendo crescimento vegetativo, mecanismos que sustentam maior eficiência fotossintética e, conseqüentemente, componentes produtivos, como rendimento, massa de cem grãos e produtividade de grãos.

O aumento percentual no acúmulo de nutrientes nos grãos do tratamento controle para o tratamento com aplicação de silicato + gesso foi de 30,4; 39,3; 36,0; 43,3 e 61,1% para N, Ca, Mg, S e Si, respectivamente. O resultado analisado indica que a aplicação de siligesso, mesmo com o pouco tempo para reação, conseguiu propiciar melhor disponibilidade de nutrientes. Conforme Wang et al. (2023) o incremento expressivo no acúmulo de nutrientes nos grãos sob aplicação de silicato + gesso é compatível com evidências de que Ca (via gessagem/calagem) e Si aprimoram a nutrição e a eficiência fisiológica do amendoim, refletindo em crescimento e produtividade. Em solo ácido, a aplicação de cálcio elevou a atividade fotossintética, promoveu o acúmulo de nutrientes, inclusive nos grãos e aumentou a produtividade de vagens. Em diferentes cultivares, o fornecimento de gesso elevou rendimento e teor de cálcio na semente, reforçando o papel do Ca na zona de frutificação (Hamza et al., 2023).

APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação de corretivos de solo, de maneira isolada ou em conjunto, aplicados próximo à ocasião de semeadura do amendoim beneficiam o crescimento vegetativo da cultura. No entanto, a aplicação de silicato + gesso (siligesso) propiciou melhores resultados em fotossíntese líquida, além dos parâmetros produtivos, associados a maiores acúmulos de N, Ca, Mg, S e Si nos grãos.

Os resultados verificados em R2 demonstram que, apesar do pouco tempo de reação dos corretivos, especificamente silicato + gesso, apresentou uma tendência de benefício da atividade fotossintética e, conseqüentemente, crescimento e desenvolvimento vegetativo do amendoim. Por exemplo, os benefícios da aplicação de silicato + gesso no crescimento vegetativo do amendoim, refletiu em maior

produtividade de grãos. Em complemento, os resultados verificados em R8/R9 são parcialmente reflexo dos resultados verificados em R2, onde o tratamento silicato + gesso beneficiou a atividade fotossintética, com reflexo no desenvolvimento reprodutivo, verificado por alguns componentes produtivos, massa de 100 grãos e produtividade.

Baseado nisso, a aplicação de silicato + gesso próximo à semeadura pode ser uma ferramenta viável de manejo de solo, em função da maior solubilização do produto, levando em consideração, principalmente, que o sistema de produção do amendoim ocorre em áreas de reforma de canavial e pastagem, onde na maioria dos casos a área é arrendada ao produtor de amendoim, que não tem tempo de aplicar as fontes de corretivo de solo com a antecedência necessária para correção do solo.

AGRADECIMENTOS

Agronelli Agroindústria LTDA e ao Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Sistemas Agrícolas Sustentáveis (GEPESAS).

LITERATURA CITADA

BARBOSA, A. M.; CORDEIRO, C. F. S.; CATUCHI, T. A.; SANTOS, L. B. Produtividade potencial e atingível do amendoim em diferentes épocas de semeadura no Oeste Paulista. Boletim do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Unoeste, v.6, p.69–73, 2024.

BOSSOLANI, J. W.; CRUSCIOL, C. A. C.; MARIANO, E.; MORETTI, L. G.; PORTUGAL, J. R.; FONSECA, M.; MOMESSO, L.; CÔRT, A. S. D.; COSTA, V. E.; CANTARELLA, H. Higher Lime Rates for Greater Nitrogen Recovery: A Long-Term No-till Experiment Labeled with ^{15}N . *Field Crops Research*, v. 299, p. 108971, 2023.

CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C.H.M.; FERRARI NETO, J.; MANCUSO, M.A.C. Surface application of limestone and calcium-magnesium silicate in a tropical no-tillage system. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v.16, n.2, p.362-379, 2016.

COSTA, C.; CARMEIS FILHO, A. C.; CRUSCIOL, C.; SORATTO, R.; GUIMARÃES, T. Intensive annual crop production and root development in a tropical acid soil under long-term no-till and soil-amendment management. *Crop and Pasture Science*, v. 69, p. 488-505, 2018.

GALINDO, F. S.; PAGLIARI, P. H.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, W. L.; FERNANDES, G. C.; BIAGINI, A. L. C.; MAREGA, E. M. R.; TAVANTI, R. F. R.; JALAL, A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Corn shoot and grain nutrient uptake affected by silicon application combined with *Azospirillum brasilense* inoculation and nitrogen rates. *Journal of Plant Nutrition*, 45:168-184. 2022.

GROTTA, D. C. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; REIS, G. N.; CORTEZ, J. W.; ALVES, P. J. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. *Ciência e Agrotecnologia*, 32:547-552. 2008.

HAMZA, M.; ALI, S. S.; ABDEL-ATY, M. Response of diverse peanut cultivars to calcium fertilization under clay soil conditions. *Agronomy*, 13(10):2656, 2023. DOI: 10.3390/agronomy13102656.

HOLLAND, J. E.; BENNETT, A. E.; NEWTON, A. C.; WHITE, P. J.; MCKENZIE, B. M.; GEORGE, T. S.; PAKEMAN, R. J.; BAILEY, J. S.; FORNARA, D. A.; HAYES, R. C. Liming Impacts on Soils, Crops and Biodiversity in the UK: A Review. *The Science of the Total Environment*, v. 610–611, p. 316–332, 2018.

PATEL, M.; FATNANI, D.; PARIDA, A. K. Silicon-induced mitigation of drought stress in peanut genotypes (*Arachis hypogaea* L.) through ion homeostasis, antioxidative defense and metabolic regulations. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 166, p. 290-313, 2021. DOI: 10.1016/j.plaphy.2021.06.003.

WANG, J.; GENG, Y.; ZHANG, J.; LI, L.; GUO, F.; YANG, S.; ZOU, J.; WAN, S. Increasing calcium and decreasing nitrogen fertilizers improves peanut growth and productivity by enhancing photosynthetic efficiency and nutrient accumulation in acidic red soil. *Agronomy*, 13(7):1924, 2023. DOI: 10.3390/agronomy13071924.

ZOCA, S.; PENN, C. Chapter One - An Important Tool With No Instruction Manual: A Review of Gypsum Use in Agriculture. *Advances in Agronomy*, v.144, p.1-44, 2017.

Tabela 1. Taxa de fotossíntese líquida (A) em R2. Rendimento de grãos (REND), massa de 100 grãos (CEMGR) e produtividade de grãos em casca (PROD) em ocasião de colheita (R8/R9). Acúmulos de N, Ca, Mg, S e Si nos grãos de amendoim em função do corretivo de solo aplicado. Dracena – SP.

Tratamento	A ($\mu\text{mol CO}_2$ $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	REND (%)	CEMGR (g)	PROD (kg ha^{-1})	
Controle	21.5 c \pm 1.41	74.3 a \pm 2.85	71.0 c \pm 0.64	4334 d \pm 161	
Calcário	29.3 b \pm 1.47	76.1 a \pm 1.81	75.2 b \pm 2.24	5150 b \pm 236	
Gesso	28.6 b \pm 0.36	75.7 a \pm 1.44	74.4 b \pm 1.82	4677 c \pm 213	
Calcário + Gesso	30.4 b \pm 0.53	78.2 a \pm 3.51	77.9 a \pm 1.99	5288 b \pm 177	
Silicato (agrosilício Plus)	29.4 b \pm 1.01	78.2 a \pm 2.41	77.3 a \pm 1.50	5093 b \pm 256	
Silicato + Gesso (siligesso)	32.3 a \pm 0.40	79.9 a \pm 3.56	78.2 a \pm 2.13	5567 a \pm 317	
Erro Padrão (5%)	0.49	1.38	0.84	99.4	
C.V. (%)	3.48	3.59	2.22	8.9	
Média Geral	28.6	77.1	75.7	5018	
Valor P (ANOVA)	0.001**	0.114 ^{ns}	0.002**	0.001**	
Tratamento	N	Ca	Mg	S	Si
Controle	168 d \pm 2.86	10.7 c \pm 0.43	8.9 b \pm 1.06	6.7 c \pm 0.45	1.31 c \pm 0.10
Calcário	205 b \pm 7.2	12.4 b \pm 0.24	10.9 a \pm 0.73	7.6 b \pm 0.51	1.66 b \pm 0.08
Gesso	187 c \pm 5.5	12.3 b \pm 0.51	10.7 a \pm 0.75	8.0 b \pm 0.30	1.48 c \pm 0.15
Calcário + Gesso	208 b \pm 4.47	13.5 a \pm 0.38	11.1 a \pm 1.06	9.2 a \pm 0.85	1.69 b \pm 0.12
Silicato (agrosilício Plus)	201 b \pm 8.1	14.5 a \pm 1.51	10.7 a \pm 0.91	8.2 b \pm 0.51	1.79 b \pm 0.17
Silicato + Gesso (siligesso)	219 a \pm 9.0	14.9 a \pm 1.11	12.1 a \pm 0.94	9.6 a \pm 0.82	2.11 a \pm 0.22
Erro Padrão (5%)	4.36	0.42	0.40	0.31	0.06
C.V. (%)	4.40	6.5	7.5	7.5	7.2
Média Geral	198	13.0	10.7	8.2	1.67
Valor P (ANOVA)	0.001**	0.001**	0.002**	0.001**	0.001**

Letras diferentes nas colunas diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade; \pm refere-se ao desvio padrão da média ($n = 4$); **, * e ^{ns} referem-se à significativo à 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

C.V. = Coeficiente de variação; ANOVA = Análise de variância. Critérios para casa da vírgula: Valores até 5: duas casas depois da vírgula; Valores >5 até 100: uma casa depois da vírgula; Valores >100: sem casa depois da vírgula.

MANEJO DE CORRETIVOS EM SOLO ARENOSO NA REGIÃO OESTE PAULISTA: EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E ACÚMULO DE NUTRIENTES NOS GRÃOS DO AMENDOIM EM ÁREA DE REFORMA DE PASTAGEM

José Vitor Chimirri Biasotto^{1*}, Hugo Rocha Silva¹, Thiago de Lima Martins¹, Gustavo Chiari da Silva¹, Angelo Geraldo Codonho Junior¹, Gabriel Gomes Mozzini¹ e Fernando Shintate Galindo¹.

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCAT/UNESP), Dracena – SP. E-mail: vitor.biasotto@unesp.br

PROBLEMÁTICA

O cultivo de amendoim tem sido muito estudado nos últimos anos, demonstrando ser uma alternativa econômica em muitas regiões brasileiras, principalmente em condições edafoclimáticas desfavoráveis, consideradas marginais. Um dos principais problemas relacionados à otimização dos sistemas de produção agrícola refere-se à degradação do solo. Solos ácidos e intemperizados são menos férteis devido à baixa disponibilidade de cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e alta disponibilidade de metais pesados, à exemplo do alumínio (Al), ferro (Fe) e manganês (Mn).

Na região Oeste Paulista, a produção de amendoim concentra-se, grande parte, em áreas de reforma de canaviais e de pastagens degradadas, comumente em áreas de arrendamento. Esse contexto impõe janelas operacionais curtas entre a aplicação de corretivos e a semeadura (geralmente, inferiores a 15 dias). Esse intervalo reduzido limita a reatividade dos corretivos, reduzindo a eficiência destes, resultando em uma possível perda de produtividade. Quando o tempo de reação é insuficiente, parte do investimento de correção, não se converte em melhoria do ambiente de cultivo, nem em ganho produtivo, afetando o estabelecimento da cultura.

Baseado no exposto, é preciso entender como a calagem, gessagem e/ou silicatagem podem influenciar o crescimento, desenvolvimento e produtividade do amendoim. Sendo, extremamente relevante para entender como melhorar/viabilizar o manejo de corretivos de solo na cultura do amendoim, em reforma de pastagem degradada.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma cultura de alta relevância para o setor agropecuário, devido ao expressivo potencial de produção de óleo e elevado teor proteico e energético. Além disso, destaca-se como alternativa na utilização para rotação de culturas e na recuperação de áreas de pastagens e canaviais (Grotta et al., 2008). Apesar do avanço consistente da produtividade do amendoim no Brasil nas últimas décadas, impulsionado principalmente pelo melhoramento genético e por práticas que favoreceram o crescimento e o desenvolvimento da cultura o potencial produtivo máximo ainda não foi alcançado (Barbosa et al., 2024). Diante da demanda crescente por alimentos, fibras e energia, impulsionada pelo rápido aumento populacional, escassez de novas áreas de cultivo e efeitos das mudanças climáticas, torna-se necessário ampliar a produtividade e a qualidade do amendoim em ritmo mais

acelerado. Nesse cenário, são desejadas tecnologias simples, de baixo custo e fácil adoção, capazes de reduzir a dependência de insumos externos sem comprometer, e preferencialmente, elevando a produtividade agrícola.

Os principais obstáculos relacionados à maximização dos sistemas de produção referem-se à degradação de solo. Os principais fatores da degradação do solo incluem processos de erosão, uso intensivo incorreto, contaminação por metais pesados e substâncias tóxicas e acidificação do solo (Galindo et al., 2022). A acidez é um dos fatores químicos mais limitantes a capacidade de produção de alimentos, sendo um processo natural, que diminui a saturação por bases e a disponibilidade de nutrientes e aumenta a solubilidade de metais, que podem ser tóxicos para as plantas (Holland et al., 2018). A acidificação do solo afeta tanto a superfície quanto subsuperfície dos solos, com influência negativa na produção de biomassa e produtividade das culturas (Galindo et al., 2022). A combinação de solos com textura arenosa, baixa fertilidade, matéria orgânica e desenvolvimento limitado das raízes associado à acidez e limitação hídrica auxilia na redução do crescimento e produtividade das culturas (Costa et al., 2018).

Apesar dos avanços tecnológicos que favoreceram o desenvolvimento de plantas mais tolerantes a estresses abióticos, práticas de manejo do solo que viabilizem o desempenho das culturas em condições edafoclimáticas adversas, típicas das condições tropicais, são cruciais para elevar a produção de forma integrada e sustentável (Holland et al., 2018). A calagem consolidou-se como prática central para elevar a fertilidade e restaurar a qualidade do solo (Holland et al., 2018; Bossolani et al., 2023). Seu objetivo é elevar o pH, o que aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva e a saturação por bases, além de reduzir as concentrações tóxicas de metais pesados. Embora o calcário dolomítico seja o corretivo mais utilizado, os silicatos de Ca e Mg apresentam solubilidade cerca de 6–7 vezes superior à dos carbonatos. Essa maior solubilidade acelera as reações de neutralização e, além do silicato atuar como corretivo de acidez do solo; aumentar o pH do solo, a disponibilidade de Si, Ca, Mg e P; e diminuir os efeitos tóxicos de metais pesados (Castro et al., 2016). Apesar dos benefícios da calagem e silicatagem, a aplicação de gesso agrícola pode ser uma estratégia complementar, principalmente no sistema de produção do amendoim, pensando em rápida neutralização do Al e disponibilidade de Ca, no entanto não corrige a acidez do solo (Zoca e Penn, 2017). Essas mudanças melhoram o desenvolvimento das raízes em camadas mais profundas do solo, aumentando a tolerância ao déficit hídrico, além de beneficiar a formação das vagens (Costa et al., 2018).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar, em condições de campo, parâmetros fotossintéticos, acúmulos de nutrientes e Si nos grãos e os componentes produtivos e produtividade da cultura do amendoim em função da calagem, gessagem e/ou silicatagem.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido à campo, no município de Dracena – SP, em um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (870 g kg⁻¹ de areia), na safra 2024/2025. A área experimental apresentava histórico de cultivo com *Urochloa decumbens* há cerca de 10 anos, em estágio de degradação médio, antes da implantação da pastagem era área de cultivo de cana-de-açúcar.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos, sendo: 1) controle – sem corretivos; 2) aplicação de calcário dolomítico (28% de CaO, 20% MgO e PRNT de 88%); 3) aplicação de gesso agrícola (17% de Ca e 14% de S – 22% de CaO e 35% de SO₃ equivalente); 4) aplicação de calcário + gesso; 5) aplicação de silicato de Ca e Mg (agrosilício Plus®) (10% de Si, 25% de CaO, 6% MgO e PRNT de 85%); 6) aplicação de silicato + gesso (siligesso®, mistura no mesmo produto, Siligesso 70) (7% de Si, 32% de CaO, 7% MgO, 12% de SO₃ equivalente e PRNT de 60%). Todos os tratamentos foram aplicados à lanço em área total, 14 dias antes da semeadura do amendoim, incorporados com grade leve em aproximadamente 25 cm de profundidade, em manejo convencional de preparo do solo (aração + grade). As doses de calcário, agrosilício plus® e siligesso® foram calculadas pelo método de saturação por bases (V%), buscando-se elevar a V% para 70, proposto por Cantarella et al., 2022, as doses aplicadas foram de: calcário dolomítico: 1,14 t ha⁻¹, agrosilício plus: 1,18 t ha⁻¹ e siligesso 70: 1,67 t ha⁻¹, respectivamente. A dose de gesso agrícola foi calculada pelo método proposto por Van Raij et al., 1996, sendo a dose de 534 kg ha⁻¹. A caracterização dos atributos químicos e granulometria do solo estão apresentados na Tabela 1.

A aplicação dos corretivos ocorreu no dia 03 de outubro de 2024. A semeadura do amendoim foi realizada no dia 17 de outubro, a cultivar utilizada foi a IAC OL3, grupo Virgínia (porte rasteiro) com espaçamento simples entrelinhas de 0,90 m e população final de plantas de 166.667 plantas ha⁻¹ (15 sementes viáveis m⁻¹). A adubação foi realizada em ocasião de semeadura, no sulco de semeadura por meio de semeadora-adubadora, distribuindo o fertilizante ao lado e abaixo das sementes, aplicando-se 350 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 + 0,5% de Zn. Todos os tratamentos culturais durante o ciclo, seguiram recomendação para a cultura do amendoim na região da Nova Alta Paulista, e foram iguais em todos os tratamentos. O cultivo do amendoim foi realizado em condição de sequeiro, houve apenas uma única irrigação pós semeadura (lâmina de 30 mm – CAD da área) a fim de propiciar homogeneidade na germinação e emergência das plântulas.

As avaliações realizadas no início do desenvolvimento do ginóforo (R2): fotossíntese líquida, e em ocasião de colheita (R8-R9): rendimento de grãos, massa de 100 grãos, produtividade de grãos em casca, bem como os acúmulos de nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e silício (Si) nos grãos de amendoim. As parcelas experimentais apresentaram 10 m de comprimento e 4,0 m de largura, considerando como área útil as 4 linhas centrais, havendo um espaço entre parcelas de 1,0 m. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, teste F), para avaliação dos efeitos dos fatores nas variáveis respostas estudadas. O efeito dos tratamentos, quando significativo ($p \leq 0,05$), foi analisado por teste de médias Scott-Knott utilizando o pacote ExpDes do software R (R Development Core Team, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em R2, a fotossíntese líquida (A) foi favorecida com a aplicação de silicato + gesso, sendo superior aos demais tratamentos (Tabela 2). Nas avaliações realizadas em ocasião de colheita, observa-se que para massa de 100 grãos (CEMGR), a aplicação de corretivos propiciou maiores resultados, notadamente com aplicação de silicato + gesso, calcário + gesso e silicato, com aumento em relação ao controle de 10,1; 9,7 e 8,9%,

respectivamente (Tabela 2). De modo similar, a produtividade de grãos de amendoim em casca foi beneficiada com a aplicação de silicato + gesso, obtendo maiores valores, quando comparado ao controle, onde houve um acréscimo de 28,5% (Tabela 2). O rendimento de grãos não foi influenciado pelos corretivos (Tabela 2). Em relação aos acúmulos de nutrientes nos grãos, nota-se que a aplicação de silicato + gesso proporcionou maiores acúmulos de N e Si (Tabela 2). De maneira similar, o acúmulo de S foi superior nos tratamentos com silicato + gesso e calcário + gesso (Tabela 2). O acúmulo de Ca foi favorecido com aplicação de silicato + gesso, silicato e calcário + gesso (Tabela 2). O acúmulo de Mg nos grãos demonstrou resultados significativos nos tratamentos que receberam corretivos, independentemente da combinação (Tabela 2).

Os resultados avaliados em R2 demonstram que, apesar do pouco tempo de reação dos corretivos, notadamente silicato + gesso, há uma tendência de benefício da taxa fotossintética (aumento de 50,2% em relação ao controle) e conseqüentemente crescimento e desenvolvimento vegetativo do amendoim (Tabela 2). De acordo com Patel et al. (2021) a silicatagem pode aumentar a concentração de pigmentos fotossintetizantes e reduzir o estresse hídrico em função da regulação nos parâmetros fotossintéticos relacionados à carboxilação e transpiração, favorecendo crescimento vegetativo, e conseqüentemente, beneficiando os principais componentes produtivos, como rendimento, massa de cem grãos, refletindo em maior produtividade de grãos.

O aumento percentual no acúmulo de nutrientes nos grãos do tratamento controle para o tratamento com aplicação de silicato + gesso foi de 30,4; 39,3; 36,0; 43,3 e 61,1% para N, Ca, Mg, S e Si, respectivamente. O resultado analisado indica que a aplicação de silicato + gesso, mesmo com o pouco tempo para reação, conseguiu propiciar melhor disponibilidade de nutrientes. Conforme Wang et al. (2023) o incremento no acúmulo de nutrientes nos grãos sob aplicação de silicato + gesso é compatível com evidências de que Ca (via gessagem/calagem) e Si aprimoram a nutrição e a eficiência fisiológica do amendoim, refletindo em crescimento e produtividade. Ainda de acordo com Wang et al. (2023), em solo ácido, a aplicação de cálcio elevou a atividade fotossintética, promoveu o acúmulo de nutrientes, inclusive nos grãos e aumentou a produtividade de vagens. Em diferentes cultivares, o fornecimento de gesso elevou rendimento e teor de cálcio na semente, reforçando o papel do Ca na zona de frutificação (Hamza et al., 2023).

APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação de corretivos de solo (calcário e silicato), de maneira isolada ou em conjunto com gesso, aplicados próximo à ocasião de semeadura do amendoim beneficia o crescimento da cultura do amendoim. No entanto, a aplicação de silicato + gesso propiciou melhores resultados em fotossíntese líquida, além dos parâmetros produtivos, associados a maiores acúmulos de N, Ca, Mg, S e Si nos grãos, demonstrando maior potencial de reação em função do tempo.

Baseado nisso, a aplicação de silicato + gesso próximo à semeadura pode ser uma ferramenta viável de manejo de solo, em função da maior solubilização do produto, levando em consideração, principalmente, que o sistema de produção do amendoim ocorre em áreas de reforma de canavial e pastagem, onde na maioria dos casos a área é arrendada ao produtor de amendoim, que não tem tempo de aplicar as fontes de corretivo de solo com a antecedência necessária para correção do solo. Novos estudos

relacionando o custo com os produtos, relacionados ao valor e frete devem ser levados e consideração para uma recomendação prática, a depender da localidade de aplicação.

AGRADECIMENTOS

Agronelli Agroindústria LTDA e ao Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Sistemas Agrícolas Sustentáveis (GEPESAS).

LITERATURA CITADA

BARBOSA, A. M.; CORDEIRO, C. F. S.; CATUCHI, T. A.; SANTOS, L. B. Produtividade potencial e atingível do amendoim em diferentes épocas de semeadura no Oeste Paulista. Boletim do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Unoeste, v.6, p.69–73, 2024.

BOSSOLANI, J. W.; CRUSCIOL, C. A. C.; MARIANO, E.; MORETTI, L. G.; PORTUGAL, J. R.; FONSECA, M.; MOMESSO, L.; CÔRT, A. S. D.; COSTA, V. E.; CANTARELLA, H. Higher Lime Rates for Greater Nitrogen Recovery: A Long-Term No-till Experiment Labeled with ¹⁵N. Field Crops Research, v. 299, p. 108971, 2023.

CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C.H.M.; FERRARI NETO, J.; MANCUSO, M.A.C. Surface application of limestone and calcium-magnesium silicate in a tropical no-tillage system. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, v.16, n.2, p.362-379, 2016.

COSTA, C.; CARMEIS FILHO, A. C.; CRUSCIOL, C.; SORATTO, R.; GUIMARÃES, T. Intensive annual crop production and root development in a tropical acid soil under long-term no-till and soil-amendment management. Crop and Pasture Science, v. 69, p. 488-505, 2018.

GALINDO, F. S.; PAGLIARI, P. H.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, W. L.; FERNANDES, G. C.; BIAGINI, A. L. C.; MAREGA, E. M. R.; TAVANTI, R. F. R.; JALAL, A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Corn shoot and grain nutrient uptake affected by silicon application combined with *Azospirillum brasilense* inoculation and nitrogen rates. Journal of Plant Nutrition, 45:168-184. 2022.

GROTTA, D. C. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; REIS, G. N.; CORTEZ, J. W.; ALVES, P. J. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. Ciência e Agrotecnologia, 32:547-552. 2008.

HAMZA, M.; ALI, S. S.; ABDEL-ATY, M. Response of diverse peanut cultivars to calcium fertilization under clay soil conditions. Agronomy, 13(10):2656, 2023. DOI: 10.3390/agronomy13102656.

HOLLAND, J. E.; BENNETT, A. E.; NEWTON, A. C.; WHITE, P. J.; MCKENZIE, B. M.; GEORGE, T. S.; PAKEMAN, R. J.; BAILEY, J. S.; FORNARA, D. A.; HAYES, R. C. Liming Impacts on Soils, Crops and Biodiversity in the UK: A Review. The Science of the Total Environment, v. 610–611, p. 316–332, 2018.

PATEL, M.; FATNANI, D.; PARIDA, A. K. Silicon-induced mitigation of drought stress in peanut genotypes (*Arachis hypogaea* L.) through ion homeostasis, antioxidative defense and metabolic regulations. Plant Physiology and Biochemistry, v. 166, p. 290-313, 2021. DOI: 10.1016/j.plaphy.2021.06.003.

WANG, J.; GENG, Y.; ZHANG, J.; LI, L.; GUO, F.; YANG, S.; ZOU, J.; WAN, S. Increasing calcium and decreasing nitrogen fertilizers improves peanut growth and

productivity by enhancing photosynthetic efficiency and nutrient accumulation in acidic red soil. *Agronomy*, 13(7):1924, 2023. DOI: 10.3390/agronomy13071924.

ZOCA, S.; PENN, C. Chapter One - An Important Tool With No Instruction Manual: A Review of Gypsum Use in Agriculture. *Advances in Agronomy*, v.144, p.1-44, 2017.

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos do solo nas camadas 0-0,20m e 0,20-0,40m antes do início do experimento. Dracena, SP.

Atributos químicos do solo	Unidade	0-0,20m	0-0,40m
N total	g kg ⁻¹	0,52	0,39
Si	mg dm ⁻³	5	4
P (resina)	mg dm ⁻³	4	3
S (SO ₄)	mg dm ⁻³	3	4
Matéria orgânica	g dm ⁻³	12	10
pH (CaCl ₂)		4,7	4,3
K (resina)	mmol _c dm ⁻³	2,4	1,2
Ca (resina)	mmol _c dm ⁻³	7	5
Mg (resina)	mmol _c dm ⁻³	4	2
H+Al	mmol _c dm ⁻³	20	22
Al	mmol _c dm ⁻³	2	5
B (água quente)	mg dm ⁻³	0,11	0,11
Cu (DTPA)	mg dm ⁻³	1,6	1,2
Fe (DTPA)	mg dm ⁻³	23	15
Mn (DTPA)	mg dm ⁻³	23,1	22,5
Zn (DTPA)	mg dm ⁻³	0,8	0,5
Capacidade de troca catiônica (pH 7.0)	mmol _c dm ⁻³	33,4	30,0
Saturação por bases	%	40	27
Granulometria			
Argila	g kg ⁻¹	84	89
Areia	g kg ⁻¹	888	886
Silte	g kg ⁻¹	28	25

n = 20.

Tabela 2. Taxa de fotossíntese líquida (A) em R2. Rendimento de grãos (REND), massa de 100 grãos (CEMGR) e produtividade de grãos em casca (PROD) em ocasião de colheita (R8/R9). Acúmulos de N, Ca, Mg, S e Si nos grãos de amendoim em função do corretivo de solo aplicado. Dracena – SP.

Tratamento	A ($\mu\text{mol CO}_2$ $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	REND (%)	CEMGR (g)	PROD (kg ha ⁻¹)	
Controle	21.5 c ± 1.41	74.3 a ± 2.85	71.0 c ± 0.64	4334 d ± 161	
Calcário	29.3 b ± 1.47	76.1 a ± 1.81	75.2 b ± 2.24	5150 b ± 236	
Gesso	28.6 b ± 0.36	75.7 a ± 1.44	74.4 b ± 1.82	4677 c ± 213	
Calcário + Gesso	30.4 b ± 0.53	78.2 a ± 3.51	77.9 a ± 1.99	5288 b ± 177	
Silicato (agrosilício Plus)	29.4 b ± 1.01	78.2 a ± 2.41	77.3 a ± 1.50	5093 b ± 256	
Silicato + Gesso (siligesso)	32.3 a ± 0.40	79.9 a ± 3.56	78.2 a ± 2.13	5567 a ± 317	
Erro Padrão (5%)	0.49	1.38	0.84	99.4	
C.V. (%)	3.48	3.59	2.22	8.9	
Média Geral	28.6	77.1	75.7	5018	
Valor P (ANOVA)	0.001**	0.114 ^{ns}	0.002**	0.001**	
Tratamento	N	Ca	Mg	S	Si
Controle	168 d ± 2.86	10.7 c ± 0.43	8.9 b ± 1.06	6.7 c ± 0.45	1.31 c ± 0.10
Calcário	205 b ± 7.2	12.4 b ± 0.24	10.9 a ± 0.73	7.6 b ± 0.51	1.66 b ± 0.08
Gesso	187 c ± 5.5	12.3 b ± 0.51	10.7 a ± 0.75	8.0 b ± 0.30	1.48 c ± 0.15
Calcário + Gesso	208 b ± 4.47	13.5 a ± 0.38	11.1 a ± 1.06	9.2 a ± 0.85	1.69 b ± 0.12
Silicato (agrosilício Plus)	201 b ± 8.1	14.5 a ± 1.51	10.7 a ± 0.91	8.2 b ± 0.51	1.79 b ± 0.17
Silicato + Gesso (siligesso)	219 a ± 9.0	14.9 a ± 1.11	12.1 a ± 0.94	9.6 a ± 0.82	2.11 a ± 0.22
Erro Padrão (5%)	4.36	0.42	0.40	0.31	0.06
C.V. (%)	4.40	6.5	7.5	7.5	7.2
Média Geral	198	13.0	10.7	8.2	1.67
Valor P (ANOVA)	0.001**	0.001**	0.002**	0.001**	0.001**

Letras diferentes nas colunas diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade; ± refere-se ao desvio padrão da média ($n = 4$); **, * e ^{ns} referem-se à significativo à 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

C.V. = Coeficiente de variação; ANOVA = Análise de variância.

Crítérios para casa da vírgula: Valores até 5: duas casas depois da vírgula; Valores >5 até 100: uma casa depois da vírgula; Valores >100: sem casa depois da vírgula.

COINOCULAÇÃO COM MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE FORMA SUPERFICIAL PODE BENEFICIAR O CULTIVO DO AMENDOIM?

Eduardo Hernandez Ferrari¹, Henrique Vecchiati Cenerine², José Vitor Chimirri Biasotto³, Hugo Rocha Silva⁴, Angelo Geraldo Codonho Júnior⁵, Gabriel Gomes Mozzini⁶ e Fernando Shintate Galindo⁷

*Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAT/UNESP) – *E-mail: eduardo.ferrari@unesp.br*

PROBLEMÁTICA

A demanda crescente por alimentos, fibras e energia ocorre ao mesmo tempo em que há pouco espaço para expandir a área agrícola e o clima se mostra cada vez mais irregular. Nesse contexto, buscam-se alternativas sustentáveis e de baixo custo, evitando o uso excessivo de insumos, e que minimizem impactos ambientais, favorecendo práticas mais sustentáveis. Entre essas alternativas, vem mostrando-se promissor o uso de microrganismos promotores de crescimento de plantas, justamente por influenciarem processos do crescimento vegetal sem exigir mudanças drásticas no manejo.

Por ser nativo da América do Sul, o amendoim tem facilidade para formar nódulos com uma grande variedade de rizóbios presentes no solo. Por isso, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) nem sempre é maximizada na cultura. No entanto, a inoculação ou coinoculação com microrganismos e estirpes selecionadas pode melhorar a eficiência da simbiose e aumentar a produtividade do amendoim.

Baseado no exposto, e considerando as possíveis contribuições de fungos e microrganismos promotores de crescimento vegetal, é necessário avaliar em que medida esses ganhos se refletem em processos fisiológicos das plantas, como trocas gasosas e acúmulo de nitrogênio nos tecidos. Estudos desse tipo são fundamentais para demonstrar o efeito positivo decorrente da interação sinérgica entre os microrganismos aplicados.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.), da família Fabaceae, apresenta grãos com elevado teor de nutrientes, aproximadamente 25% de proteínas e 50% de lipídios, além de aminoácidos essenciais e diversas vitaminas (Gericó et al., 2020). A produção e o consumo mundiais de amendoim situam-se em torno de 45 e 44 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2023). Além do consumo in-natura, a cultura é amplamente empregada como matéria-prima na indústria alimentícia, tanto na fabricação de doces quanto na extração de óleo vegetal (Faye et al., 2018).

Nos últimos anos, o cultivo do amendoim tem se tornado mais intensivo e tecnificado, consolidando-se como alternativa econômica em várias regiões do Brasil, especialmente por sua boa adaptação a solos arenosos e a condições de déficit hídrico. A produção brasileira passou de 346,8 mil toneladas na safra 2014/15 para uma estimativa de 892,8 mil toneladas no ciclo 2022/23, incremento superior a 157% (CONAB, 2023).

Em escala global, a produtividade da cultura aumentou nas últimas décadas, em grande parte devido ao melhoramento genético e à adoção de práticas agronômicas aprimoradas; contudo, estudos indicam que o potencial produtivo ainda não atingiu um platô, sendo estimado por diversas pesquisas em valores acima de 6.000 kg ha⁻¹ (Godoy et al., 2022). Apesar de, na década de 1970, o Brasil ter figurado entre os maiores produtores mundiais, atualmente ocupa a 17^a posição, com produtividade média de 3.579 kg ha⁻¹, cerca de 59% do potencial estimado para a espécie (CONAB, 2023).

Quanto à nutrição vegetal e à qualidade agrícola, destacam-se atualmente as bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs), em especial os gêneros *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Herbaspirillum* e *Burkholderia*. No contexto brasileiro, pesquisas com fungos do gênero *Trichoderma*, sobretudo *Trichoderma harzianum*, têm se destacado, especialmente em controle biológico, em razão de mecanismos como antagonismo, micoparasitismo e antibiose (Almeida et al., 2022). Além disso, diversos estudos investigam fungos solubilizadores de fosfato (FSP) e fungos micorrízicos arbusculares (FMA) com o objetivo de solubilizar fosfatos presentes ou adicionados ao solo e/ou ampliar a absorção de nutrientes por meio da expansão da zona de exploração radicular, promovendo, assim, o incremento do crescimento vegetal (Coutinho et al., 2017).

Dessa forma, objetivou-se avaliar, em condições de campo, o efeito da inoculação (*Bradyrhizobium* sp.) e coinoculações com BPCPs (*Azospirillum brasilense*, *Bacillus aryabhattai*) e do fungo *Trichoderma harzianum* no crescimento, desenvolvimento, índice de clorofila foliar, taxa de fotossíntese líquida e acúmulo de nitrogênio do amendoim, visando otimizar o manejo sustentável da cultura por meio de insumos biológicos.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em condições de campo, no município de Dracena - SP, em um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, dispostos em esquema fatorial 9 × 2, contendo 9 tratamentos: 1) controle – sem inoculação; 2) co-controle: inoculação apenas com *Bradyrhizobium* sp. (500 mL ha⁻¹ do inoculante líquido contendo as estirpes SEMIA 6144, garantia de 2 × 10⁸ unidades formadoras de colônia [UFC]/mL); 3) 500 mL ha⁻¹ do inoculante líquido (produto comercial) contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* (garantia de 2 × 10⁸ UFC/mL); 4) 500 mL ha⁻¹ do inoculante líquido (produto comercial) contendo a cepa CMAA 1363 de *Bacillus aryabhattai* (garantia de 1 × 10⁸ UFC/mL); 5) 500 mL ha⁻¹ do inoculante em pó solúvel (produto comercial) contendo o isolado IBLF006 de *Trichoderma harzianum* (garantia de 1 × 10¹⁰ UFC/g); 6) 500 mL ha⁻¹ de *A. brasilense* + 500 mL ha⁻¹ de *B. aryabhattai*; 7) 500 mL ha⁻¹ de *A. brasilense* + 500 mL ha⁻¹ de *T. harzianum*; 8) 500 mL ha⁻¹ de *B. aryabhattai* + 500 mL ha⁻¹ de *T. harzianum*; 9) 500 mL ha⁻¹ de *A. brasilense* + 500 mL ha⁻¹ de *B. aryabhattai* + 500 mL ha⁻¹ de *T. harzianum*.

Os tratamentos de 3 a 9 receberam a coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. A aplicação dos tratamentos foi realizada via pulverização em área total 10 dias após emergência, no dia 04 de novembro, no estágio fenológico V1/V2 (1 a 2 folhas

tetrafoliadas completamente desenvolvidas). A escolha da aplicação em área total se deu em função da melhor operacionalização das atividades de semeadura, visando evitar o contato com o tratamento químico das sementes, que será devidamente identificado nos relatórios, além de evitar a embebição e inchaço das sementes com as inoculações líquidas, o que poderia afetar a distribuição horizontal e vertical das sementes, que já é um problema recorrente da cultura.

A semeadura do amendoim foi realizada no dia 20 de outubro, a cultivar utilizada foi do grupo Virgínia (porte rasteiro), IAC OL 3, com espaçamento simples entrelinhas de 0,90 m e população final de 220.000 plantas m^{-1} (20 sementes m^{-1}). A população de plantas, bem como todos os tratos culturais seguiram recomendação de produção da cultura do amendoim para a região da Nova Alta Paulista.

As avaliações realizadas ocorreram no início do desenvolvimento do ginóforo (R2), sendo realizadas para os seguintes parâmetros: índice de clorofila foliar, taxa de fotossíntese líquida, acúmulo de nitrogênio na parte aérea e na raiz, e massa seca de parte aérea e raiz. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, teste F), para avaliação dos efeitos dos fatores nas variáveis respostas estudadas. O efeito dos tratamentos, quando significativo ($p \leq 0,05$), foi analisado por teste de médias (teste de Scott-Knott) utilizando o pacote ExpDes do software R (R Development Core Team, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de clorofila foliar (ICF) foi inferior no tratamento controle comparativamente as combinações de inoculação (Tabela 1). Na fotossíntese líquida (A), as inoculações isoladas com *Bradyrhizobium* sp., coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. + *A. brasilense*, e a coinoculação com *Bradyrhizobium* + *B. aryabhattai* apresentaram o melhor desempenho em comparação aos demais tratamentos (Tabela 1). De maneira semelhante ao comportamento verificado na fotossíntese líquida, as inoculações isoladas com *Bradyrhizobium* sp. e a coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. + *A. brasilense* propiciaram maiores acúmulos de N e massa seca em parte aérea e raiz comparativamente aos demais tratamentos (Tabela 1).

Analisando os resultados de maneira conjunta, nas avaliações realizadas em florescimento pleno (R2), a inoculação isolada de *Bradyrhizobium* sp., bem como a coinoculação de *Bradyrhizobium* sp. + *A. brasilense* apresentaram-se como promissoras, pelo maior acúmulo de N em parte aérea e raiz, bem como produção de massa seca de parte aérea. No entanto, a coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. + *B. aryabhattai* apresentou-se interessante, em função do maior crescimento radicular e taxa de fotossíntese líquida, sendo igual as inoculações supramencionadas. Silva (2017) relata que o incremento no crescimento do amendoim e na produtividade pode estar associado aos efeitos das inoculações, que combina a capacidade de FBN das bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp. com a produção de hormônios vegetais por *A. brasilense*. De modo semelhante, Bashan e Bashan (2010) indicam que o avanço no crescimento e no desenvolvimento de leguminosas mediante coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* decorre da ação integrada de múltiplos mecanismos, tais como a síntese de fitohormônios (auxina, citocinina e giberelina), melhoria na nutrição nitrogenada, aumento de parâmetros fotossintéticos foliares, atenuação de estresses e controle biológico de determinados patógenos.

O N é um nutriente-chave para o desenvolvimento vegetal, influenciando diretamente processos como a fotossíntese, a síntese de aminoácidos e a formação de compostos essenciais como ATP, NADH, proteínas e diversas enzimas (Harper, 1994). O maior acúmulo de N na palhada observado com a coinoculação de *Bradyrhizobium* sp. + *A. brasilense* pode estar relacionado ao estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular promovido por *A. brasilense*, ampliando a zona de exploração das raízes e, consequentemente, a absorção do nutriente.

Resultados semelhantes aos verificados na presente pesquisa foram observados por Gericó et al. (2020) ao avaliar inoculações em amendoim, verificaram que a inoculação e a coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. e *A. brasilense* aumentaram os pigmentos fotossintéticos foliares (clorofilas, carotenoides e feofitinas), favorecendo maior concentração de sacarose e de açúcares totais nas folhas.

Tabela 1. Índice de clorofila foliar (ICF), fotossíntese líquida (*A*), acúmulo de N em parte aérea e raízes e massa seca de parte aérea e raízes em função das coinoculações com microrganismos promotores de crescimento de plantas e preparo de solo na cultura

Inoculações	ICF	<i>A</i> ($\mu\text{mol CO}_2$ $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Acúmulo de N em parte aérea (kg ha^{-1})	Acúmulo de N na raiz (kg ha^{-1})	Massa seca de parte aérea (kg ha^{-1})	Massa seca de raiz (kg ha^{-1})
CTL	36.36 b	24.20 b	81.82 c	1.72 d	2599 c	79.24 b
BR	37.95 a	28.82 a	118.5 a	2.55 a	3546 a	103.5 a
BR + AZ	39.68 a	30.01 a	117.5 a	2.54 a	3504 a	101.5 a

do amendoim. Dracena-SP, 2023/2024.

BR + BA	39.36 a	27.69 a	107.3 b	31 b	3271 b	99.27 a
BR + TR	38.71 a	25.94 b	104.2 b	1.97 c	3242 b	85.94 b
BR + AZ + TR	39.16 a	25.46 b	100.3 b	1.95 c	3068 b	83.25 b
BR + BA + TR	38.51 a	26.25 b	105.2 b	2.11 c	3068 b	91.81 b
BR + AZ + BA	38.68 a	25.62 b	104.5 b	2.04 c	3186 b	86.74 b
BR + AZ + BA + TR	38.57 a	24.32 b	100.9 b	2.04 c	3112 b	89.63 b
Erro padrão	0.47	0.64	3.00	0.07	92.28	3.19
Média Geral	38.55	26.48	104.2	2.14	3191	91.22
C.V. (5%)	3.50	6.91	8.14	9.82	8.18	9.91
ANOVA						
Inoculações (I)	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Ctl = controle (sem inoculação), Br = *Bradyrhizobium* sp., Az = *Azospirillum brasilense*, Ba = *Bacillus aryabhattai*, Tr = *Trichoderma harzianum*; C.V. = Coeficiente de variação (%). Médias seguidas de letra diferente, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

APLICAÇÃO PRÁTICA

A inoculação isolada de *Bradyrhizobium* sp. e a coinoculação entre *Azospirillum brasilense* + *Bradyrhizobium* sp. foram capazes de propiciar maiores acúmulos de N em parte aérea e raiz durante o crescimento vegetativo do amendoim, refletindo em maior produção de massa seca de parte aérea. Assim como essas inoculações, a coinoculação entre *Bradyrhizobium* sp. e *B. aryabhattai* mostrou potencial, com aumentos na fotossíntese e produção de massa seca de raiz. Entretanto, as coinoculações não promoveram ganhos adicionais em relação à inoculação isolada. Dessa forma utilização exclusiva de *Bradyrhizobium* sp. mostra-se a estratégia mais promissora, por conciliar bom desempenho e maior viabilidade econômica de aplicação, mesmo com o custo relativamente barato do *Azospirillum brasilense* (cerca de R\$ 10,00 a dose).

A coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. + *Azospirillum brasilense* + *Bacillus aryabhattai* + *Trichoderma harzianum* não beneficiou o crescimento da cultura do amendoim, com a maioria das variáveis analisadas não diferindo do tratamento controle, elucidando a questão de eventual competição entre os microrganismos no amendoim, quando todos inoculados em conjunto.

Novos estudos relacionando a forma de aplicação (semente, sulco e área total) e doses de inoculantes são fundamentais para uma melhor recomendação quanto ao posicionamento de coinoculações na cultura do amendoim.

AGRADECIMENTOS

Grupo de ensino, Pesquisa e Extensão em Sistemas Agrícolas Sustentáveis (GEPESAS).

LITERATURA CITADA

Almeida NO, Oliveira CM, Ulhoa CJ, Côrtes MVCB, Lobo Junior M, Rocha MR. 2022. *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma asperellum* are potential biocontrol agents of *Meloidogyne javanica* in banana cv. Grande Naine. *Biological Control*. 175:105054.

Bashan Y, De-Bashan LE. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. *Adv Agron.* 2010;108:77-136. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)08002-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)08002-8)

Conab. Companhia Nacional de Abastecimento. 2023. Boletim de grãos - novembro 2023. Brasília: Conab. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso: 29 outubro 2025.

Coutinho FP, Matos e Silva E, Yano-Melo AM. 2017. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e solubilizadores de fósforo na rizosfera de videira (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon). *Revista Biociências.* 23:46-53.

Faye B, Webber H, Diop M, Mbaye M, Owusu-Sekyere J, Naab JB, Gaiser T (2018) Potential impact of climate change on peanut yield in Senegal, West Africa. *Field Crops Res.* 219:148-159.

Gericó TG, Tavanti RFR, de Oliveira SC, Lourenzani AEBS, Lima JP, Ribeiro RP, Santos LCC, Reis AR. 2020. *Bradyrhizobium* sp. enhance ureide metabolism increasing peanuts yield. *Arch. Microbiol.* 202:645-656.

Godoy IJ, Santos JF, De Carvalho Moretzsohn M, Rocha A, Moraes A, Michelotto MD, Bolonhezi D, Nakayama F, Soares De Freitas R, Bertioli DJ. et al. 2022. 'IAC SEMPRE VERDE': A wild-derived peanut cultivar highly resistant to foliar diseases. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 22:e41252232.

Harper, J. E. Nitrogen metabolism. *Physiology and determination of crop yield*, p.285-302,1994

Silva, E. R. S., Salles, J. S., Zuffo A. M., Steiner, F. 2017. Coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* em sementes de amendoim de diferentes tamanhos. *Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia – MS*, v. 4, Suplemento 1, p. 93-102.

EFEITOS DA PRESSÃO DE MOLA E DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOB DIFERENTES MANEJOS DE SOLO NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E CRESCIMENTO DO AMENDOIM

Henrique Vecchiati Cenerine¹, Gustavo Chiari da Silva², Thiago de Lima Martins³, Eduardo Hernandez Ferrari⁴, Angelo Geraldo Codonho Junior⁵, Gabriel Gomes Mozzini⁶ e Fernando Shintate Galindo⁷

*Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAT/UNESP) –*E-mail: henrique.cenerni@unesp.br*

PROBLEMÁTICA

Embora o Brasil seja referência em manejo conservacionista do solo, especialmente pelo uso do plantio direto em grandes culturas, o amendoim ainda é majoritariamente cultivado em sistema convencional. Isso se deve à dificuldade de garantir boa distribuição e cobertura das sementes diante do alto volume de resíduos deixados por culturas antecessoras, como cana-de-açúcar e pastagens. As características morfológicas do amendoim, que desenvolve vagens abaixo da superfície do solo, exigem operações de arranquio e inversão para a colheita, reforçando a preferência pelo manejo convencional. Soma-se a isso a elevada compactação causada pelo tráfego intenso de máquinas em áreas de cana e o pisoteio em pastagens, que aumentam o risco de perdas de vagens aderidas ao solo.

Quanto à plantabilidade, a cultura apresenta baixa germinação (60–80%) e sementes grandes, elípticas e frequentemente com impurezas, o que dificulta a distribuição horizontal e vertical, além do recobrimento do sulco. Por isso, produtores utilizam densidades elevadas, frequentemente acima de 25–30 sementes por m², aumentando custos de produção e podendo reduzir a produtividade pela maior demanda hídrica e pelo sombreamento entre plantas. Ajustes na semeadora-adubadora, como a pressão das molas sobre os discos duplos desencontrados, podem melhorar a distribuição e o cobrimento das sementes, reduzindo a necessidade de populações excessivas para garantir o estande inicial.

Diante desse contexto, torna-se necessário investigar os efeitos da população de plantas e da pressão da mola na linha de semeadura sobre o estabelecimento inicial e o desenvolvimento do amendoim, bem como avaliar esses fatores em dois sistemas de manejo (convencional e plantio direto). Esse conhecimento é fundamental para viabilizar o plantio direto na cultura do amendoim, especialmente quando utilizado na recuperação de pastagens degradadas.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa muito importante para o setor agropecuário, por ter alto potencial de produção de óleo, grande valor proteico e energético, e por ser usado em sistemas de rotação de culturas e na recuperação de

pastagens e canaviais (Grotta et al., 2008). Comumente, o cultivo do amendoim é feito pelo plantio convencional, que consiste no revolvimento do solo ajudando a incorporar matéria orgânica, corretivos e fertilizante esse método também facilita a colheita e o crescimento das raízes, porque o solo está menos compactado durante o ciclo da cultura. Porém, com o tempo, o preparo convencional pode alterar a estrutura física do solo, afetando a infiltração de água e aumentando o risco de erosão e perda da camada cultivável (Panachuki et al., 2006). Por isso, a semeadura direta aparece como uma alternativa mais sustentável, já que não mexe no solo. Essa técnica pode melhorar as propriedades físicas e químicas do solo a longo prazo (Salomão et al., 2020), reduzir os custos com maquinário, aumentar a quantidade de palhada na área e beneficiar os microrganismos do solo.

Outro ponto importante para o bom crescimento da cultura é a densidade de plantas, que influencia o uso da água, da luz e a produtividade do amendoim. Quando a densidade de plantas da lavoura é baixa, o fechamento do dossel demora mais, especialmente em solos menos férteis, aumentando a competição com plantas daninhas e reduzindo a captação de luz (Cordeiro et al., 2023). Já em lavouras com muitas plantas, o dossel se fecha rápido, principalmente em solos mais férteis, mas isso pode gerar sombra nas folhas inferiores, diminuindo a fotossíntese e a produtividade (Cordeiro et al., 2023; Haro et al., 2022). No Brasil, os produtores costumam usar densidade entre 10 e 25 plantas por metro, e como as sementes podem representar até 20% do custo total, é importante estudar como a densidade influencia a produtividade. Um estudo recente com a cultivar “Granoleico” na região Oeste Paulista mostrou que a produtividade máxima ocorreu com 10 plantas por metro em solos mais férteis e 18 plantas por metro em solos menos férteis (Cordeiro et al., 2023).

A qualidade da distribuição horizontal e vertical das sementes no sulco pode ser aprimorada ajustando-se a pressão de trabalho das molas sobre os discos duplos desencontrados. Esses discos abrem o sulco e, juntamente com duas rodas paralelas, controlam a profundidade e o recobrimento das sementes. A pressão exercida é gerada por molas em espiral, reguladas fileira por fileira. Como operam por compressão e extensão, seu comprimento e número de espiras causam variações frequentes na pressão, especialmente em ajustes de baixa intensidade, o que aumenta oscilações na profundidade de deposição das sementes e pode afetar o desenvolvimento inicial da cultura e a produtividade de grãos.

Dessa maneira, objetivou-se avaliar a influência da população de plantas e da pressão de trabalho da mola na linha de semeadura, bem como de diferentes manejos de solo (preparo convencional e semeadura direta) visando compreender como estes manejos influenciam na resposta fisiológica da cultura do amendoim.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em condições de campo, no município de Dracena – SP (21° 29' S e 51° 52' O, 420 m de altitude), em um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (870 g kg⁻¹ de areia), na safra 2023/2024. A área experimental apresentava histórico de cultivo com *Urochloa decumbens* há mais de 12 anos em estágio de degradação, sendo uma área de cultivo de cana-de-açúcar antes da implantação da área de pastagem.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, contendo 12 tratamentos, dispostos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 3$: O primeiro fator foi constituído de manejo de solo em 1) preparo convencional ou 2) semeadura direta; o segundo fator foi população de plantas com 1) 170.000 estabelecidas (15 plantas por metro linear) e 2) 220.000 estabelecidas (20 plantas por metro linear); o terceiro fator foi pressão de trabalho da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha de semeadura, baseado nos ajustes pré-existentes da semeadura 1) pressão leve, 2) pressão média e 3) pressão pesada.

A semeadora-adubadora utilizada foi a Tatu Marchesan PST 4 Plus Suprema, máquina pneumática de 7 linhas, que apresenta espaçamento entrelinhas de 0,45 m. Para atender o espaçamento de 0,90 m utilizado no presente experimento, as linhas de vácuo dos carrinhos centrais foram fechadas, A pressão de trabalho da turbina foi de 70-75 mbar e os kits de discos de distribuição de sementes utilizados foram os de 29 furos com roseta e escova adaptada para sementes de amendoim peneira 23 e 25, e singular “soja” da Precision Planting® recomendada para distribuição de ao menos 15 sementes/m de linha. Para o cultivo do amendoim, se faz necessário inverter as coroas dentadas da engrenagem motora 20/28 para 28/20 (28 por 20 dentes com rolamento, que são fixadas na lateral do giro da semente) visando distribuir o grande volume de sementes demandado pela cultura em função principalmente da baixa germinação das sementes (no presente estudo, 85% determinado em canteiro de germinação). Regulou-se a distribuição da semeadora PST 4 Plus Suprema com o disco de 29 furos para amendoim visando garantir a população final de 15 e 20 sementes m^{-1} . Para tanto, foi distribuído 18 e 23 sementes m^{-1} , sendo realizado o desbaste quando necessário. O valor cultural das sementes, analisado antes da implantação foi de 87%. Dessa forma conforme mencionado anteriormente população final de 170.000 e 220.000 plantas ha^{-1} é referente a distribuição de 15 e 20 sementes m^{-1} considerando a população de fato estabelecida.

A semeadora-adubadora foi tracionada por um trator, modelo Valtra BM 110 4x2, tração dianteira auxiliar, com potência nominal de 110 cv no motor à 2.000 rpm. A semeadura foi realizada dia 20 de outubro de 2023, utilizando-se a cultivar IAC OL 3. A velocidade de semeadura foi de aproximadamente 5 $km\ h^{-1}$. As parcelas experimentais foram constituídas de 4 linhas espaçadas em 0,90 m com 5 m de comprimento e 1 m entre parcelas. Considerou-se como área útil, as 2 linhas centrais de cada parcela.

As avaliações realizadas ocorreram no início do desenvolvimento do ginóforo (R2), sendo realizadas para os seguintes parâmetros: índice de clorofila foliar, assimilação líquida de $CO_2(A)$; a transpiração (E); a concentração interna de CO_2 na câmara subestomática (C_i) e a condutância estomática (Gs). A análise estatística constou de análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos, bem como interações foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico R®.

Massa seca de parte aérea e raiz + nódulos (R2): Para avaliação de massa seca de parte aérea e raiz + nódulos, cinco plantas por parcela foram coletadas, as raízes e nódulos foram lavados em água corrente, e adicionou-se os materiais vegetais em estufa (65°C) com circulação de ar por 72 horas. Após esse período, o material vegetal foi pesado em balança de precisão e os dados extrapolados para $kg\ ha^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou efeito significativo da interação pressão de mola x população de plantas x preparo do solo para nenhuma variável resposta (Tabela 1). A pressão de mola pesada aplicada ao disco duplo desencontrado elevou o índice de clorofila foliar (ICF), massa seca de parte aérea (MSPA) e a transpiração das folhas (E) do amendoim em comparação à pressão leve, sem diferir estatisticamente da pressão média (Tabela 1). A maior pressão no disco duplo desencontrado na linha de semeadura aumentou a massa seca de raiz (MSRAIZ), fotossíntese líquida (A) e condutância estomática (Gs) e a concentração interna reduzida de CO₂ (Ci) em relação aos demais tratamentos (Tabela 1). A população de plantas não alterou nenhum parâmetro avaliado. (Tabela 1). De forma semelhante, o preparo do solo não afetou de maneira expressiva as variáveis avaliadas em R², exceto para Gs, para a qual a Gs foi maior na semeadura direta (Tabela 1).

Tabela 1. Índice de clorofila foliar (ICF), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSRAIZ), taxa fotossintética líquida (A), transpiração (E), concentração interna de CO₂ na câmara subestomática (Ci) e a condutância estomática (Gs) em função de avaliar a influência da população de plantas aliado à pressão de trabalho da mola na linha de semeadura no estabelecimento inicial e desenvolvimento do amendoim em dois tipos de manejo de solo (preparo convencional e semeadura direta). Dracena – SP.

Mola	ICF	MSPA	MSRAIZ	A (µmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	E (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	Ci (µmol CO ₂ mol air ⁻¹)	Gs (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)
		-(kg ha ⁻¹) -					
Leve	46,14 b	2683 b	99,46 b	21,77 c	0,67 b	149,67 a	2,17 c
Média	50,79 a	2908 a	100,79 b	22,68 b	0,79 a	148,28 a	2,24 b
Pesada	51,45 a	2999 a	107,75 a	24,43 a	0,80 a	142,46 b	2,97 a
D.M.S. (5%)	1,93	96,58	4,61	0,53	0,026	2,20	0,049
População							
170,000	49,25 a	2836 a	102,75 a	22,79 a	0,74 a	147,18 a	2,45 a
220,000	49,68 a	2891 a	102,59 a	23,13 a	0,76 a	146,42 a	2,46 a
D.M.S. (5%)	1,30	65,35	3,12	0,36	0,018	1,49	0,03
Manejo							
Convencional	49,45 a	2852 a	103,34 a	23,08 a	0,76 a	146 a	2,44 b
Semeadura Direta	49,48 a	2875 a	101,99 a	22,83 a	0,74 a	146 a	2,48 a
D.M.S. (5%)	1,30	65,35	3,12	0,36	0,018	1,49	0,03
C.V. (%)	4,51	3,89	5,18	2,67	4,12	1,73	2,33
Média Geral	49,46	2864	102,66	22,96	0,749	146,80	2,46

*Letras diferentes nas colunas indicam diferenças entre os tratamentos pelo Teste de Tukey p<0,05
D.M.S (5%): diferença mínima significativa C.V (%): coeficiente de variação

APLICAÇÃO PRÁTICA

O aumento da pressão de mola favoreceu a atividade fotossintética do amendoim (maiores valores de A , G_s e E , com redução de C_i), refletindo em maior acúmulo de biomassa (MSPA e MSRAIZ). Esses achados indicam que a pressão de mola é fator determinante no ajuste da semeadura para aprimorar a palatabilidade (distribuição, profundidade e recobrimento de sementes), resultando em melhor crescimento e desenvolvimento da cultura do amendoim.

Além disso, a população de plantas não alterou os parâmetros fisiológicos nas faixas testadas, sustentando a viabilidade de reduzir a densidade inicial de 220.000 para 170.000 plantas ha^{-1} sem comprometer o desempenho fisiológico. Por fim, confirma-se a viabilidade da semeadura direta em áreas de reforma de capim-braquiária, sobre solo de textura leve (9% de argila), sem prejuízos ao crescimento do amendoim, com a ressalva de que a maior pressão de mola deve ser priorizada no conjunto de regulagens da semeadora.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Precision Planting pela doação dos discos, escovas, singuladores e rosetas utilizados na semeadura do amendoim.

LITERATURA CITADA

GROTTA, D. C. C. et al. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 547-552, 2008.

PANACHUKI, E. et al. Avaliação da infiltração de água no solo, em sistema de integração agricultura-pecuária, com uso de infiltrômetro de aspersão portátil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 1, p. 129-138, 2006.

CORDEIRO, C. F. S. et al. Adjusting peanut plant density and potassium fertilization for different production environments. **Agronomy Journal**, v. 115, n. 2, p. 817-832, 2023.

HARO, R. J. et al. Row spacing and growth habit in peanut crops: Effects on seed yield determination across environments. **Field Crops Research**, v. 275, p. 108363, 2022.

SALOMÃO, P. E. A. et al. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e154911870. 2020.

INFLUÊNCIA DA COINOCULAÇÃO COM MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS SOBRE OS COMPONENTES PRODUTIVOS E ACÚMULO DE NITROGÊNIO EM GRÃOS DE AMENDOIM

Thiago de Lima Martins^{1*}, Eduardo Hernandes Ferrari¹, Gustavo Chiari da Silva¹,
Gabriel Donato Cardoso¹, Angelo Geraldo Codonho Júnior¹, José Vitor Chimirri
Biasotto¹ e Fernando Shintate Galindo¹

*Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" (FCAT/UNESP) –*E-mail: thiago.l.martins@unesp.br*

PROBLEMÁTICA

O cultivo de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) apresenta grande importância no atual cenário da agricultura, além de se destacar como uma opção viável no combate à desnutrição mundial, uma vez que apresenta grande potencial de produção de óleo, e seus grãos têm alto valor proteico, energético e uma série de vitaminas. O sistema produtivo do amendoim apresenta possibilidade de cultivo em áreas marginais, sem grandes prejuízos à produtividade, e pode atuar de forma eficiente na reforma de áreas degradadas e rotação de culturas, principalmente em áreas de pastagens e canaviais. A utilização do amendoim em rotação de culturas, se deve a uma série de fatores, tendo em vista principalmente o seu potencial de associação simbiótica com microrganismos fixadores de nitrogênio (*Bradyrhizobium* sp.) e sua adaptabilidade a solos arenosos e de baixa disponibilidade hídrica. Por ser nativo da América do Sul, o amendoim é conhecido por ser uma espécie capaz de nodular com uma ampla faixa de rizóbios nativos do solo. No entanto, a microbiota nativa do solo mesmo sendo composta por diversas espécies e gêneros de microrganismos, ainda apresenta eficiência limitada acerca da fixação biológica de nitrogênio (FBN), quando comparadas a bactérias introduzidas por inoculação à área de produção (Coutinho et al. (2017).

Além dos benefícios resultantes da fixação biológica de nitrogênio, a inoculação de microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCP's) pode contribuir para com o desenvolvimento, crescimento e produtividade das culturas. Tais benefícios advêm da capacidade de determinados microrganismos de promover o crescimento vegetal, estímulo à produção de fitormônios pela planta, mecanismos de antibiose, estimulação dos mecanismos naturais de defesa da planta e até serem considerados agentes de biocontrole de doenças e pragas em diversas culturas, incluindo a do amendoim (Almeida et al. (2022). Neste contexto, a inoculação com diferentes microrganismos (coinoculação) ganha destaque, uma vez que esta é realizada com o viés de promover diferentes efeitos benéficos na planta através da interação sinérgica entre os microrganismos (fungos e bactérias). Portanto acredita-se que a coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. juntamente com MPCP's, como por exemplo *Azospirillum brasilense*, *Bacillus aryabhatai* e *Trichoderma harzianum* podem favorecer o crescimento da cultura, e consequentemente a produção de grãos.

Porém, apesar da prática da inoculação ser uma tecnologia crescente em sistemas produtivos de amendoim, pouco se sabe a respeito dos efeitos da coinoculação com *Bradyrhizobium* e diferentes MPCP's. Portanto é importante compreender as interações entre diferentes microrganismos inoculados na cultura do amendoim, a fim de potencializar os efeitos da FBN, aumentar a eficiência de uso de água e fertilizantes e reduzir possíveis efeitos de competição interespecífica. No entanto, apesar de ser um tema de grande importância aos sistemas produtivos de amendoim, estudos que buscam avaliar a interação entre diferentes microrganismos e seus efeitos sobre o crescimento, desenvolvimento e produtividade do amendoim são escassos. Com base no fato supramencionado é necessário a realização de novos estudos com intuito de compreender as interações entre diferentes bactérias e fungos, como forma sustentável de promover maior produtividade e qualidade de grãos de amendoim.

O presente estudo buscou avaliar, em condições de campo, o efeito da inoculação (*Bradyrhizobium* sp.) e coinoculações com MPCP's (*A. brasilense*, *B. aryabhatai* e *Trichoderma harzianum*) no acúmulo de nitrogênio nos grãos, rendimento e produtividade do amendoim, visando otimizar o manejo sustentável da cultura por meio de insumos biológicos.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O cultivo de amendoim tem sido intensificado e tecnificado nos últimos anos, representando uma alternativa econômica em muitas regiões brasileiras, principalmente por se adaptar bem em condições de solos arenosos e déficit hídrico. A produtividade mundial de amendoim é crescente ao longo das últimas décadas, principalmente em função do melhoramento genético e práticas agronômicas que beneficiaram seu crescimento e desenvolvimento. Entretanto, o potencial produtivo da cultura ainda está longe de ter chegado ao platô, estimado por diversas pesquisas em valores acima de 6.000 kg ha⁻¹ (Godoy et al., 2022). Deste modo, tecnologias de fácil aplicação, baixo custo e que permitam reduzir a aplicação de insumos externos sem afetar ou aumentando a produtividade agrícola são cada vez mais desejadas na agricultura mundial. Nesse contexto, a inoculação com MPCP's ganha destaque e se mostra uma estratégia promissora em sistemas produtivos. O efeito da inoculação de microrganismos no crescimento vegetal, na região da rizosfera e/ou dentro dos tecidos das plantas vêm sendo amplamente estudado pela comunidade científica, com intuito de promover maior tolerância a condições adversas, aumentar a eficiência de uso de fertilizantes e consequentemente promover maiores produtividades.

No que se refere à nutrição de plantas e qualidade agrícola, os principais microrganismos estudados na atualidade são dos gêneros *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Herbaspirillum* e *Burkholderia*. As bactérias de vida livre do gênero *Azospirillum* são capazes de colonizar diversas espécies de plantas e podem promover efeitos fitormônais atuando diretamente na promoção de crescimento vegetal, desenvolvimento do sistema radicular, e consequentemente maior absorção de água e nutrientes (Hungria et al., 2013; Galindo et al., 2018; Gothandapani et al. (2017). Por sua vez, o gênero *Bacillus* sp., é amplamente estudado devido a sua capacidade de reduzir os efeitos causados por estresse salino e hídrico efeito protetor contra fitopatógenos secundários do solo (Sivasakthi et al., 2014; Castelo et al., 2023). Além das bactérias, pesquisas com fungos do gênero de *Trichoderma* vem ganhando destaque

nos últimos anos, em especial o fungo *Trichoderma harzianum* que é amplamente estudado/utilizado na área de controle biológico, graças a ação de três diferentes mecanismos: o antagonismo, o mico parasitismo e a antibiose (Almeida et al., 2022). No entanto este fungo pode atuar como promotor de crescimento vegetal através do estímulo à produção de fitormônios (Wang et al., 2024). A adoção de tecnologias e produtos que tenham efeito bioestimulante, biopromotores ou atenuadores de efeitos de estresses abióticos são promissoras, principalmente em função do baixo custo de aplicação e potencial efeito promotor de crescimento de raízes e parte aérea, com potenciais benefícios à cultura do amendoim.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em condições de campo, no município de Dracena – SP (21° 29' S e 51° 52' O, 420 m de altitude), em um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (870 g kg⁻¹ de areia), na safra 2023/2024. A área experimental apresentava histórico de cultivo com *Urochloa decumbens* há mais de 12 anos em estágio de degradação, sendo uma área de cultivo de cana-de-açúcar antes da implantação da área de pastagem. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, contendo 9 tratamentos: 1) controle – sem inoculação; 2) co-controle: inoculação apenas com *Bradyrhizobium* sp. (500 mL ha⁻¹ do inoculante líquido contendo as estirpes SEMIA 6144, garantia de 2 × 10⁸ unidades formadoras de colônia [UFC]/mL); 3) 500 mL ha⁻¹ do inoculante líquido (produto comercial) contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* (garantia de 2 × 10⁸ UFC/mL); 4) 500 mL ha⁻¹ do inoculante líquido (produto comercial) contendo a cepa CMAA 1363 de *Bacillus aryabhattai* (garantia de 1 × 10⁸ UFC/mL); 5) 500 mL ha⁻¹ do inoculante em pó solúvel (produto comercial) contendo o isolado IBLF006 de *Trichoderma harzianum* (garantia de 1 × 10¹⁰ UFC/g); 6) 500 mL ha⁻¹ de *A. brasilense* + 500 mL ha⁻¹ de *B. aryabhattai*; 7) 500 mL ha⁻¹ de *A. brasilense* + 500 mL ha⁻¹ de *T. harzianum*; 8) 500 mL ha⁻¹ de *B. aryabhattai* + 500 mL ha⁻¹ de *T. harzianum*; 9) 500 mL ha⁻¹ de *A. brasilense* + 500 mL ha⁻¹ de *B. aryabhattai* + 500 mL ha⁻¹ de *T. harzianum*.

Os tratamentos de 3 a 9 receberam a coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. A aplicação dos tratamentos foi realizada via pulverização em área total 10 dias após emergência, no estágio fenológico V1/V2 (1 a 2 folhas tetrafoliadas completamente desenvolvidas). A escolha da aplicação em área total se deu em função da melhor operacionalização das atividades de semeadura, visando evitar o contato com o tratamento químicos das sementes, além de evitar a embebição e inchaço das sementes com as inoculações líquidas, o que poderia afetar a distribuição horizontal e vertical das sementes, que já é um problema recorrente da cultura. A cultivar utilizada foi do grupo Virgínia (porte rasteiro), IAC OL 3, com espaçamento simples entrelinhas de 0,90 m e população final de 220.000 plantas m⁻¹ (20 sementes m⁻¹).

O presente estudo avaliou número de vagens por planta: Obtido pela média da contagem manual do número de vagens de dez plantas por parcela experimental; número de grãos por vagem: Obtido pela média da contagem manual do número de grãos de dez vagens aleatórias por parcela experimental; número de grãos por planta: Obtido pela multiplicação do número médio de vagens por plantas e grãos por vagens; massa de 100 grãos: Determinado em balança analítica de precisão (0,01 g), corrigida à

7% de umidade (bulbo úmido); produtividade de grãos em casca e sem casca: Determinado pela colheita das plantas nas duas linhas centrais da parcela. Após trilha mecânica, a produtividade de grãos sem casca foi quantificada em balança de precisão e os dados extrapolados para kg ha⁻¹ corrigida à 7% de umidade (bulbo úmido). Rendimento de grãos: Determinado pela relação entre a produção em casca e sem casca. Acúmulo de N em grãos: Determinado pela digestão sulfúrica em bloco digestor (digestão aberta) e destilação semi-micro Kjeldahl (Nelson e Sommers, 1980)

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, teste F), para avaliação dos efeitos dos fatores nas variáveis respostas estudadas. O efeito dos tratamentos, quando significativo ($p \leq 0,05$), foi analisado por teste de médias (teste de Scott-Knott) utilizando o software estatístico R[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a inoculação isolada de *Bradyrhizobium sp.* e a coinoculação entre *Azospirillum brasilense* + *Bradyrhizobium sp.*, apresentaram as maiores médias para os parâmetros avaliados. No entanto não diferiram das coinoculações entre *Bacillus aryabhattai* + *Bradyrhizobium sp.* e *Bacillus aryabhattai* + *Trichoderma harzianum* + *Bradyrhizobium sp.* para produtividade e nitrogênio acumulado no grão. Em contrapartida a coinoculação de *Bradyrhizobium sp.* + *Azospirillum brasilense* + *Bacillus aryabhattai* + *Trichoderma harzianum* comprometeu o número de grãos por planta e não diferiu dos demais tratamentos para massa de 100 grãos, produtividade, rendimento de grãos e nitrogênio acumulado no grão (Tabela 1).

No entanto, cabe ressaltar, que a coinoculação com todos os microrganismos, sendo eles, *Bradyrhizobium sp.* + *A. brasilense* + *B. aryabhattai* + *T. harzianum*, não se destacou em nenhum parâmetro avaliado. Esse efeito pode ser resultado de uma competição interespecífica, apresentando uma ação antagonista dos microrganismos estudados, levantando a questão da necessidade de novos estudos acerca de coinoculações com diversos microrganismos promotores de crescimento de plantas.

Tabela 1. Número de grão por planta, Massa de 100 grãos, Produtividade de grãos, Rendimento de grão e Nitrogênio acumulado nos grãos em função das coinoculações com microrganismos promotores de crescimento de plantas na cultura do amendoim. Dracena-SP, 2023/2024.

Inoculações	Grãos por planta	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Rendimento de grãos (%)	N acumulado no grão (kg ha ⁻¹)
CTL	34.87 c	62.22 b	1224 b	62.24 b	65.70 b
BR	43.53 a	67.27 a	1640 a	67.41 a	91.16 a
BR + AZ	45.46 a	67.85 a	1741 a	68.24 a	97.53 a
BR + BA	40.86 b	65.92 a	1604 a	64.76 b	87.34 a
BR + TR	40.38 b	64.59 b	1492 b	63.00 b	81.19 b
BR + AZ + TR	39.55 b	64.93 b	1419 b	63.37 b	77.02 b
BR + BA + TR	40.99 b	64.75 b	1602 a	64.29 b	87.12 a

BR + AZ + BA	b 40.30	64.86 b	1445 b	63.14 b	78.22 b
BR + AZ + BA + TR	b 37.57 c	63.41 b	1352 b	63.98 b	73.14 b
Erro padrão	1.36	0.78	77.94	0.68	4.27
Média Geral	40.39	65.09	1502	64.49	82.05
C.V. (5%)	9.56	3.39	14.67	3.00	14.72

ANOVA

Inoculações (I)	0.001	0.001	0.006	0.001	0.001
-----------------	-------	-------	-------	-------	-------

Ctl = controle (sem inoculação), Br = *Bradyrhizobium* sp., Az = *Azospirillum brasilense*, Ba = *Bacillus aryabhattai*, Tr = *Trichoderma harzianum*; C.V. = Coeficiente de variação (%). Letras na coluna indicam diferenças significativas (5% de probabilidade) pelo Teste Scott-Knott.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A coinoculação entre *Azospirillum brasilense* + *Bradyrhizobium* sp. foi capaz de proporcionar maior número de grãos por planta, massa de 100 grãos, rendimento de grão e nitrogênio acumulado no grão e conseqüentemente, maior produtividade quando comparado ao tratamento controle. No entanto, apesar dos benefícios supramencionados, a produtividade de grãos desse tratamento não diferiu da inoculação isolada de *Bradyrhizobium* sp., e das coinoculações entre *Bacillus aryabhattai* + *Bradyrhizobium* sp. e *Bacillus aryabhattai* + *Trichoderma harzianum* + *Bradyrhizobium* sp.

A coinoculação com *Bradyrhizobium* sp. + *Azospirillum brasilense* + *Bacillus aryabhattai* + *Trichoderma harzianum* não beneficiou a produtividade da cultura do amendoim, elucidando a questão de eventual competição entre os microrganismos no amendoim, quando todos inoculados em conjunto.

A utilização de combinações de coinoculação de microrganismos promotores de crescimento de plantas apresenta potencial como tecnologia de manejo sustentável à cultura do amendoim, podendo beneficiar seu crescimento e desenvolvimento, propiciando aumento na produtividade de grãos. No entanto, em função das coinoculações não promoveram ganhos adicionais em relação à inoculação isolada, a utilização exclusiva de *Bradyrhizobium* sp. mostra-se a estratégia mais promissora, por conciliar bom desempenho e maior viabilidade econômica de aplicação, mesmo com o custo relativamente barato do *Azospirillum brasilense* (cerca de R\$ 10,00 a dose).

Novos estudos relacionando a forma de aplicação (semente, sulco e área total) e doses de inoculantes são fundamentais para uma melhor recomendação quanto ao posicionamento de coinoculações na cultura do amendoim.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao processo FAPESP Nº 2023/17926-5 e ao Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Sistemas Agrícolas Sustentáveis (GEPESAS) FCAT/UNESP-Dracena.

LITERATURA CITADA

ALMEIDA, Nayane Oliveira et al. *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma asperellum* are potential biocontrol agents of *Meloidogyne javanica* in banana cv. Grande Naine. **Biological Control**, v. 175, p. 105054, 2022.

CASTELO SOUSA, Henderson et al. *Bacillus aryabhattai* mitigates the effects of salt and water stress on the agronomic performance of maize under an agroecological system. **Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 1150, 2023.

GALINDO, Fernando S. et al. Technical and economic viability of co-inoculation with *Azospirillum brasilense* in soybean cultivars in the Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 51-56, 2018.

GODOY, Ignácio José et al. 'IAC SEMPRE VERDE': a wild-derived peanut cultivar highly resistant to foliar diseases. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 22, n. 3, p. e41252232, 2022.

COUTINHO, F. P.; MATOS E SILVA, E.; YANO-MELO, A. M. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e solubilizadores de fosfato na rizosfera de videira (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon). **Revista Biociências**, v. 23, p. 46–53, 2017.

NELSON, Darrell W.; SOMMERS, Lee E. Total nitrogen analysis of soil and plant tissues. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 63, n. 4, p. 770-778, 1980.

ALMEIDA, N. O. et al. *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma asperellum* are potential biocontrol agents of *Meloidogyne javanica* in banana cv. Grande Naine. **Biological Control**, v. 175, p. 105054, 2022.

Gothandapani, S. et al. Role of microbial inoculants in nitrogen fixation and crop productivity. **Microbial Research**, v. 10, n. 2, p. 45–54, 2017.

WANG, Xingqiang et al. The growth-promoting and disease-suppressing mechanisms of *Trichoderma* inoculation on peanut seedlings. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1414193, 2024.

A INTERCEPTAÇÃO PRECOCE DA RADIAÇÃO SOLAR FAVORECE A PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE AMENDOIM

Fábio Rafael Echer¹, Carlos Felipe dos Santos Cordeiro¹ e Alexandrius Moraes de
Barbosa¹

*Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e da Graduação em Agronomia da Unoeste –
fabioecher@unoeste.br; carloscordeiro@unoeste.br; alexandrius@unoeste.br*

PROBLEMÁTICA

A escolha da cultivar é uma das decisões mais importantes para o produtor, pois sua adaptação às condições edafoclimáticas regionais resultará em melhor aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis, entre eles a radiação solar. Assim, as cultivares que aproveitarem melhor a radiação disponível e forem mais eficientes em converter energia luminosa em energia química (biomassa) têm maior probabilidade de atingir maiores patamares produtivos.

CONHECIMENTO PRÉVIO

A eficiência de uso da radiação (EUR) pode ser influenciada por fatores ambientais, como a temperatura e disponibilidade hídrica, e de manejo (Bell et al., 1992, 1993; Cordeiro et al., 2025). A EUR reflete a eficiência da cultura em converter energia luminosa em biomassa, e pode ser um importante indicador para determinar a eficiência fotossintética e o desempenho de cultivares de amendoim.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em lavoura comercial no município de Regente Feijó-SP, em um solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico, de textura arenosa. A semeadura foi realizada manualmente em 09/12/2020. Foi utilizado o espaçamento de 0,9 m entre linhas e 25 sementes por metro linear. O amendoim foi cultivado em sistema de semeadura convencional. Os dados climáticos de chuva foram monitorados por um pluviômetro próximo do experimento e os de temperatura do ar e radiação solar global por uma estação climática distante cerca de 30 km do local (Figura 1). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram as cultivares de amendoim: IAC 503 (maturação tardia), IAC 505 (maturação tardia), Granoleico (maturação médio-precoce), IAC OL3 (maturação precoce), IAC OL4 (maturação precoce) e EC-98 (maturação precoce). Foram coletadas três plantas por parcela (parte aérea + vagens) para avaliação do acúmulo de biomassa aos 30, 50, 70, 90 e 114 dias após a emergência. Após a amostragem, as plantas foram lavadas em água corrente, depois secas em estufa a uma temperatura de 65°C por 72 h e pesadas. Nas mesmas épocas, a irradiância acima e abaixo do dossel do amendoim e o índice de área foliar (IAF) foram medidas por meio de três leituras por parcela usando um ceptômetro (Accupar LP-80, Meter Group, Inc.) em dias sem nuvens, entre 11h e

13h. A interceptação de radiação (iPAR, %) foi calculada medindo a diferença de irradiância acima e abaixo do dossel do amendoim. Uma curva de interceptação de radiação foi desenvolvida para os cinco estágios de crescimento usando um ajuste polinomial quadrático. A partir desse ajuste, foi calculada a radiação fotossinteticamente ativa diária interceptada pelas plantas. A EUR (g MJ^{-1}) foi determinada como a razão entre a massa seca total (g m^{-2}) e a radiação total interceptada (MJ m^{-2}) pelas plantas (Bigatton et al., 2024; Sinclair & Muchow, 1999).

O conteúdo energético total (CET, MJ) foi determinado a partir da multiplicação da massa seca pelo poder calorífico superior (PCS, MJ kg^{-1}), adotando-se o valor de $18,54 \text{ MJ kg}^{-1}$. A eficiência de conversão da energia solar em biomassa (EC, %) das cultivares de amendoim foi calculada pela equação $EC = (\text{CET} \times 100) / \text{RIA}$, em que RIA representa a radiação interceptada acumulada (MJ). A colheita foi realizada aos 114 DAE, sendo avaliada a produtividade de vagens. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar IAC 505 apresentou maior expansão da área foliar que as demais cultivares em todas as épocas avaliadas, mas não diferiu da Granoleico aos 30 e 50 DAE e da IAC 503 aos 90 e 114 DAE (Figura 2), o que pode estar relacionado com a maior população de plantas nessa cultivar (Tabela 1). A interceptação da radiação (iPAR) não variou entre as cultivares aos 30 DAE, mas foi maior na IAC 505 e Granoleico aos 50 DAE, e na IAC 503 e 505 aos 70 DAE. Nas avaliações finais, as cultivares tardias IAC 503 e 505 tiveram maior iPAR que as demais (Figura 2).

Quanto a produção de matéria seca, não houve diferença no acúmulo aos 30 DAE, mas as cultivares IAC 505 e Granoleico (50 DAE), IAC 503 e IAC OL3 (70 DAE), IAC OL3 (90 DAE) e IAC OL3, IAC 505 e IAC 503 (114) tiveram maior produção de biomassa que as demais cultivares (Figura 2). O conteúdo energético total, que é a energia constante na biomassa, apresentou comportamento similar ao acúmulo de matéria seca, exceto aos 70 DAE, em que a cultivar IAC 505 foi similar a IAC 503. A eficiência de uso da radiação foi maior na IAC OL3, IAC OL4 e Granoleico (30 DAE), menor na EC-98 (50 DAE), maior na IAC 505 e IAC OL3 (70 DAE), na IAC OL3 (90 DAE) e na IAC 503 (114 DAE) (Figura 2).

Para a eficiência de conversão da radiação (EC), notou-se que as cultivares mais precoces (IAC OL3, OL4 e Granoleico) tiveram maior EC aos 30 DAE, e a cultivar EC-98 a pior aos 50 e 70 DAE. Aos 90 DAE a OL3 e aos 114 DAE a IAC 503 apresentaram maiores ECs.

A cultivar IAC 505 foi mais produtiva que a IAC OL4 (Tabela 1), o que pode estar relacionado com a maior área foliar e interceptação da radiação (Figura 2) promovida pelo maior stand de plantas nessa cultivar. Este fato demonstra que para semeaduras tardias (meados de dezembro), a antecipação da interceptação da radiação é importante para compensar a redução gradual da radiação solar global em superfície. (Figura 1).

APLICAÇÃO PRÁTICA

Em semeaduras tardias (09/12/20) a cultivar tardia IAC 505 sob população de 19,4 plantas m^{-2} expandiu a área foliar mais precocemente, o que aumentou a

intercepção da radiação e o acúmulo de biomassa, resultando em maior produtividade de amendoim em casca.

AGRADECIMENTOS

Ao produtor Helder Lamberti por ter cedido a área para realização do experimento; ao IAC e El Carmem por terem doado as sementes.

LITERATURA CITADA

Bell, M. J., Wright, G. C., & Hammer, G. L. (1992). Night temperature affects radiation-use efficiency in peanut. *Crop Science*, 32, 1329–1335. <https://doi.org/10.2135/cropsci1992.0011183X003200060005x>

Bell, M., & j., Wright, G. C., Harch, G. R. (1993). Environmental and agronomic effects on the growth of four peanut cultivars in a sub-tropical environment. I. dry matter accumulation and radiation use efficiency. *Experimental Agriculture*, 29, 473-490. <https://doi.org/10.1017/S0014479700021189>

Bigatton, E. D., Ayoub, I., Palmero, F., Castillejo, M. A., Vázquez, C., Lucini, E. I., & Haro, R. J. (2024). Plant-growth promoting rhizobacteria on peanuts: Effects on yield determination, growth rates, and radiation use efficiency in field trials in Argentina. *European Journal of Agronomy*, 154, 127113. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127113>

Cordeiro, CFS, Galdi, LV, Martins Junior, GS, Barbosa, AM, Echer, FR. Radiation Use Efficiency and Peanut Yield as Affected by Planting Pattern and Plant Density in Different Crop Systems. *Agronomy Journal* 117, n. 5 (2025): e70152. <https://doi.org/10.1002/agj2.70152>.

Sinclair, T. R., & Muchow, R. C. (1999). Radiation use efficiency. *Advances in Agronomy*, 65, 215–265. [https://doi.org/10.1016/S00652113\(08\)60914-1](https://doi.org/10.1016/S00652113(08)60914-1)

FIGURAS E TABELAS

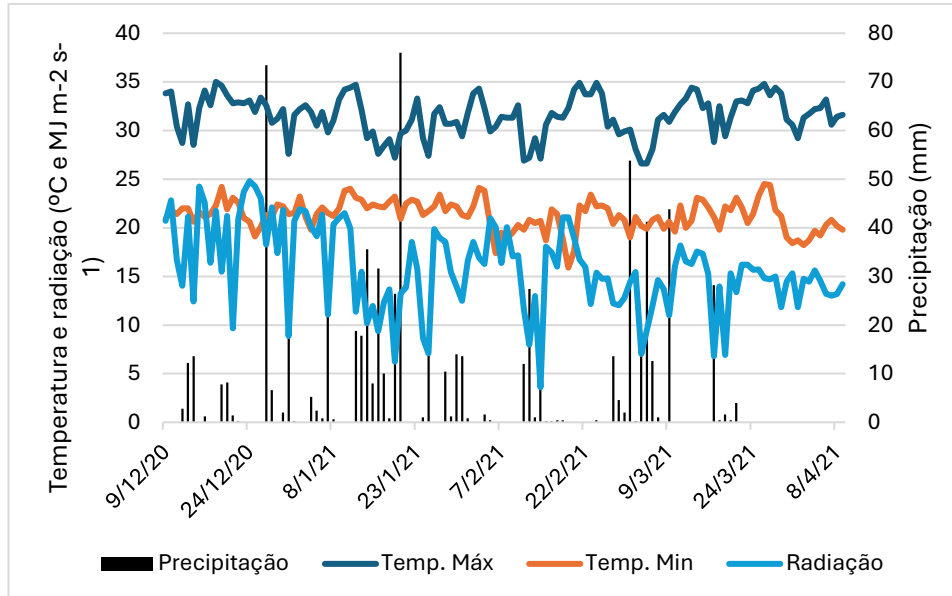


Figura 1. Dados climáticos registrados durante a condução do experimento. Regente Feijó, SP.

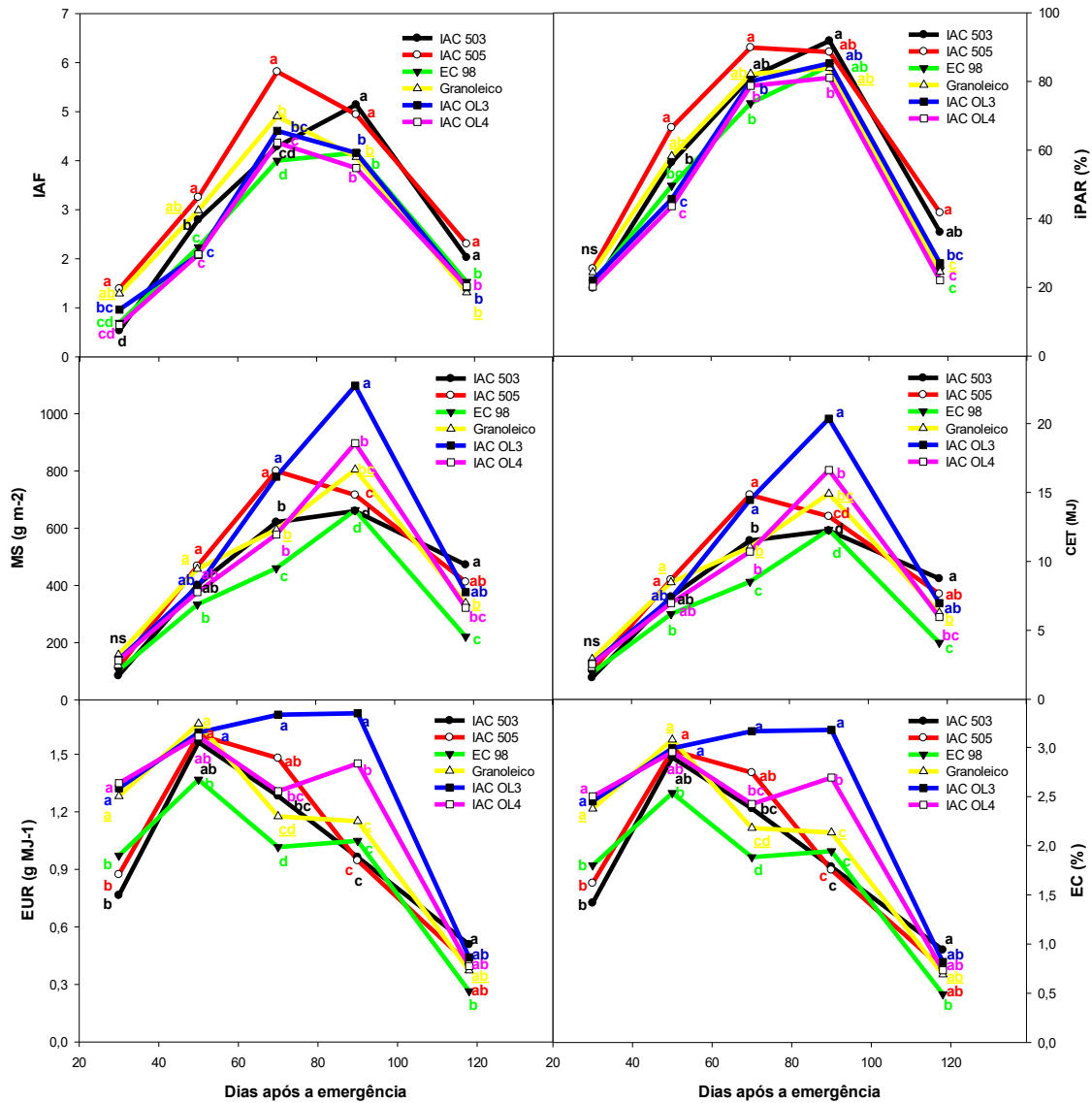


Figura 2. Resultados médios do índice de área foliar (IAF), interceptação da radiação (iPAR), acúmulo de matéria seca, conteúdo energético total (CET), eficiência de uso da radiação (EUR) e eficiência de conversão (EC) de cultivares de amendoim. Regente Feijó, SP. Safra 2020/2021.

Tabela 1. População de plantas e produtividade de amendoim em casca de cultivares de amendoim. Regente Feijó, SP. Safra 2020/2021.

Cultivares	Plantas m ⁻²	Produtividade em casca kg ha ⁻¹
EC 98AO	14,10 c	6514 ab
Granoleico	14,43 c	6542 ab
IAC 503	14,71 c	6326 ab
IAC 505	19,43 a	7078 a
IAC OL3	18,76 ab	6700 ab
IAC OL4	17,12 b	6213 b

TECNOLOGIAS INOVADORAS PARA OBTENÇÃO DE SEMENTES DE AMENDOIM COM QUALIDADE FISIOLÓGICA SUPERIOR

Edvaldo Aparecido Amaral da Silva¹, Gustavo Roberto Fonseca de Oliveira², Tamires Freitas da Silva³

UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, São Paulo e gustavo.fonseca@unesp.br

PROBLEMÁTICA

As sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L., grupo Virginia, tipo Runner) produzem sementes dormentes (2 a 4 meses), o que impede a avaliação da qualidade fisiológica logo após a colheita. Buscou-se uma solução prática para proporcionar sementes aptas à avaliação da germinação e vigor por meio do manejo do etileno nas plantas ainda no campo. Sob outro contexto, historicamente o setor confia em métodos tradicionais para avaliar a qualidade das sementes, como germinação e o tetrazólio. No entanto, tais procedimentos além de lentos são subjetivos e destroem a amostra. Desta forma, propomos a captura de imagens multiespectrais como caminho de análise do vigor de lotes de sementes de amendoim de forma eficiente. Contudo, mesmo após o beneficiamento ainda existem sementes em diferentes estádios de desenvolvimento, devido a maturação desuniforme típica da maioria das variedades de amendoim nacionais. A presença de sementes imaturas no lotes pode reduzir o potencial de armazenamento e comprometer o sucesso no estabelecimento da lavoura futura (OKADA et al., 2021; SONG et al., 2022). Pensando em uma solução, idealizou-se aqui o uso da tecnologia LIBS (do inglês laser-induced breakdown spectroscopy), para identificar estádios imaturos e maduros das sementes na pós-colheita. Buscou-se conhecer os padrões minerais das sementes baseados em sinais de Ca e K durante o desenvolvimento, visando rastrear a qualidade fisiológica na pós-colheita através do que chamamos de “impressão digital química” (FONSECA DE OLIVEIRA et al., 2024).

CONHECIMENTO PRÉVIO

A excelência da qualidade fisiológica semente é o pilar da produção de amendoim (OKADA et al., 2021; SONG et al., 2022). Nosso trabalho explorou a integração de tecnologias de manejo, avaliação e predição para garantir a qualidade superior dos lotes, seguindo uma lógica que abrange do campo ao beneficiamento (BARBOSA et al., 2014) detalhando quimicamente os estádios de desenvolvimento. O primeiro desafio foi garantir que as sementes recém-colhidas, frequentemente dormentes, estejam prontas para terem a qualidade avaliada. Aplicação de Ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico), que atua como precursor do etileno, foi escolhida por levar a superação da dormência conforme descrito (CHAUDHARI et al., 2023). Posteriormente, encontrar uma tecnologia capaz de distinguir os lotes de sementes como base no vigor utilizando uma série de parâmetros de imagens multiespectrais como forma, cor, reflectância e pigmentos. Por fim, buscou-se a tecnologia LIBS que integrada a modelos de inteligência artificial é capaz de diferenciar tecidos orgânicos com base na composição química (CÓRDOBA FIGUEROA et al., 2025; LARIOS et al., 2020).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado com os cultivares IAC 505 e IAC OL3 (Grupo Virgínia, Runner, (*Arachis hypogaea* L.). As sementes foram cedidas pela cooperativa Copercana, Sertãozinho-SP.

Foram realizados três experimentos, sendo um em área experimental da Copercana em Sertãozinho-SP e outros dois na Faculdade de Ciências Agrônomicas, Fazenda Experimental Lageado, UNESP, FCA, Botucatu-SP. O experimento inicial (safra 2022/23), instalado na FCA/Unesp, contou com os cultivares IAC 505 e IAC OL3 produzidos no campo sob delineamento em blocos casualizados. Aos 90 dias após a emergência, as plantas receberam aplicação foliar de cinco doses de Ethefon (de 0 a 6 L ha⁻¹). As sementes obtidas foram secas, beneficiadas e submetidas a avaliação do vigor logo após a colheita. O segundo experimento (safra 2019/20) foi utilizado com o cultivar IAC OL3, cultivado em sete diferentes áreas de produção de amendoim da Copercana em Sertãozinho-SP. Foram produzidos sete lotes de sementes conforme as diretrizes da cooperativa. No terceiro experimento de campo (safra 2021/22), instalado na FCA/Unesp, o cultivar IAC OL3 foi cultivado e as sementes colhidas durante o desenvolvimento nos estádios R5, R6, R7, R8 e R9 (FONSECA DE OLIVEIRA et al., 2024). Após 90 dias, tempo de superação de dormência, as sementes secas (7% b.u.) de cada estádio foram então submetidas a avaliação da germinação e composição mineral de Cálcio (Ca) e Potássio (K) por meio da tecnologia de espectroscopia de plasma induzida por laser (do inglês LIBS).

No experimento I, os tratamentos foram constituídos por cinco doses de Ethefon sendo: 0, 0,75, 1,5, 3 e 6 L ha⁻¹). No experimento II, os tratamentos foram constituídos por sete lotes de sementes produzidos no campo (lotes 1 a 7). No experimento III, os tratamentos foram constituídos pelos estádios de desenvolvimento classificados conforme a cor vagem e aspectos das sementes (R5, R6, R7, R8 e R9), conforme descrito por FONSECA DE OLIVEIRA e AMARAL DA SILVA (2024).

Os testes foram realizados conforme cada experimento. No experimento I, as sementes de ambos os cultivares foram avaliadas quanto ao comprimento de plântula e de suas partes (aérea e raiz) além da massa de matéria seca. No experimento II, foram analisados o teor de água, a germinação (plântulas normais), a massa de 100 sementes, o vigor pelos testes de comprimento e massa de matéria seca de plântula (papel, 7 dias), tempo para 50% de germinação (t50, protrusão) e emergência de plântulas (areia, 21 dias) além dos descritores multiespectrais físicos (área, largura e comprimento), pigmentos (antocianina e clorofila a/b), cor da semente (CIELab L*) e reflectância. No experimento III, foram determinados a germinação antes e após o armazenamento (71 dias 10°C/ 55% UR) além de sinais digitais de Ca e K via tecnologia LIBS (técnica não destrutiva).

Os dados foram submetidas a análise de variância por meio do teste F à 5% de probabilidade após verificado os pressupostos. As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade. As análises foram processadas no software R (pacote 'ExpDes.pt'). Para os experimento II e III, os dados foram integrados a análise de componentes principais (PCA) e discriminante quadrática (QDA) para distinção dos padrões de desempenho das sementes na pós-colheita (FONSECA DE OLIVEIRA et al., 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento I, a maioria das sementes obtidas no tratamento controle e na dose $0,75 \text{ L ha}^{-1}$ estava dormente e resultaram em plântulas com reduzido tamanho e massa. Contudo, a partir de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ o efeito no desempenho de plântulas foi notável em ambos os cultivares. O etileno é um modulador chave da transição dormência-germinação (CORBINEAU et al., 2014; CUI et al., 2025). O principal mecanismo envolvido está relacionado à modulação do balanço hormonal, especialmente à redução da sensibilidade ao ácido abscísico (ABA) e à ativação de vias associadas às giberelinas (GA), processos amplamente mediados pela sinalização do etileno (CHAUDHARI et al., 2023; CORBINEAU, 2024). Portanto, os resultados apresentados indicam o papel do etileno como regulador-chave da dormência em amendoim como uma abordagem prática para obtenção de sementes com germinação rápida para otimizar a produção e análise de sua qualidade fisiológica após a colheita (Figura 1).

A análise multiespectral permitiu discriminar lotes de sementes de amendoim com diferentes níveis de vigor de forma rápida e não destrutiva (Figura 2A). Lotes de alto vigor apresentaram padrões de refletância distintos em comparação aos lotes de baixo vigor, consistente com os resultados dos testes convencionais de germinação e vigor (desempenho de plântulas). A combinação das imagens multiespectrais com algoritmos possibilitou classificar os lotes com precisão de até 98% (Figura 2B). O uso de técnicas multiespectrais em avaliação de sementes de amendoim tem grande potencial para incorporação na indústria (FONSECA DE OLIVEIRA et al., 2022), o que facilitaria a seleção de lotes de sementes com qualidade fisiológica superior.

As sementes dos estádios de desenvolvimento apresentaram diferenças significativas na germinação antes e após o armazenamento (p valor $< 0,05$). Nos estádios tardios R7, R8 e R9 o desempenho das sementes foi superior. Curiosamente, após o armazenamento, somente as sementes do estágio R9 apresentaram máxima germinação. Estudos recentes com amendoim descrevem a fase final do desenvolvimento com decisiva para aquisição da máxima qualidade fisiológica (OKADA et al., 2021). É na fase conhecida como maturação tardia, após o máximo peso seco, que as sementes adquirem vigor (BASSO et al., 2018). Também, elas obtêm um conjunto de mecanismos de proteção como compostos antioxidantes e proteínas (LEA e HSPs) que contribuem para a longevidade ao remover radicais livres e estabilizar molecularmente membranas e ácidos nucleicos (LEPRINCE et al., 2017; SANO et al., 2016). Durante o desenvolvimento, as sementes também apresentam diferenças de composição química como lipídios e minerais, obtendo o máximo de reservas a partir do estágio R7 (FONSECA DE OLIVEIRA et al., 2024).

A tecnologia LIBS identificou com precisão as variações químicas durante a maturação, mostrando potencial para uso na seleção de sementes maduras na pós-colheita (Figura 3). As sementes dos estádios tardios (R7, R8 e R9) apresentaram sinais superiores de Ca e menores de K, padrão semelhante ao observado nos testes de germinação (Figura 3A, B). Os sinais de Ca e K obtidos e combinados ao algoritmo permitiu classificar os estádios em iniciais (R5 e R6) e tardios (R7, R8 e R9) com precisão entre 87 e 90% (Figura 3C). A técnica LIBS vem sendo empregada em diferentes contextos desde detecção de resíduos eletrônicos (FERREIRA et al., 2024) até análise da fertilidade do solo (TAVARES et al., 2022). Em sementes, estudos vêm

sendo realizados para detecção da qualidade fisiológica como observado para soja (LARIOS et al., 2020). Em amendoim, os resultados inéditos apresentados têm grande potencial de incorporação na indústria uma vez que a tecnologia já existente pode ser adaptada à realidade da cultura usando os padrões de Ca e K apresentados (Figura 3).

APLICAÇÃO PRÁTICA

Concluimos que a aplicação de Ethephon nas plantas no campo proporciona a superação de dormência das sementes obtidas, possibilitando a avaliação imediata da qualidade fisiológica após a colheita. Depois do material colhido e seco, a análise de imagens multiespectrais integrada a modelo de inteligência artificial estabelece um novo meio de analisar o vigor dos lotes de sementes de amendoim de forma precisa, não subjetiva e não destrutiva. Por fim, os lotes de sementes poderão ainda ter a composição mineral analisada, de forma não destrutiva, possibilitando identificar o grau de maturação individual das sementes conforme os sinais de Ca e K durante o desenvolvimento. No geral, a união entre o manejo do etileno nas plantas no campo, a tecnologia de imagens multiespectrais para classificar o vigor dos lotes de sementes e a tecnologia LIBS para selecionar os estádios de desenvolvimento por meio da composição química inauguram métodos inéditos para a modernização do sistema produtivo de sementes de amendoim no Brasil.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrônomicas, FCA/UNESP/Botucatu-SP. À cooperativa Copercana por todo suporte técnico na condução dos experimentos e fornecimento de materiais para a pesquisa. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processos 2020/14050-3 e 2023/00435-9). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

LITERATURA CITADA

BARBOSA, R.M. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim durante o processo de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.49, p.977–985, 2014.

BASSO, D.P. et al. Late seed maturation improves the preservation of seedling emergence during storage in soybean. *Journal of Seed Science*, v.40, p.185–192, 2018.

CHAUDHARI, H.A. et al. Ethrel-induced release of fresh seed dormancy causes remodeling of amylase activity, proteomics, phytohormone and fatty acid profile of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Physiology and Molecular Biology of Plants*, v.29, p.829–842, 2023.

CORBINEAU, F. Ethylene, a Signaling Compound Involved in Seed Germination and Dormancy. *Plants*, v.13, 2024.

CORBINEAU, F. et al. Ethylene, a key factor in the regulation of seed dormancy. *Frontiers in Plant Science*, v.5, p.1–13, 2014.

CUI, Y. et al. Ethylene enhances peanut seed germination by modulating hormonal and metabolic pathways. *Seed Biology*, v.4, 2025.

FERREIRA, D.S. et al. Electronic waste analysis using laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) and X-ray fluorescence (XRF): Critical evaluation of data fusion for the determination of Al, Cu and Fe. *Analytica Chimica Acta*, v.1303, 342522, 2024.

FONSECA DE OLIVEIRA, G.R.; AMARAL DA SILVA, E.A. Tropical peanut maturation scale for harvesting seeds with superior quality. *Frontiers in Plant Science*, v.15, p.1–15, 2024.

FONSECA DE OLIVEIRA, G.R. et al. Spectroscopy technologies to screen peanut seeds with superior vigor through “chemical fingerprinting.” *Agronomy*, v.14, 2529, 2024.

FONSECA DE OLIVEIRA, G.R. et al. An approach using emerging optical technologies and artificial intelligence brings new markers to evaluate peanut seed quality. *Frontiers in Plant Science*, v.13, p.1–18, 2022.

LARIOS, G.S. et al. Laser-induced breakdown spectroscopy as a powerful tool for distinguishing high- and low-vigor soybean seed lots. *Food Analytical Methods*, v.13, p.1691–1698, 2020.

LEPRINCE, O. et al. Late seed maturation: Drying without dying. *Journal of Experimental Botany*, v.68, p.827–841, 2017.

OKADA, M.H. et al. Acquisition of the physiological quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds during maturation under the influence of the maternal environment. *PLoS ONE*, v.16, e0250293, 2021.

SANO, N. et al. Staying alive: Molecular aspects of seed longevity. *Plant and Cell Physiology*, v.57, p.660–674, 2016.

SONG, Y. et al. Impact of seed maturity on season-long physiological performance and offspring seed quality in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research*, v.288, 108674, 2022.

TAVARES, T.R. et al. Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) for tropical soil fertility analysis. *Soil and Tillage Research*, v.216, 105250, 2022

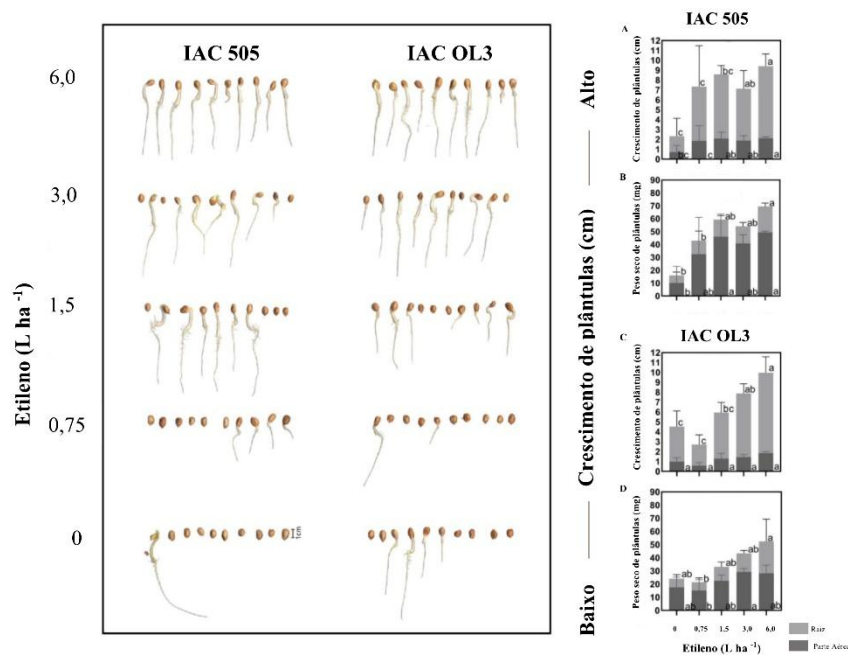
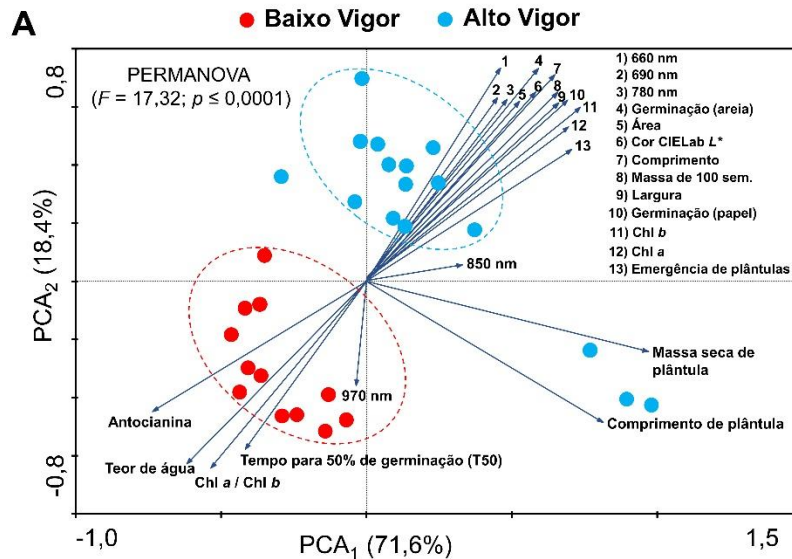


Figura 1. Manejo do etileno (produto comercial Etefon) em plantas de amendoim aos 90 dias após a emergência (safra 2022/2023). Resultados de comprimento e de massa de matéria seca das partes das plântulas (aérea e raiz) providas de sementes dos cultivares IAC 505 e IAC OI 3 (A-D).



B

Variáveis predictoras: aspectos físicos, pigmentos e refletância da semente

Grupo	Dados de Treino ($n = 833$) ¹			Dados para Validação ($n = 357$) ¹		
	Baixo vigor	Alto vigor	Acurácia	Baixo vigor	Alto vigor	Acurácia
Baixo vigor	0,99	0	0,99	0,98	0,02	0,98
Alto vigor	0,01	1		0,02	0,98	

Baixo vigor: Lotes 1, 2 e 3; Alto vigor: Lotes 4, 5, 6 e 7.

Figura 2. Imagens multiespectrais selecionam lotes de sementes de amendoim em baixo (lotes 1, 2 e 3) e alto vigor (lotes 4, 5, 6 e 7). **A:** análise de componentes principais destacando os dois agrupamentos entre as variáveis fisiológicas e espectrais. **B:** Análise QDA com dados de imagens multiespectrais, capazes de diferenciar os agrupamentos com 98% de acurácia na validação do modelo de aprendizado.

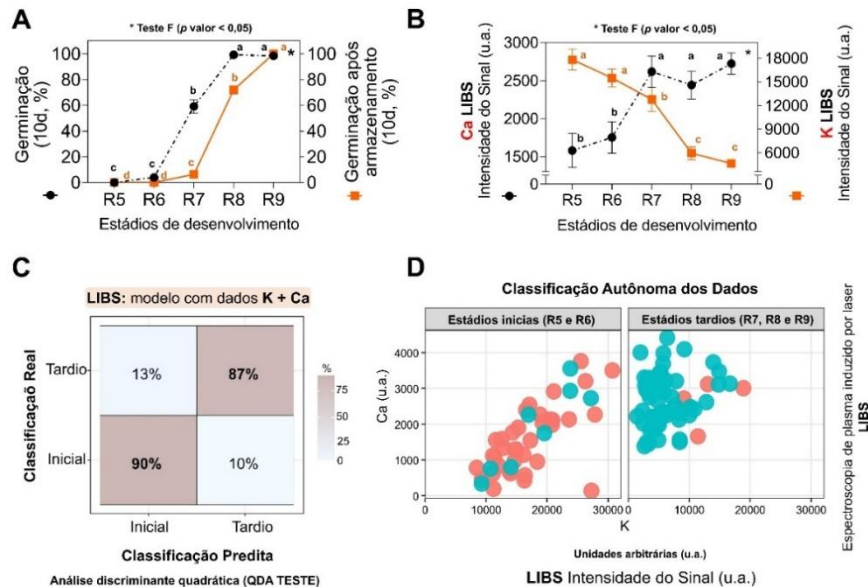


Figura 3. Tecnologia de laser (LIBS) para seleção dos estádios das sementes de amendoim por meio da composição mineral, cultivar IAC OL3. **A:** Germinação padrão e germinação após o armazenamento de 71 dias à 35°C e 75% UR. As médias acompanham desvio padrão e foram comparadas pelo teste de Scott Knott à 5%. **B:** Sinais de Cálcio (Ca) e de Potássio (K) detectados nas sementes durante o desenvolvimento. **C:** resultados do teste de aprendizado de máquina. **D:** classificação autônoma dos dados provindos da tecnologia LIBS. Sementes produzidas na safra 2021/2022.

APLICAÇÃO DE ÓXIDOS DE CÁLCIO E MAGNÉSIO COMPLEMENTARES À CALAGEM NO AUMENTA A PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM

Adrian Gomes de Freitas¹, Gilmar Santos Martins Junior² & Carlos Felipe dos Santos Cordeiro³

¹Graduando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista - gomesadrian206@gmail.com

²Mestrando em agronomia – Universida do Oeste Paulista – gilmartinsjnr@gmail.com

³Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e da Graduação em Agronomia da Unoeste – Universidade do Oeste Paulista - carloscordeiro@unoeste.br

PROBLEMÁTICA

O manejo adequado de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) é essencial para o bom desenvolvimento e a alta produtividade do amendoim. A calagem, na maioria das vezes, é a principal responsável pelo fornecimento desses nutrientes. Contudo, em sistemas de produção de amendoim implantados em áreas de reforma de pastagens ou de cana-de-açúcar, a calagem é frequentemente realizada próximo ao momento da semeadura, em períodos de baixa precipitação, o que pode limitar a liberação de Ca e Mg para a solução do solo. Nesse contexto, os óxidos de Ca e Mg surgem como alternativas

complementares à calagem, por apresentarem maior reatividade e rápida disponibilização desses nutrientes no solo. Entretanto, o uso óxidos de Ca e Mg ainda carece de fundamentação científica quanto às doses, épocas de aplicação e eficiência agrônômica em diferentes tipos de solo.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O cálcio (Ca) é determinante para o sucesso da cultura do amendoim, pois atua diretamente na formação das vagens, no crescimento do ginóforo e na qualidade fisiológica das sementes. As vagens dependem da absorção direta de Ca a partir da solução do solo, especialmente na camada de 0–10 cm. Para cada tonelada de amendoim em casca produzida, são necessários cerca de 16 kg de Ca, dos quais aproximadamente 18% são exportados via colheita das vagens (CORDEIRO et al., 2025). A fase de maior demanda de Ca ocorre entre 48 e 100 dias após a emergência, correspondente aos estádios R3 a R6, período crítico de formação e enchimento das vagens (YANG et al., 2021; 2022; CHEN et al., 2023; CORDEIRO et al., 2025). Assim, a disponibilidade imediata desse nutriente no início da frutificação é essencial para maximizar o rendimento da cultura.

O magnésio (Mg), por sua vez, desempenha papel central nos processos fisiológicos da planta, sendo o átomo central da molécula de clorofila e atuando na fotossíntese, no transporte de carboidratos e na ativação enzimática. Cultivares modernas de amendoim absorvem até 30 kg ha⁻¹ de Mg, com exportação de cerca de 30% desse total pelas vagens. O pico de absorção ocorre entre os estádios R5 e R6 (CORDEIRO et al., 2025). Gao et al. (2024) demonstraram que o fornecimento adequado de Mg solúvel via solo aumenta a taxa fotossintética, o acúmulo de matéria seca, eficiência no uso de nitrogênio (NUE) e produtividade do amendoim. Em solos ácidos e arenosos, a deficiência de Mg é comum, reforçando a importância de fontes solúveis e de liberação rápida para garantir suprimento contínuo durante o ciclo do amendoim.

As fontes tradicionais de Ca e Mg, como o calcário dolomítico, apresentam baixa reatividade e resposta lenta, tornando-se limitantes quando aplicadas próximas à semeadura. Entretanto, os óxidos de Ca e Mg não substituem a calagem, cuja função principal é corrigir a acidez e elevar a saturação por bases, mas atuam como fontes complementares, capazes de disponibilizar rapidamente Ca e Mg em curto intervalo entre a aplicação e a semeadura. Os óxidos de Ca e Mg são produzidos pela calcinação de rochas carbonatadas (calcário ou dolomita) a 800–1.000 °C, processo que libera CO₂ e forma os respectivos óxidos (CaO e MgO). Esses produtos têm alta reatividade e alcalinidade, promovendo rápida liberação de nutrientes na solução do solo e suprimento imediato em estádios críticos da cultura.

Nos Estados Unidos, o uso de gesso agrícola é prática consolidada pela eficiência no suprimento de Ca diretamente às vagens e na formação dos grãos. Contudo, no Brasil ainda são escassos os estudos com fontes de rápida liberação, especialmente em áreas de reforma de pastagens e cana-de-açúcar, onde a calagem é feita próxima à semeadura e sob baixa precipitação. Diante desse contexto, os óxidos de Ca e Mg configuram-se como aliados da calagem, oferecendo alternativa técnica promissora para ampliar a disponibilidade imediata desses nutrientes, promover melhor equilíbrio

nutricional e aumentar o desempenho produtivo do amendoim em diferentes solos e ambientes tropicais.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Dois experimentos foram conduzidos na safra 2024/2025 em áreas comerciais de amendoim localizadas em Quintana-SP (solo arenoso – Neossolo Quartzarênico, 22°10'40.9"S, 50°23'35.0"W) e Rincão-SP (solo de textura média – Latossolo, 21°38'16.9"S, 47°57'54.2"W). As áreas apresentavam histórico distinto de uso: pastagem em Quintana e cana-de-açúcar em Rincão.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos compreenderam: sem aplicação de óxido (controle); aplicação de 200 kg ha⁻¹ nas épocas de 30 dias antes da semeadura, na semeadura, 15, 30 e 45 dias após a semeadura; e 400 kg ha⁻¹ aplicados 30 dias antes da semeadura e no momento da semeadura. O produto utilizado continha 46% de CaO e 33% de MgO. As aplicações em pré-semeadura foram incorporadas com grade niveladora, enquanto as demais foram realizadas manualmente em superfície.

O preparo do solo foi convencional, com incorporação do calcário dolomítico (PRNT 85%) aplicada 30 dias antes da semeadura, visando elevar a saturação por bases a 80%. As doses aplicadas foram de 1.150 kg ha⁻¹ em Quintana e 3.600 kg ha⁻¹ em Rincão. A semeadura foi realizada em 07/12/2024 (Quintana) e 19/11/2024 (Rincão), utilizando a cultivar IAC Granoleico, sob espaçamento de 17 × 73 cm (linhas duplas) em Quintana e 90 cm (linha simples) em Rincão. A adubação de base consistiu em 14–120–28 kg ha⁻¹ de N–P₂O₅–K₂O, aos 15 dias após a emergência (DAE), aplicaram-se 60 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura - via solo e 80 g ha⁻¹ de Mo, 10 g ha⁻¹ de Co – via foliar.

No estádio R2 do amendoim foram coletadas 20 folhas por parcela para diagnose foliar, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). A colheita foi realizada quando 70% das vagens estavam maduras, aos 116 DAE (Quintana) e 125 DAE (Rincão). As amostras foram secas e os resultados de produtividade ajustados para 7% de umidade. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste LSD ($P < 0,05$), utilizando o software Sisvar®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade do amendoim foi influenciada pela aplicação de óxidos de cálcio e magnésio, com variações em função dos locais e das épocas de aplicação (Figura 2). Em Quintana-SP (solo arenoso), o tratamento controle apresentou a menor produtividade, enquanto todas as aplicações de óxido proporcionaram incrementos na produtividade. A maior produtividade foi obtida com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ aos 15 dias após a emergência (DAE), alcançando 3.700 kg ha⁻¹, o que representa um ganho de 1.543 kg ha⁻¹ em relação ao controle. Embora a aplicação aos 45 DAE também tenha resultado em produtividade superior ao controle, esse tratamento apresentou o menor desempenho entre as épocas de aplicação com óxido (Figura 2). Em Rincão-SP (solo de textura média), as diferenças entre tratamentos foram menores. As maiores produtividades foram observadas nos tratamentos com 400 kg ha⁻¹ aplicados na pré-semeadura e com 200 kg ha⁻¹ aplicados no momento da semeadura, ambos superando 4.700 kg ha⁻¹. Esses resultados indicam que a aplicação de fontes mais reativas de Ca e

Mg nas fases iniciais de desenvolvimento favorece a absorção dos nutrientes, a formação e o enchimento das vagens, refletindo-se em maior produtividade.

Os teores foliares de Ca e Mg estiveram majoritariamente dentro da faixa de suficiência nos dois ambientes. Em Quintana-SP, o teor de Ca no controle ($12,8 \text{ g kg}^{-1}$) ficou ligeiramente abaixo do mínimo recomendado (13 g kg^{-1}), enquanto o Mg foi adequado. Já em Rincão-SP, os teores de Ca e Mg estiveram dentro da faixa de suficiência. Apenas os teores foliares de magnésio foram afetados pelos tratamentos. Em Quintana-SP, os maiores teores foram observados nas aplicações de 400 kg ha^{-1} na semeadura ($4,00 \text{ g kg}^{-1}$) e aos 30 DAE ($4,10 \text{ g kg}^{-1}$), superiores ao controle ($3,43 \text{ g kg}^{-1}$). Em Rincão-SP, embora as variações tenham sido menores, as aplicações em pré-semeadura e semeadura elevaram os teores de Mg para até $3,5 \text{ g kg}^{-1}$, frente aos $3,1 \text{ g kg}^{-1}$ do controle.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação de óxidos de cálcio e magnésio em solos previamente corrigidos com calcário aumentou a produtividade do amendoim nos dois ambientes avaliados. Os melhores resultados foram obtidos com doses de 200 a 400 kg ha^{-1} , especialmente quando aplicadas em pré-semeadura ou na semeadura. Aplicações em cobertura também foram eficientes, desde que realizadas até 30 dias após a emergência (DAE), enquanto as aplicações mais tardias (45 DAE) apresentaram resposta limitada. Além disso, observou-se melhora nos teores foliares de magnésio, indicando maior disponibilidade e absorção do nutriente ao longo do ciclo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CALTEC Química Industrial S.A. pelo financiamento do estudo e apoio à pesquisa. Agradecem também aos produtores Diego Zanatta e ao Grupo Carneiro pela disponibilização das áreas experimentais localizadas nos municípios de Quintana-SP e Rincão-SP, respectivamente, fundamentais para a condução deste trabalho.

LITERATURA CITADA

CORDEIRO, C. F. D. S., GALDI, L. V., & ECHER, F. R. (2025). Nutrient uptake and removal by runner peanut cultivars of different maturity groups. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 49, e0240088.

CHEN, T., WANG, X., WANG, Y., ZENG, R., YAO, S., GAO, Y., ZHANG, J., WANG, J., ZHANG, H., WAN, S., & ZHANG, L. (2023). Seasonal differences in yield and fertilizer use efficiency of different low-calcium-tolerant peanut varieties in response to the timing and splitting of calcium application in southern China. *European Journal of Agronomy*, 151, 126988.

GAO, Y., ZENG, R., YAO, S., WANG, Y., WANG, J., WAN, S., HU, W., CHEN, T., & ZHANG, L. (2024). Magnesium fertilizer application increases peanut growth and pod yield under reduced nitrogen application in southern China. *The Crop Journal*, 12(3), 915–926.

YANG, R., HOWE, J. A., HARRIS, G. H., & BALKCOM, K. B. (2022). Reevaluation of calcium source for runner-type peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research*, 277, 108402.

YANG, R., HOWE, J. A., HARRIS, G. H., & BALKCOM, K. B. (2022). Uptake and timing of calcium in runner peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research*, 277, 108429.

Figuras e Tabelas:

Tabela 1 – Análise química do solo antes da semeadura do amendoim, nas duas áreas experimentais nas camadas de 0-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm, setembro 2024.

Prof. cm	pH	M.O.	P	S-SO ⁻² ₄	Al ³⁺	H+A	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		mmolc dm ⁻³							%
Quintana-SP												
0-20	5,7	7	11	3	0	10	0,3	15	5,5	21	39	55
20-40	5,4	7	8	3	0	13	0,3	12	5	17	37	46
40-60	4,9	4	5	4	1	15	0,2	9	4	13	28	35
60-80	4,5	4	3	4	2	16	0,2	7	2	9	25	24
Rincão -SP												
0-20	4,9	16	20	4	1	28	0,9	24	8	33	64	51
20-40	4,5	8	8	16	4	28	1,3	7	4	12	40	31
40-60	4,3	6	4	30	6	28	1,3	4	2	7	35	21
60-80	4,2	4	3	62	6	28	0,8	3	2	6	34	17

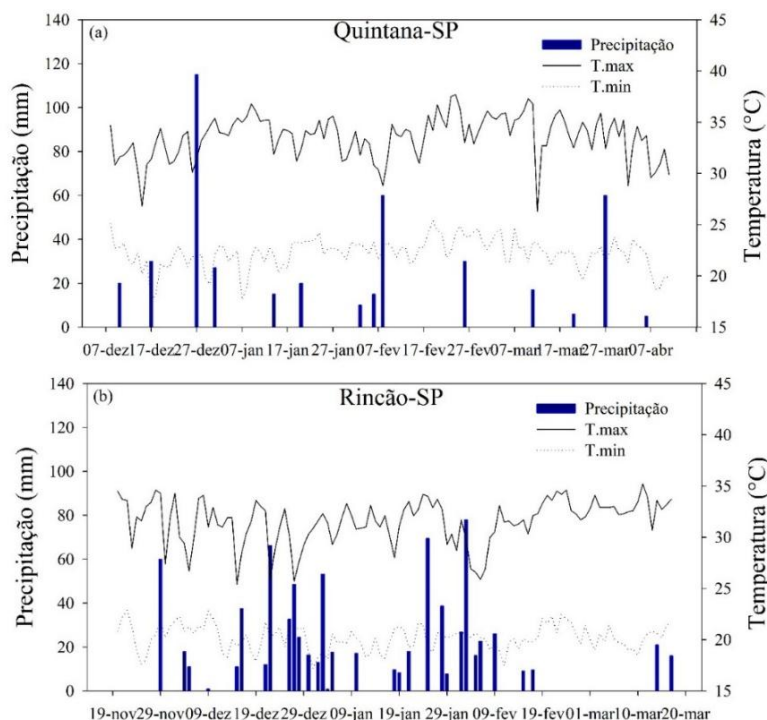


Figura 1 – Precipitação, temperatura máxima e mínima, durante a condução dos estudos – 2024-2025. Quintana-SP e Rincão-SP.

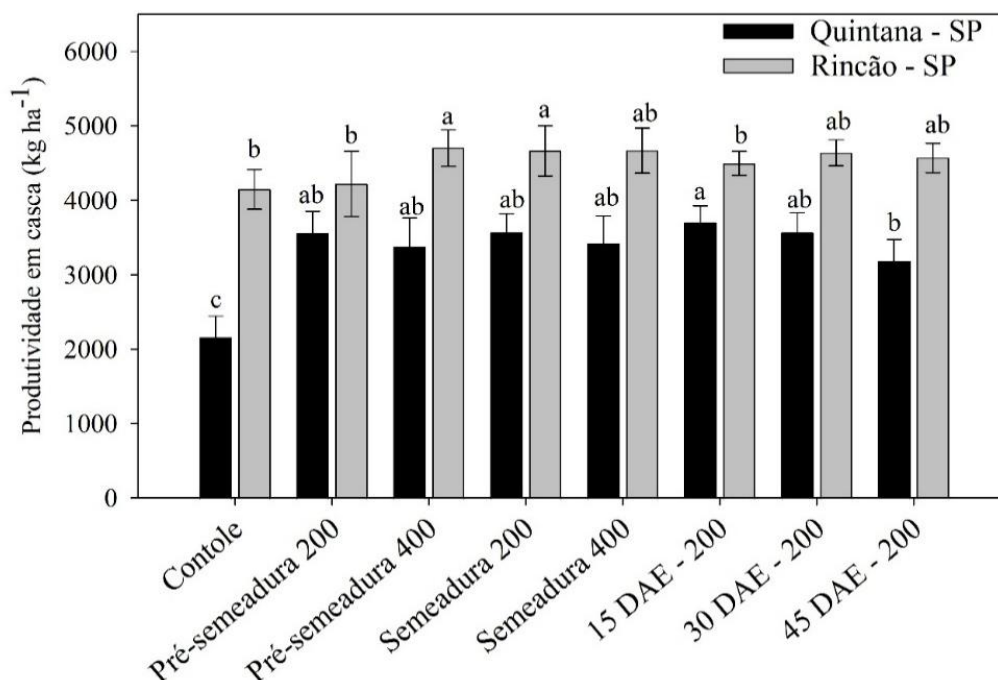


Figura 2. Produtividade do amendoim em casca em função de diferentes doses e época de aplicação de óxido de Ca e Mg - Quintana-SP e Rincão-SP. Letras diferentes diferem pelo teste LSD ($P < 0,05$). DAE: dias após emergência.

Tabela 2 – Teores cálcio e magnésio nas folhas do amendoim no estágio R2 em função de diferentes doses e época de aplicação de óxido de Ca e Mg - Quintana-SP e Rincão-SP.

Tratamentos	Quintana - SP		Rincão - SP	
	Cálcio	Magnésio	Cálcio	Magnésio
Controle	12,8 a	3,43 b	13,8 a	3,1 d
Pré-semeadura 200	14,3 a	3,33 b	15,6 a	3,5 a
Pré-semeadura 400	14,4 a	3,38 b	16,0 a	3,4 ab
Semeadura 200	13,5 a	3,78 ab	16,5 a	3,2 cd
Semeadura 400	15,7 a	4,00 a	14,9 a	3,3 abc
15 DAE - 200	14,2 a	3,68 ab	15,7 a	3,3 ab
30 DAE - 200	14,0 a	4,10 a	14,4 a	3,4 ab
45 DAE - 200	12,8 a	3,68 ab	13,4 a	3,3 bc
Faixa de suficiência	13-18	3,0-8,0	13-18	3,0-8,0
CV (%)	16,5	12,4	13,0	3,0

CV: coeficiente de variação; DAE- dias após emergência. Letras diferentes diferem pelo teste LSD ($P < 0,05$).

O AUMENTO DA DENSIDADE DE PLANTAS PROMOVE A INTERCEPTAÇÃO PRECOCE DA RADIAÇÃO E ACÚMULO DE BIOMASSA EM CULTIVARES DE AMENDOIM IRRIGADO

Gilmar Santos Martins Junior¹, Lucas Facholi dos Santos²; Leticia Mendes de Souza²; Eduarda Ferreira da Silva²; Carlos Felipe dos Santos Cordeiro³; Fábio Rafael Echer³.

¹Mestrando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista - gilmartinsjnr@gmail.com

²Graduanda em Agronomia – Universidade do Oeste Paulista

³Docente da Graduação e do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste – carloscordeiro@unoeste.br; fabioecher@unoeste.br

PROBLEMÁTICA

A implantação de sistemas irrigados de produção é uma das estratégias de atenuação dos efeitos das adversidades climáticas sobre a produção agrícola. Tal manejo exige estratégias que garantam maior retorno econômico ao produtor a fim de reduzir o período de amortização do investimento. Nesse sentido, a intensificação do sistema produtivo se faz necessária, o que inclui o cultivo de culturas de alto valor agregado. O amendoim desempenha papel fundamental por ser uma cultura de elevado valor comercial, com capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) e boa adaptação a solos arenosos. No entanto, para que sua inserção em sistemas irrigados seja viável, é necessário que o ciclo seja encurtado, permitindo uma janela adequada para a cultura subsequente. A semeadura antecipada aliada ao ajuste da densidade de plantas e ao uso de cultivares precoces surge como uma estratégia promissora para antecipar a colheita e otimizar o uso da terra, sem comprometer o potencial produtivo da cultura.

CONHECIMENTO PRÉVIO

A densidade de plantas interfere na interceptação de luz, acúmulo de biomassa e eficiência do uso da radiação pelo amendoim. Densidades muito baixas reduzem o índice de área foliar (IAF) e o fechamento do dossel, diminuindo a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e a produção de matéria seca. Por outro lado, densidades elevadas aumentam a competição entre plantas por luz, água e nutrientes, podendo reduzir a produtividade sob estresse hídrico (Cordeiro et al., 2023). Apesar dos produtores de amendoim utilizarem densidades entre 140.000 e 270.000 plantas ha⁻¹ no Brasil, Cordeiro et al., (2025) indicaram que em ambiente de sequeiro e semeadura em época regular (outubro e novembro) no Oeste Paulista, as melhores produtividades ocorreram com densidades de 10 a 12 plantas m⁻¹ (111.000 e 133.000 plantas ha⁻¹) dependendo do histórico de cultivo e da disponibilidade hídrica da safra.

O aumento da densidade acelera o fechamento do dossel precocemente (Cordeiro et al., 2023), além de limitar crescimento os ramos laterais e conseqüentemente a formação de vagens tardiamente (Morla et al., 2018), resultando antecipação e maior uniformidade de maturação das vagens (Cordeiro et al., 2025). Essa resposta é potencializada pelo uso de cultivares precoces, que permitem encurtamento do ciclo associado à boas produtividades. Essa combinação pode aumentar o a expansão precoce do índice de área foliar (IAF) e a interceptação de radiação fotossinteticamente ativa (IPAR) nas fases iniciais, promovendo maior acúmulo de biomassa e maturação antecipada. Esse manejo favorece o escalonamento das colheitas e a inserção de um

cultivo subsequente em sistemas irrigados, representando uma estratégia eficiente para elevar a eficiência temporal e produtiva dos sistemas agrícolas (Cordeiro et al., 2025; Whittenton et al., 2025; Yilmaz et al., 2022).

Além disso, o sistema de semeadura direta (SSD) tem se mostrado uma estratégia eficiente para conservar a umidade e a estrutura do solo, melhorar a ciclagem de nutrientes e reduzir os impactos climáticos (Betiol et al., 2023). Quando associado à irrigação, o SSD pode aumentar a eficiência do uso dos recursos e permitir o cultivo antecipado, otimizando o crescimento inicial e o aproveitamento da radiação solar em fases críticas da cultura.

Dessa forma, o ajuste da densidade em cada cultivar constitui uma ferramenta eficiente para otimizar o acúmulo de biomassa e a janela de cultivo, o que irá favorecer a cultura subsequente e o próprio sistema produtivo irrigado. Com base nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito da densidade de plantas e de cultivares de amendoim de ciclo precoce e superprecoce em ambiente irrigado no Oeste Paulista, buscando identificar estratégias que favoreçam a antecipação da colheita e aumentem a eficiência produtiva de sistemas agrícolas intensivos em solos arenosos.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), em Presidente Bernardes – SP (22°17'03.6"S, 51°40'36.8"W; 401 m de altitude), em área irrigada por pivô central. O clima local é tropical com inverno seco (Aw, Köppen-Geiger). Durante o ciclo da cultura, a temperatura média foi de 26,6 °C e o acúmulo térmico atingiu 1652 graus-dia, considerando temperatura base de 13,3 °C. A precipitação total foi de 817,1 mm, sendo 345,9 mm provenientes da irrigação e 471,2 mm de chuva. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas corresponderam às cultivares de amendoim de ciclo precoce (IAC OL3) e superprecoce (EC-214), e as subparcelas às densidades de 4, 7, 10, 13 e 16 plantas m⁻¹ de linha. A parcela experimental foi constituída por 3,6 m de largura e 7,0 m de comprimento.

A semeadura foi realizada em 30 de agosto de 2024, no sistema de linha simples (0,90 m entre linhas), sobre palhada de um mix de plantas de cobertura (milheto, braquiária e crotalária). A emergência ocorreu em 7 de setembro de 2024. A adubação de base seguiu a análise de solo, com aplicação de 20, 70 e 35 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A marcação das linhas e a adubação foram realizadas com semeadora mecânica e a semeadura foi realizada manualmente. Aos 10 dias após a emergência, foi realizado desbaste para ajustar o estande conforme os tratamentos. No estádio V5, aplicaram-se 10 e 50 g ha⁻¹ de Co e Mo, respectivamente.

O índice de área foliar (IAF) foi determinado com ceptômetro (AccuPAR LP-80, Meter Group) nos estádios R1-R2, R3-R4, R5-R6 e R7. Nas mesmas épocas, três plantas por parcela foram coletadas para determinação da massa de matéria seca. As amostras foram lavadas, separadas em partes vegetativa e reprodutiva, secas em estufa a 65 °C por 72 h, pesadas e moídas. A interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IPAR) foi calculada pela diferença da irradiância medida acima e abaixo do dossel, em dias de céu claro, entre 11h e 13h, utilizando o mesmo ceptômetro. A eficiência do uso da radiação (EUR, g MJ⁻¹) foi determinada pela razão entre a massa seca total (g m⁻²) e

a radiação total interceptada (MJ m^{-2}), conforme Sinclair e Muchow (1999) e Bigatton et al. (2024).

O arranquio e inversão das plantas foi realizado mecanicamente utilizando um arrancador/inversor em 10 de janeiro de 2025, quando aproximadamente 70% das vagens apresentavam maturação, considerando a densidade de 16 plantas m^{-1} . A colheita foi realizada manualmente nas duas linhas centrais de cada parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando a interação entre cultivares e densidades. As médias foram comparadas pelo teste LSD ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da densidade de plantas elevou o IAF em ambos os genótipos, especialmente nos estádios R3–R6 (Figuras 1a e 1b). As maiores densidades (13 e 16 plantas m^{-1}) proporcionaram rápido fechamento do dossel e maior área fotossintética, refletindo maior interceptação de radiação e acúmulo de biomassa. A cultivar superprecoce apresentou menor IAF absoluto, o que está associado ao seu ciclo mais curto e menor período de crescimento vegetativo. Esses resultados confirmam observações de Yilmaz et al. (2022), que relataram incremento do IAF com densidades intermediárias, seguidas de estabilização devido à limitação por competição intraespecífica.

A iPAR acompanhou a evolução do IAF, atingindo valores próximos a 95–100% no estágio R7 (Figuras 1d e 1e). Densidades acima de 10 plantas m^{-1} aceleraram o fechamento do dossel e anteciparam a interceptação máxima de radiação, fator desejável em sistemas intensivos com necessidade de encurtar o ciclo. O aumento da iPAR em densidades maiores indica uso mais eficiente do espaço e maior cobertura do solo, reduzindo a incidência direta de radiação sobre o solo, mas que pode resultar em autossombreamento da parte inferior do dossel e intensificar problemas fitossanitários com doenças.

O acúmulo de massa de matéria seca (MS) aumentou progressivamente ao longo dos estádios fenológicos (Figuras 1g e 1h), com efeito significativo da densidade. As densidades de 13 e 16 plantas m^{-1} resultaram em maior acúmulo de MS, indicando maior capacidade de interceptar e converter energia luminosa em biomassa. No entanto, acima de 13 plantas m^{-1} , o ganho de matéria seca passa a se estabilizar, indicando que densidades maiores deixam de proporcionar incrementos expressivos devido ao aumento da competição intraespecífica por luz e nutrientes. A cultivar precoce apresentou maior acúmulo final de MS, reflexo de a maior área foliar e ciclo vegetativo mais prolongado. Resultados semelhantes foram relatados por Cordeiro et al. (2025), que destacam que densidades intermediárias a altas maximizam o acúmulo de biomassa sem comprometer o balanço energético das plantas, desde que não falte água no sistema.

A EUR apresentou variação ao longo do ciclo, com picos entre os estádios R3–R4 (2,04 e 1,95 g MJ^{-1} , superprecoce e precoce, respectivamente) e constância, posteriormente (Figuras 1j e 1k). As maiores eficiências foram observadas nas densidades de 13 e 16 plantas m^{-1} (2,91 e 2,62 g MJ^{-1} , respectivamente), indicando que o adensamento favorece a interceptação e a conversão da energia luminosa em biomassa. Em densidades muito baixas, a menor cobertura do dossel limitou a interceptação de radiação; entretanto, o aumento da densidade não promoveu queda da EUR, sugerindo que o dossel manteve distribuição de luz suficiente para sustentar a atividade fotossintética mesmo sob maior competição. Whittenton et al. (2025)

relataram redução da EUR em densidades elevadas devido ao sombreamento do terço inferior, porém tal efeito não foi observado neste estudo, possivelmente em função da arquitetura foliar e da capacidade de ajuste morfológico dos genótipos avaliados.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A densidade de plantas entre 13 e 16 plantas m^{-1} promoveu desenvolvimento precoce do dossel, melhoria da interceptação de radiação e no acúmulo de biomassa ao longo do ciclo. A manutenção da EUR em níveis elevados mesmo nas maiores densidades indica que os genótipos avaliados apresentam capacidade de ajuste morfológico para otimizar a distribuição de luz no perfil vertical, evitando perdas de eficiência por sombreamento excessivo.

LITERATURA CITADA

BETIOL, O.; BOLONHEZI, D.; LEAL, É. R. P.; GRUENER, C. E.; MICHELOTTO, M. D.; FURLANI, C. E. A.; RUIZ, F. F. (2023). Conservation agriculture practices in a peanut cropping system: Effects on pod yield and soil penetration resistance. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 47, e0230004.

CORDEIRO, C. F. D. S.; PILON, C.; ECHER, F. R.; ALBAS, R.; TUBBS, R. S.; HARRIS, G. H.; ROSOLEM, C. A. (2023). Adjusting peanut plant density and potassium fertilization for different production environments. *Agronomy Journal*, 115(2), 817–832.

CORDEIRO, C. F. D. S.; GALDI, L. V.; ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A. (2025). Radiation use efficiency and peanut yield as affected by planting pattern and plant density in different crop systems. *Agronomy Journal*, 117(5), e70152.

MORLA, F. D.; GIAYETTO, O.; FERNANDEZ, E. M.; CERIONI, G. A.; CERLIANI, C. (2018). Plant density and peanut crop yield (*Arachis hypogaea* L.) in the peanut growing region of Córdoba (Argentina). *Peanut Science*, 45(2), 82–86.

WHITTENTON, B.; BALKCOM, K. B.; TUBBS, R. S.; ROWLAND, D. L.; SMITH, N. B. (2025). Optimal digging time of peanut in the mid-southern United States. *Agronomy Journal*, 117(5), e70156.

YILMAZ, M.; JORDAN, D. L. (2022). Effect of plant density on yield and quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Turkish Journal of Field Crops*, 27(2), 217–223.

FIGURAS

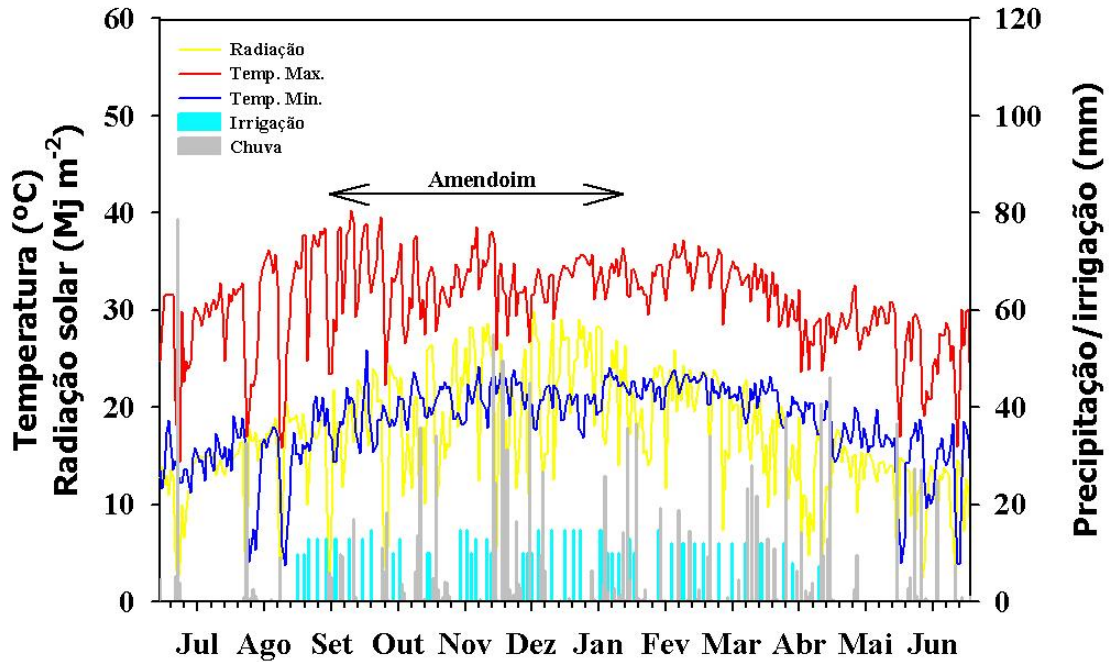


Figura 1 - Variação diária da radiação solar, temperatura máxima e mínima, precipitação e lâminas de irrigação durante o ciclo do amendoim (setembro/2024 a janeiro/2025) em Presidente Bernardes – SP.

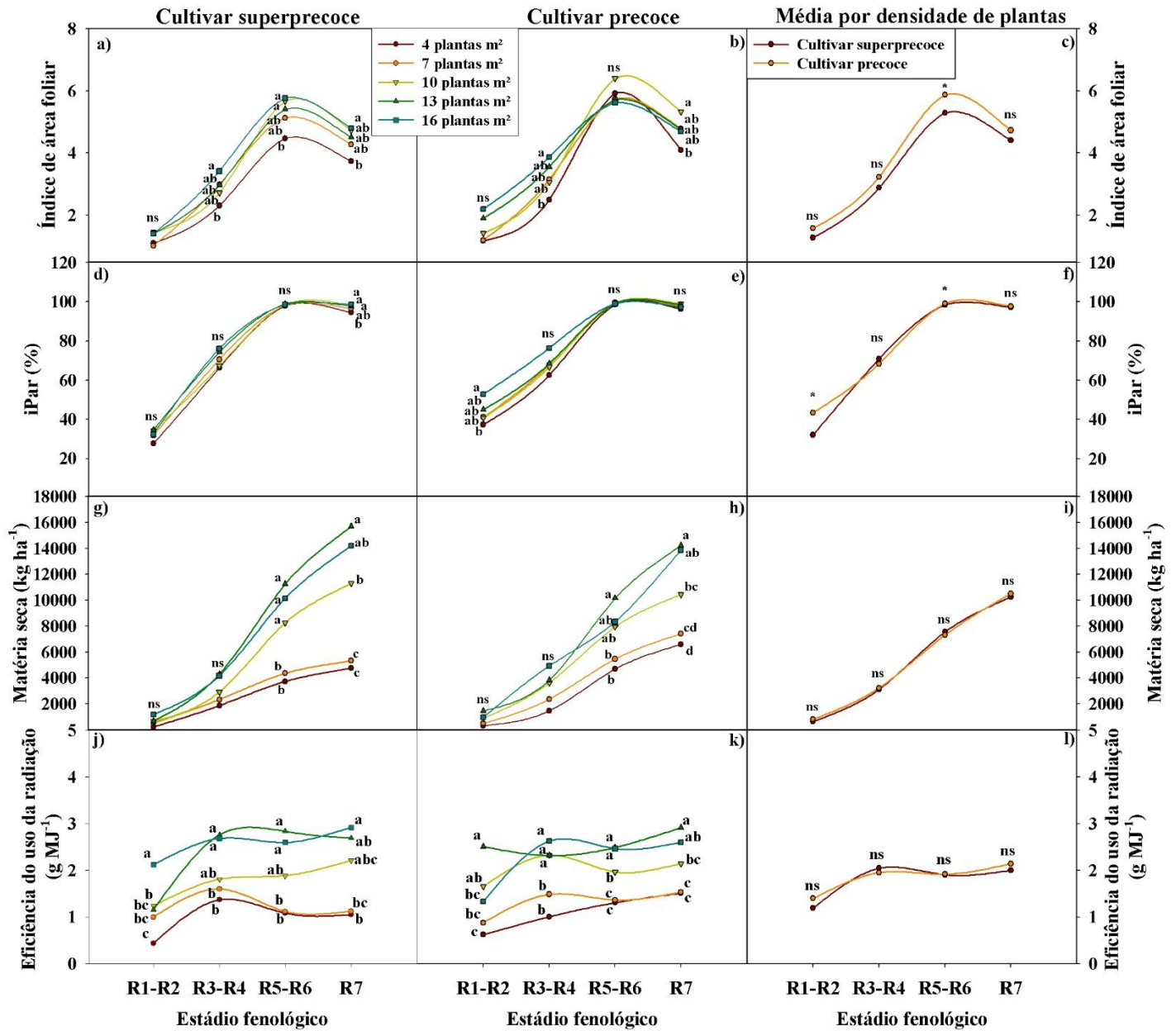


Figura 2 - Variação do índice de área foliar (IAF), interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IPAR), acúmulo de matéria seca (MS) e eficiência do uso da radiação (EUR) em cultivares de amendoim de ciclo precoce e superprecoce sob diferentes densidades de plantas, em ambiente irrigado no Oeste Paulista, safra 2024/25.

FERTILIDADE DO SOLO AFETADA PELA CORREÇÃO E SISTEMA DE PREPARO DO SOLO EM CULTIVO DE AMENDOIM

Paulo Roberto Costa¹, Adrian Gomes de Freitas², Eduardo Ferreira de Lima Casarotti², Ceci Castilho Custódio³, Fábio Rafael Echer³, Carlos Felipe dos Santos Cordeiro³

¹Doutorando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista – paulor_costa@yahoo.com.br

²Graduando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista

³Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e da Graduação em Agronomia da Unoeste – Universidade do Oeste Paulista - carloscordeiro@unoeste.br

PROBLEMÁTICA

A manutenção da fertilidade do solo é um dos principais desafios para a sustentabilidade do cultivo do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), especialmente nos solos arenosos da região oeste de São Paulo. Práticas de correção do solo e os diferentes sistemas de preparo podem promover alterações significativas na disponibilidade de nutrientes e na eficiência de uso dos corretivos e fertilizantes. No sistema convencional, o revolvimento intenso do solo tende a acelerar a mineralização da matéria orgânica e a liberação mais rápida de nutrientes, enquanto no sistema de semeadura direta o acúmulo superficial de corretivos e resíduos culturais pode provocar gradientes de fertilidade ao longo do perfil. Essa variação nas condições químicas e físicas do solo pode impactar o desenvolvimento radicular, a nodulação e, conseqüentemente, o rendimento da cultura. Diante desse cenário, surge a necessidade de investigar de que forma a correção do solo com calcário, gesso e inoculação influenciam a fertilidade do solo em cultivo de amendoim, buscando identificar estratégias de manejo mais adequadas para maximizar a eficiência produtiva, estruturação e conservação da qualidade do solo.

CONHECIMENTO PRÉVIO

A produção brasileira de amendoim é historicamente concentrada no estado de São Paulo, na qual a cultura encontrou condições edafoclimáticas favoráveis para seu desenvolvimento (Silva et al., 2019; Jammal, 2019). Entretanto, a região oeste paulista, uma das principais áreas produtoras, caracteriza-se por apresentar solos predominantemente arenosos e pela ocorrência frequente de veranicos prolongados.

A suplementação de cálcio é vital para a produção ideal de amendoim (Yang et al. 2022). O cálcio é muito importante durante o desenvolvimento das vagens e as vagens do amendoim absorvem diretamente o cálcio do solo para seu crescimento e desenvolvimento adequados. A aplicação externa de cálcio é muito importante em solos deficientes em cálcio para o desenvolvimento completo das vagens no amendoim (Kadirimangalam, et al. 2022). Além disso, o calcário e o gesso afetam a disponibilidade e absorção de nutrientes, alterando o pH e a solubilidade dos elementos no solo (Marques et al., 2011). Em solos ácidos, a deficiência de nutrientes, como o molibdênio, prejudica a fixação biológica de nitrogênio, essencial ao crescimento do amendoim (Nakagawa et al., 1990). Assim, a calagem contribui para o fornecimento de cálcio e melhora a disponibilidade de molibdênio, enquanto a inoculação das sementes

potencializa a fixação de nitrogênio e o desenvolvimento das plantas (Santos et al., 2017).

Diante dessas condições, torna-se essencial a adoção de práticas de manejo que contribuam para a melhoria da estrutura e da fertilidade do solo, como a correção da acidez por meio da calagem e da aplicação de gesso agrícola, favorecendo o aprofundamento do sistema radicular e a maior exploração do perfil do solo em busca de água e nutrientes durante períodos de déficit hídrico.

Além disso, o cultivo sob sistema de semeadura direta na palha tem se mostrado uma alternativa promissora para a conservação da umidade e da temperatura do solo, reduzindo o impacto dos veranicos (Betiol et al., 2023).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em Presidente Bernardes-SP (latitude 22°11'53"S; longitude 51°40'30"W e altitude de 475 m) nas safras 2023/2024 e 2024/2025. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico de textura arenosa. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo CWa, mesotérmico com inverno seco. A área de estudo foi cultivada com pastagem degradada até 2015; na safra 2015/2016 foi cultivada com soja; entre 2016 e 2019 permaneceu em pousio e na safra 2019/2020 foi feito o cultivo de algodão, permanecendo desde então, em pousio. As propriedades químicas iniciais do solo foram avaliadas nas profundidades de 00-20cm, 20-40cm, 40-60cm e 60-80cm (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas pelos sistemas de preparo do solo: Preparo Convencional do Solo (PC) e Semeadura Direta (SD). As subparcelas pelos manejos de correção do solo e inoculação do amendoim: (i) sem correção do solo, (ii) calagem, (iii) calagem+gesso agrícola (C+G), (iv) calagem+gesso agrícola+inoculação (C+G+I) do amendoim com *Bradyrhizobium* - SEMIA 6144. As parcelas tinham dimensões de 40 (comprimento) x 3,6 m (largura) (144 m²) e as sub-parcelas de 10 (comprimento) x 3,6m (largura) (36m²). Para cálculo da calagem foi utilizado o método de saturação de bases com objetivo de atingir 70% nas camadas de 0-20 (Quaggio et al., 2022). Foi utilizado calcário dolomítico (31% CaO e 21% MgO). Para cálculo da dose de gesso agrícola foi considerado a camada de 20-40 cm do solo, teor de argila (g kg⁻¹) multiplicado por 6 (Quaggio et al., 2022). A inoculação do amendoim foi realizada no sulco de semeadura com quatro doses de inoculante.

As amostras de solo para análise da fertilidade foram coletadas logo após a colheita nas safras 2023/2024 e 2024/2025, nas profundidades de 00-10cm, 10-20cm e 20-40cm.

A variância foi analisada pelo teste F e as médias dos tratamentos experimentais comparadas pelo teste t (LSD) (P<0.05), utilizando-se software estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram que os teores de cálcio no solo foram superiores nos tratamentos calagem+gesso agrícola (C+G) e calagem+gesso agrícola+inoculação (C+G+I) em todas as camadas, quando comparados ao tratamento sem correção, nas

duas safras avaliadas. Em relação ao sistema de preparo do solo, observaram-se maiores teores de cálcio no sistema de semeadura direta no tratamento C+G+I na camada de 0–10 cm em 2024, e nos tratamentos C+G e C+G+I na camada de 10–20 cm, bem como no tratamento C+G na camada de 20–40 cm, em virtude do não revolvimento do solo no sistema de semeadura direta (Figura 1).

Resultados semelhantes foram obtidos nos teores de magnésio para os tratamentos com correção do solo. Na interação com o sistema de preparo do solo houve diferença significativa nos tratamentos com calagem e C+G+I, na profundidade de 20–40cm, com teores mais elevados na semeadura convencional, no segundo ano avaliado (Figura 2).

O teor de enxofre no solo também foi superior nos tratamentos C+G e C+G+I em relação ao tratamento sem correção, obtendo teores maiores nas camadas de 20–40cm nos dois anos avaliados (Figura 3).

Observou-se que o sistema de semeadura convencional apresentou maiores teores de cálcio, magnésio e enxofre em comparação à semeadura direta na palha. Esse resultado pode ser atribuído à maior homogeneização do solo proporcionada pelo preparo convencional, que favorece a incorporação e a reação dos corretivos. No sistema de semeadura direta, por outro lado, ocorre maior acúmulo e exportação desses nutrientes para a palhada, cuja decomposição mais lenta retarda a liberação e a disponibilidade desses elementos na solução do solo.

A aplicação de inoculante não alterou os teores de cálcio, magnésio e enxofre no solo, indicando que sua utilização não interferiu na disponibilidade desses nutrientes.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A calagem associada ao gesso agrícola melhorou os níveis de cálcio, magnésio e enxofre até 40cm de profundidade.

O sistema de preparo do solo influenciou a distribuição dos nutrientes, sendo que a semeadura convencional favoreceu maior incorporação e disponibilidade de cálcio, magnésio e enxofre no perfil do solo.

A aplicação de inoculante não apresentou efeito sobre os teores desses nutrientes.

LITERATURA CITADA

Betiol, O., Bolonhezi, D., Leal, É. R. P., Gruener, C. E., Michelotto, M. D., Furlani, C. E. A., & Ruiz, F. F. (2023). Conservation agriculture practices in a peanut cropping system: Effects on pod yield and soil penetration resistance. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 47, e0230004.

JAMMAL, D. G. A cultura do amendoim e seus reflexos econômicos, sociais e técnicos. 2019.

KADIRIMANGALAM, S. R., SAWARGAONKAR, G., & CHOUDHARI, P. (2022). Morphological and molecular insights of calcium in peanut pod development. *Journal of Agriculture and Food Research*, 9, 100320. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100320>

MARQUES, R. R., CRUSCIOL, C. A. C., CASTRO, G. S. A., PERIM, L. Water-Soluble Nutrients in Aerial Plant Parts of Peanut and White Oat as Affected by Lime and Gypsum Application. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 2, p. 513–522, 2011.

NAKAGAWA, J., NAKAGAWA, J., IMAIZUMI, I., ROSSETO, C. A. Efeitos de algumas fontes de fósforo e da calagem na qualidade de sementes de amendoim. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 25, n. 4, p. 505-512, 1990.

QUAGGIO, J. A., ZAMBROSI, F. C. B., CANTARELLA, H., GODOY, I. J., CRUSCIOL, C. A. C., BOLONHEZI, D. Amendoim. In: RAIJ, B. et al. (Eds.), *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo* (2 ed.). Boletim Técnico do Instituto Agronômico de Campinas. 489p. 2022.

SANTOS, D. D. S., BUSH, A., DA SILVA, E. R., ALAN MARIO ZUFFO, F. S. Nitrogen fixing bacteria and molybdenum in peanut cropping on Brazilian Cerrado soil. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 4, n. 5, p. 84-92, 2017.

SILVA, T. A. D. Influência da calagem residual na aquisição da qualidade fisiológica de sementes de trigo produzidas em sistema de semeadura direta. 2017 (Tese)

SILVA, R.P.; SANTOS, F.S.; CARREGA, W.C. Avanços na produção de amendoim. Jaboticabal : Funep, 2019.

Yang, R., Howe, J. A., Harris, G. H., & Balkcom, K. B. (2022). Reevaluation of calcium source for runner-type peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research*, 277, 108402. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108402>

Tabela 1 - Atributos do solo antes da implantação do estudo. Presidente Bernardes-SP,

Profundidade (cm)	pH (CaCl ₂)	M.O. (g dm ⁻³)	P resina (mg dm ⁻³)	S	Al	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	m
							(mmol _c dm ⁻³)					(%)	
00-20	4,9	11	4	3	1	24	0,6	15	4	20	44	45	5
20-40	4,3	10	1	4	3	25	0,4	4	1	5	30	18	36
40-60	4,8	10	3	6	1	22	1,0	15	3	19	41	46	5
60-80	4,5	10	2	8	2	24	1,0	13	3	17	41	41	11

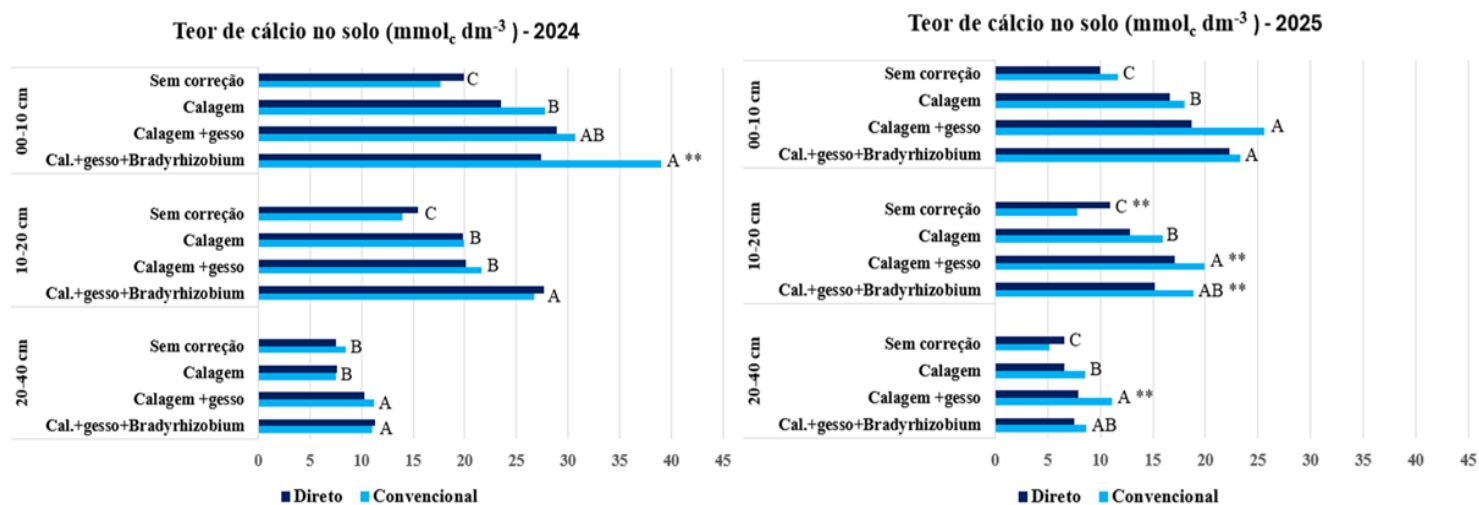


Figura 1: Teores de cálcio no solo em função da correção do solo e inoculação, em diferentes sistemas de semeadura, nas profundidades de 00-10cm, 10-20cm e 20-40cm. Letras maiúsculas, mostram o efeito da correção do solo pelo teste t (LSD). Letras acompanhadas por * e ** diferem entre si 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste f, entre os sistemas de semeadura.

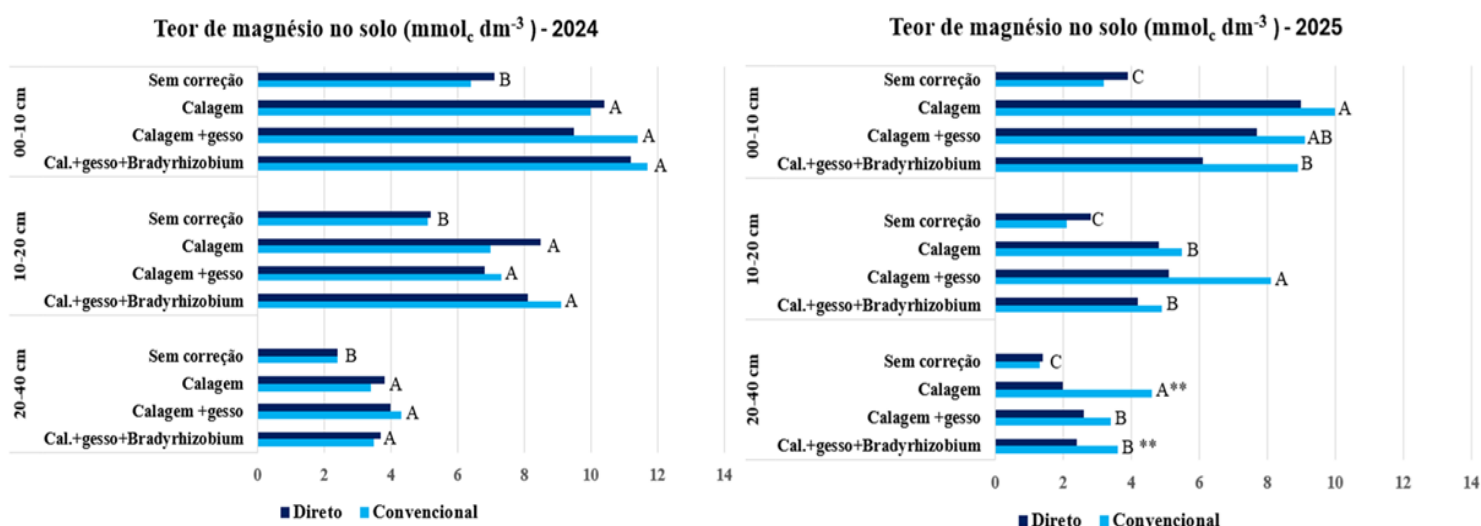
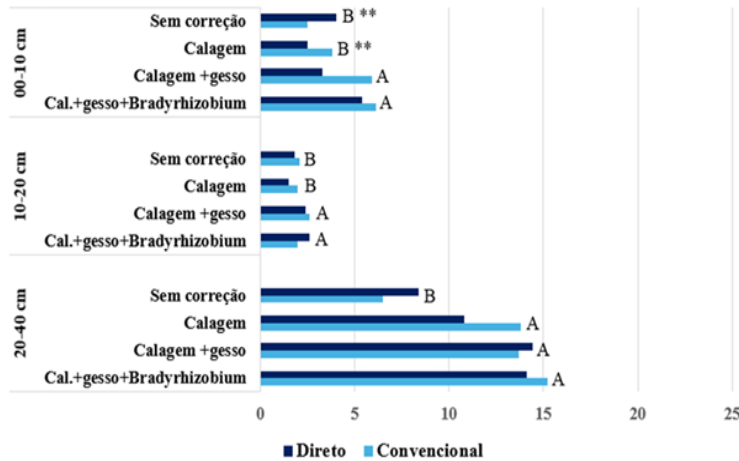


Figura 2: Teores de magnésio no solo em função da correção do solo e inoculação, em diferentes sistemas de semeadura, nas profundidades de 00-10cm, 10-20cm e 20-40cm. Letras maiúsculas, mostram o efeito da correção do solo pelo teste t (LSD). Letras acompanhadas por * e ** diferem entre si 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste f, entre os sistemas de semeadura.

Teor de enxofre no solo ($\text{mmol}_e \text{dm}^{-3}$) - 2024



Teor de enxofre no solo ($\text{mmol}_e \text{dm}^{-3}$) - 2025

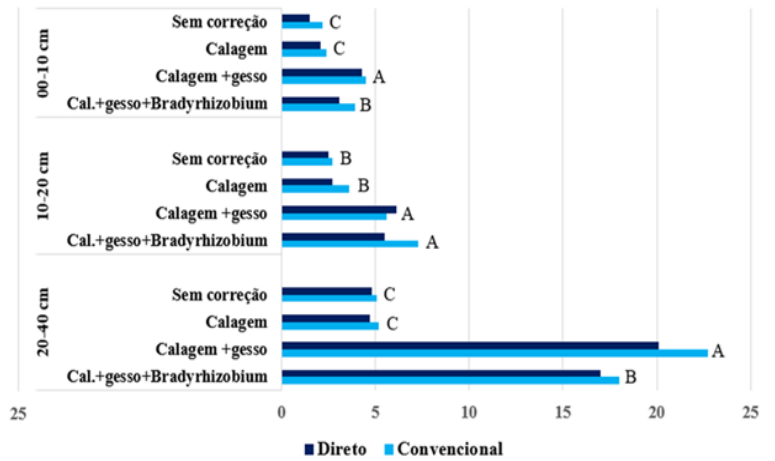


Figura 3: Teores de enxofre no solo em função da correção do solo e inoculação, em diferentes sistemas de semeadura, nas profundidades de 00-10cm, 10-20cm e 20-40cm. Letras maiúsculas, mostram o efeito da correção do solo pelo teste t (LSD). Letras acompanhadas por * e ** diferem entre si 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste f, entre os sistemas de semeadura.

TABELA BRASILEIRA DE MATURAÇÃO DO AMENDOIM: FERRAMENTA PARA COLHEITA DE SEMENTES COM QUALIDADE FISIOLÓGICA SUPERIOR

Gustavo Roberto Fonseca de Oliveira¹, Edvaldo Aparecido Amaral da Silva²

UNESP – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, São Paulo e gustavo.fonseca@unesp.br

PROBLEMÁTICA

As plantas de amendoim do grupo Virgínia, variedades do tipo Runner, são as mais cultivadas do Brasil. Uma característica marcante dessas variedades é o florescimento indeterminado. No campo, as plantas apresentam ciclos repetidos de florescimento, iniciados por volta dos 30 dias após a emergência, como ocorre na variedade IAC 505 e outras. Embora esse hábito possa ser uma estratégia ancestral do amendoim, representa um desafio técnico para a produção de sementes. Isso porque existe diferença na emissão das flores na mesma planta, o que resulta em vagens e sementes em diferentes estádios de desenvolvimento ao final do ciclo (NAKAGAWA e ROSOLEM, 2011). Estudos mostram que a qualidade fisiológica, composta por germinação, tolerância à dessecação, vigor e longevidade, é adquirida durante o desenvolvimento da semente (OKADA et al., 2021). Entretanto, os agricultores brasileiros encontram, proporções variadas de sementes de amendoim maduras e imaturas na mesma planta no momento da colheita, sem ferramentas que auxiliem na decisão do ponto ideal visando à otimização da qualidade fisiológica. Até recentemente, não havia no Brasil material com indicadores de colheita de sementes para variedades e clima locais. Este trabalho buscou preencher pela primeira vez no país essa lacuna científica histórica, desde as primeiras publicações norte-americanas a mais de 40 anos focadas na produção de grãos (FONSECA DE OLIVEIRA e AMARAL DA SILVA, 2024).

CONHECIMENTO PRÉVIO

Conforme descrito na literatura mundial, sementes imaturas são de baixa qualidade fisiológica e perdem a sua viabilidade rapidamente após serem armazenadas o que limita o estabelecimento da lavoura e a produtividade (FINCH-SAVAGE e BASSEL, 2016; LIMA et al., 2017; SONG et al., 2022; VERDIER et al., 2019). Muitos problemas de baixa qualidade fisiológica das sementes de amendoim foram relatados no Brasil, mas sem respostas para melhorar o vigor dos lotes (BARBOSA et al., 2014). Por meio de pesquisas, foi descoberto que o final do desenvolvimento do amendoim, após o máximo acúmulo de massa de matéria seca, é que o vigor e a longevidade das sementes são adquiridos (OKADA et al., 2021). Também, que a maturação da cultura é muito desuniforme e impede que as sementes estejam plenamente formadas ao final do ciclo, o que requer critérios especiais de colheita baseadas na proporção de estádios específicos (OKADA et al., 2021). Contudo, os estudos clássicos sobre o tema como de WILLIAMS e DREXLER (1981) e BOOTE (1982) propuseram indicadores de colheita para produção de grãos, atendendo a indústria de alimentos. Não havia um estudo que

conectasse as características da maturação conhecidas no mundo (i.e. como a cor das vagens) com a fisiologia do amendoim brasileiro. Em especial, para os agricultores que produzem sementes, uma matéria prima viva e que requer inúmeros cuidados para além do sistema de produção de grãos para consumo. Assim, foi desenvolvido este trabalho com o objetivo de proporcionar indicadores de colheita do amendoim nacional que conectam a morfologia de maturação das vagens no campo com a qualidade fisiológica e sanitária futura das sementes.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado com o cultivar IAC 505 (Grupo Virgínia, Runner, (*Arachis hypogaea* L.). As sementes utilizadas foram cedidas pela COPERCANA, Sertãozinho-SP. O amendoim foi cultivado em Botucatu, SP, Fazenda Lageado, em Latossolo preparado com aração, gradagem, calagem e adubação no sulco de semeadura (NPK), conforme preconizado para a cultura. O solo tinha pH 5,69, 25,76 g dm⁻³ de matéria orgânica, P resina de 14,07 mg dm⁻³, V% 50,54% e CTC 67,82 mmolc dm⁻³. Durante os ciclos, registrou-se médias de 1000 mm de chuva, 78% de umidade relativa do ar, temperaturas entre 18°C e 28°C e 1500 graus-dia de soma térmica.

A semeadura manual ocorreu em novembro (2021/2022 e 2022/2023), com sementes a 5 cm de profundidade, 90 cm entre linhas e 23 sementes.m⁻¹ para obter estande de 15 plantas.m⁻¹. Após a semeadura, houve suplementação hídrica de 15 mm. A emergência das plântulas ocorreu em cerca de 10 dias. A adubação de cobertura foi feita aos 30 dias com 50 kg ha⁻¹ de K₂O. O manejo de plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado conforme recomendado para a cultura.

A colheita começou 100 dias após a emergência e terminou quando foram obtidas sementes suficientes para as análises, por volta dos 150 dias. As plantas foram coletadas manualmente e as vagens (frutos) lavados com água pressurizada (1500 psi) entre peneiras de aço, removendo o pericarpo sem danificar as sementes (FONSECA DE OLIVEIRA e AMARAL DA SILVA, 2024).

Após a lavagem, a parte externa do frutos úmidos foi classificada em cinco cores sendo: amarelo claro (R5), amarelo escuro (R6), amarelo-marrom (R7), marrom (R8) e preto (R9). Cada cor correspondeu a um respectivo estágio de desenvolvimento da semente (R5, R6, R7, R8 e R9), considerando também aspectos como textura das sementes, tamanho, cor e umidade conforme adaptações dos critérios de WILLIAMS & DREXLER (1981) e BOOTE (1982). As sementes classificadas foram submetidas a análise da qualidade fisiológica e sanitária (5 repetições por teste).

As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água (base úmida), massa de matéria seca (g/10 sementes), germinação (semente fresca, protrusão) e tolerância à dessecação (protrusão), germinação 72h (protrusão), tempo para 50% de germinação (t50, protrusão), comprimento e massa de matéria seca de parte aérea (hipocótilo, 7 dias após a semeadura) e raiz da plântula, comprimento total de plântula (eixo hipocótilo-raiz, 7 dias após a semeadura), emergência de plântulas, velocidade de emergência e plântulas normais (parte aérea e raízes desenvolvidas 21 dias após a semeadura em areia, teste de canteiro), envelhecimento acelerado (protrusão, 42°C/72 horas), estabelecimento de plantas no campo (30 dias após a semeadura, sem tratamento químico de sementes), germinação após armazenamento (protrusão) e patologia de sementes incluindo germinação (protrusão, 7 dias). Mais detalhes metodológicos podem

ser verificados no estudo publicado por FONSECA DE OLIVEIRA e AMARAL DA SILVA (2024).

Os dados foram analisados em DIC com cinco estádios de desenvolvimento (R5 a R9) e cinco repetições (n=25). Realizou-se ANOVA e comparações de médias pelo teste de Tukey (5%) atendendo as pressuposições necessárias. As análises foram feitas no software R.

O material foi elaborado ao final da pesquisa compilando todos os dados obtidos. A escala de qualidade das sementes (0–90%) foi baseada na variável “plântulas normais (parte aérea e raízes desenvolvidas 21 dias após a semeadura em areia)”, detectada como a mais importante na análise Random Forest (Gini) para distinguir os estádios de desenvolvimento do amendoim (FONSECA DE OLIVEIRA e AMARAL DA SILVA, 2024). Foram usadas imagens originais de vagens e sementes do cv. IAC 505 para criar escalas de maturação, com descrições das características externas e internas dos frutos (vagens) após a lavagem com água pressurizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade fisiológica das sementes de amendoim aumentou significativamente do estádio R5 para R9 ($p < 0.05$). Em comparação com os estádios mais imaturos (R5 e R6), as sementes dos estádios finais como R7, R8 e R9 foram aquelas que tiveram os resultados mais elevados para germinação, tolerância à dessecação e vigor (comprimento e massa de matéria seca de raiz, emergência e plantas estabelecidas no campo) e indicadores de longevidade (germinação e plântulas normais após o armazenamento das sementes por 12 meses, 10°C e 55% UR). Além disso, as sementes desses estádios apresentaram germinação superior no teste de patologia (7 dias, luz fluorescente, 20°C), além de menor incidência de bactérias e fungos (*Aspergillus* ssp e *Penicillium* ssp.; Tabela 1).

Em pesquisas sobre a maturação, têm sido observado que as sementes dos estádios finais do desenvolvimento apresentam um sistema de proteção natural contra estresses bióticos e abióticos (FONSECA DE OLIVEIRA et al., 2025; LEPRINCE et al., 2017; LIMA et al., 2017). Essas sementes possuem defesas antioxidantes configuradas molecularmente e que combatem o excesso de radicais livres, preservam a estabilidade de membranas celulares e a viabilidade de sementes secas e armazenadas (BUTINK e LEPRINCE, 2008; SANO et al., 2016). Na prática, embora não seja possível colher todas as sementes nos estádios R8 e R9, devido a desuniformidade da maturação, a decisão de colheita baseada na proporção do conjunto de estádios tardios (R7, R8 e R9) proporciona os melhores resultados de qualidade fisiológica e resiliência das sementes à patógenos (Tabela 1).

Outro ponto relevante é que as sementes de amendoim dos estádios R7, R8 e R9 são mais longevas, ou seja, preservam mais o vigor (capacidade de formar plântulas) durante o armazenamento (FONSECA DE OLIVEIRA e AMARAL DA SILVA, 2024; OKADA et al., 2021). No teste de envelhecimento acelerado, após o estresse artificial aplicado (42°C/72h e 10% UR), as sementes do estádio R9 tiveram maior desempenho na avaliação de germinação (protrusão da radícula). Contudo, quanto a emergência de plantas em campo, sob condições naturais do ambiente 30 dias após a semeadura, as sementes dos estádios R7, R8 e R9 geraram plântulas de forma estatisticamente semelhante. Embora numericamente as sementes do estádio R9 geraram menos plantas

no campo, na prática, considerar como critério de colheita campos de amendoim que atingem o mínimo de 70% de estádios R7, R8 e R9 irá definir: I) o vigor futuro do lote de sementes após o armazenamento; II) o cumprimento dos requisitos de qualidade fisiológica e sanitária necessários na etapa de comercialização das sementes; e III) emergência da lavoura no campo com pelo menos 80% de plantas estabelecidas.

Tabela 1. Análise estatística. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim (cultivar IAC 505) em função dos estádios de desenvolvimento (R5: vagem amarelo claro; R6: vagem amarelo escuro; R7: vagem amarelo-marrom; R8: vagem marrom; R9: vagem preta).

ESTÁDIO	Teor de água	Massa de	Germinação	Tolerância à	t50	Germinação	Comprimento
	₁ %	matéria seca (MS) g/ 10 seeds	(fresca) % radícula ≥ 2mm	dessecação % radícula ≥ 2mm	radícula ≥ 2mm horas	25°C, 72h, %	de raiz de plântula cm
R5	58,07 ± 0,5 a	4,12 ± 0,2 c	58,4 ± 4,6 c	0,0 ± 0,0 b	-	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 b
R6	47,12 ± 0,8 b	5,61 ± 0,2 b	74,4 ± 3,5 b	6,4 ± 3,2 b	-	2,4 ± 2,4 cd	0,1 ± 0,03 b
R7	40,32 ± 0,4 c	7,45 ± 0,3 a	94,4 ± 1,6 a	81,6 ± 4,6 a	24,3 ± 10,0 b	53,6 ± 6,4 bc	4,2 ± 0,12 a
R8	32,34 ± 0,3 d	8,25 ± 0,2 a	93,6 ± 3,4 a	89,6 ± 2,7 a	51,0 ± 5,8 a	62,4 ± 4,3 b	4,9 ± 0,12 a
R9	29,83 ± 0,6 e	7,73 ± 0,1 a	99,2 ± 0,8 a	87,2 ± 4,4 a	45,5 ± 2,4 a	68,8 ± 4,9 a	5,6 ± 0,08 a
ESTÁDIOS	Comprimento	MS parte	MS raiz de	Emergência	Índice de	Envelhecime	Plantas
	de parte aérea de plântula cm	aérea de plântula mg	plântula mg	de plântulas %	Velocidade emergência plântulas	nto acelerado 41°C, 72h, % radícula ≥ 2mm	estabelecidas no campo após armazenament o %
R5	0,0 ± 0,0 c	0,00 ± 0,0 c	0,00 ± 0,0 b	3,2 ± 0,8 b	0,33 ± 0,1 c	0,0 ± 0,0 d	8 ± 2,5 b
R6	0,1 ± 0,09 c	0,15 ± 0,14 c	0,18 ± 0,18 b	12,0 ± 3,3 b	0,99 ± 0,4 c	0,8 ± 0,8 d	26 ± 2,9 b
R7	0,8 ± 0,45 b	22,1 ± 3,1 b	16,06 ± 1,5 a	60,0 ± 11,1 a	4,52 ± 0,9 b	72,8 ± 3,4 c	71 ± 6,5 a
R8	1,2 ± 0,31 a	25,9 ± 1,9 ab	17,45 ± 1,3 a	74,4 ± 3,7 a	6,51 ± 0,2 ab	96,8 ± 0,8 a	89 ± 3,1 a
R9	1,3 ± 0,55 a	31,1 ± 1,9 a	19,06 ± 1,5 a	80,8 ± 2,6 a	6,64 ± 0,2 a	88,8 ± 2,1 b	80 ± 5,8 a
ESTÁDIOS	Germinação	Compriment	Plântulas	Patologia de sementes de amendoim			
	sementes armazenadas 35°C, 75% UR % radícula ≥ 2mm		o de plântula cm	normais% Sementes armazenadas 10°C, 55% UR	QUALIDADE SANITÁRIA		
R5				Germinação	Bactéria	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>
				≥ 2mm	(<i>Bacillus</i> sp)	ssp	ssp
				%	%	%	%
R5	0,0 ± 0,0 d	0,00 ± 0,00 d	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 c	65,7 ± 9,4 a	18,57 ± 3,4 a	25,71 ± 6,4 a
R6	4,0 ± 4,0 cd	0,62 ± 0,27 c	15,0 ± 2,0 c	21,4 ± 7,3 b	37,1 ± 6,0 b	17,14 ± 6,4 a	20,00 ± 4,8 a
R7	26,0 ± 6,7 bc	5,01 ± 1,28 b	70,0 ± 6,0 b	90,0 ± 4,3 a	0,0 ± 0,0 c	8,57 ± 2,6 b	4,28 ± 2,9 b
R8	34,0 ± 9,2 b	6,07 ± 0,92 a	82,0 ± 5,0 a	94,3 ± 3,6 a	0,0 ± 0,0 c	1,57 ± 1,4 b	1,42 ± 1,4 b
R9	70,0 ± 6,3 a	6,81 ± 1,41 a	81,0 ± 6,0 a	85,7 ± 6,8 a	0,0 ± 0,0 c	2,86 ± 1,8 b	0,0 ± 0,0 b

¹ As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey após verificação do nível de significância de 1% pelo teste F. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as médias (teste de Tukey; valor p ≤ 0,05). Todas as médias são apresentadas com o respectivo desvio padrão (±).

Diante do contexto apresentado, a tabela brasileira de maturação do amendoim é um marco na produção de sementes da cultura no país (Figura 1). Por meio dela, o agricultor poderá monitorar a evolução da maturação das vagens no campo e conhecer a qualidade fisiológica futura das sementes após a etapa de armazenamento. Dessa forma, é possível compreender qual será o provável desempenho das sementes, em termos de plântulas normais, na próxima safra. Por exemplo: no estágio R5, as sementes não têm potencial para gerar plântulas normais futuras, apresentando, portanto, 0% de qualidade fisiológica; no estágio R6, as sementes apresentam cerca de 15% de qualidade; no estágio R7, aproximadamente 70% de qualidade; e nos estágios R8 e R9, cerca de 80% de qualidade (Figura 1).

MATURAÇÃO DO AMENDOIM TROPICAL (*Arachis hypogae* L.)

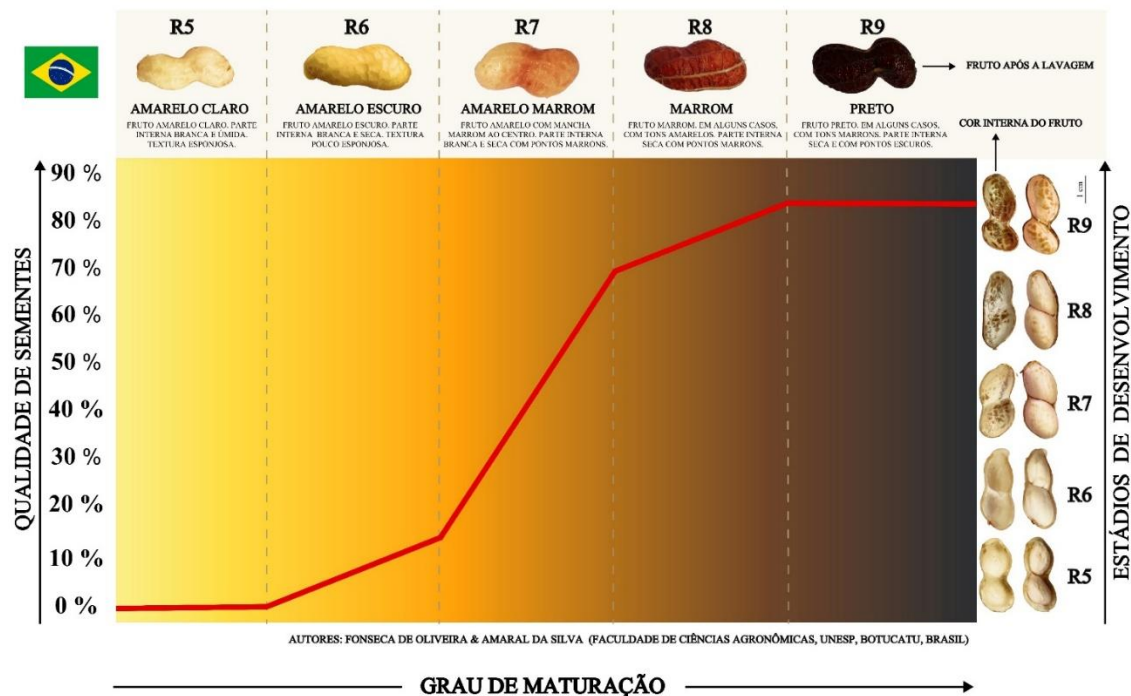


Figura 1. Tabela brasileira de maturação do amendoim para a colheita de sementes com qualidade fisiológica superior. Qualidade das sementes em função dos estádios de desenvolvimento identificados por meio das mudanças morfológicas na cor do fruto e nos aspectos da semente. As cores das vagens e das sementes são originais do cultivar IAC 505. A linha vermelha representa o valor médio de plântulas normais (teste de canteiro, em substrato areia, Tabela 1) obtidas após 1 ano de armazenamento à 10°C e 55% umidade relativa do ar (R5: 0%; R6: 15%; R7: 70%; R8: 82% e R9: 81%).

No geral, existem causas naturais que podem impedir a semente de atingir 100% de qualidade após o armazenamento, como a deterioração. Ainda assim, as informações deste estudo têm o potencial de auxiliar os agricultores e empresas do setor de amendoim em dois principais desafios técnicos: I) se a colheita ocorrer muito cedo, a maioria das sementes estará nos estádios iniciais (R5 e R6) e apresentará baixa qualidade fisiológica e sanitária; e II) se a colheita for realizada muito tarde, os

ginóforos que são as estruturas que sustentam fisicamente os frutos terão menor resistência mecânica e serão perdidos no solo junto com as sementes desejadas (R7, R8 e R9). É justamente nesse paradoxo, entre colher cedo demais ou tarde demais, que a tabela brasileira de maturação tem grande valor prático para a agricultura. Ela contribui para o monitoramento eficiente dos estádios finais do amendoim, de modo que a colheita ocorra no momento mais oportuno, ou seja, quando as sementes estão menos suscetíveis a patógenos e apresentam alta qualidade fisiológica. É lógico pensar que qualquer prática que traga esses benefícios à qualidade das sementes de amendoim tem conexão direta com o desempenho da lavoura na safra seguinte (SONG et al., 2022). Portanto, as diretrizes de colheita propostas representam um avanço tecnológico capaz de contribuir com a eficiência da produção brasileira de amendoim tendo pela primeira vez a qualidade das sementes como protagonista.

APLICAÇÃO PRÁTICA

O conhecimento obtido com este estudo gerou uma ferramenta prática que possibilita monitorar a qualidade das sementes de amendoim no campo com base nas características detalhadas da maturação durante o desenvolvimento. Por meio da tabela é possível conhecer a perspectiva de qualidade fisiológica e sanitária das sementes futuras no momento da colheita. O uso da tabela permite elevar a qualidade global das sementes de amendoim a partir da priorização da colheita com o mínimo de 70% dos estádios R7, R8 e R9, em que as sementes têm alto vigor e resiliência superior a patógenos. Além disso, o conhecimento desta pesquisa pode beneficiar agricultores que produzem amendoim como alimento em regiões tropicais, uma vez que as diretrizes de colheita propostas podem proporcionar grãos com menor risco de contaminação por bactérias e principalmente por fungos de relevância mundial como o *Aspergillus* ssp.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA/UNESP/Botucatu-SP, onde a tese de doutorado do primeiro autor foi desenvolvida. À cooperativa COPERCANA por todo suporte técnico na condução dos experimentos e fornecimento de materiais para a pesquisa. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de doutorado (2020/14050-3) e de estágio de pesquisa no exterior (2023/00435-9) do primeiro autor, sem as quais este estudo não seria possível.

LITERATURA CITADA

BARBOSA, R.M. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim durante o processo de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.49, p.977–985, 2014.

BOOTE, K.J. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Science*, v.9, p.35–40, 1982.

BUITINK, J.; LEPRINCE, O. Intracellular glasses and seed survival in the dry state. *Comptes Rendus Biologies*, v.331, p.788–795, 2008.

FINCH-SAVAGE, W.E.; BASSEL, G.W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. *Journal of Experimental Botany*, v.67, p.567–591, 2016.

FONSECA DE OLIVEIRA, G.R.; AMARAL DA SILVA, E.A. Tropical peanut maturation scale for harvesting seeds with superior quality. *Frontiers in Plant Science*, v.15, p.1–15, 2024.

FONSECA DE OLIVEIRA, G.R. et al. Towards resilience: transcriptional insights on flavonoid biosynthesis during peanut seed maturation phases. *PLoS One*, v.20, e0325686, 2025.

LEPRINCE, O. et al. Late seed maturation: drying without dying. *Journal of Experimental Botany*, v.68, p.827–841, 2017.

LIMA, J.J.P. et al. Molecular characterization of the acquisition of longevity during seed maturation in soybean. *PLoS One*, v.12, e0180282, 2017.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. *O amendoim: tecnologia de produção*. Botucatu, SP: FEPAF, 2011. v.1, cap.2, p.47–73.

OKADA, M.H. et al. Acquisition of the physiological quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds during maturation under the influence of the maternal environment. *PLoS One*, v.16, e0250293, 2021.

SANO, N. et al. Staying alive: molecular aspects of seed longevity. *Plant and Cell Physiology*, v.57, p.660–674, 2016.

SONG, Y. et al. Impact of seed maturity on season-long physiological performance and offspring seed quality in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research*, v.288, 108674, 2022.

VERDIER, J. et al. A Physiological perspective of late maturation processes and establishment of seed quality in *Medicago truncatula* seeds. *Model Legumes: Medicago truncatula*, p.44–54, 2019.

WILLIAMS, E.J.; DREXLER, J.S. A non-destructive method for determining peanut pod maturity. *Peanut Science*, v.8, p.134–141, 1981.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE AMENDOIM AFETADA PELA CORREÇÃO E SISTEMA DE PREPARO DO SOLO

Paulo Roberto Costa¹, Giulia Muniz Peres², Ceci Castilho Custódio³, Fábio Rafael Echer³, Carlos Felipe dos Santos Cordeiro³

¹ Doutorando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista – paulor_costa@yahoo.com.br

² Graduando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista. ³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e da Graduação em Agronomia da Unoeste – Universidade do Oeste Paulista - carloscordeiro@unoeste.br

PROBLEMÁTICA

O custo com sementes representa cerca de 23% do total das despesas de produção do amendoim, evidenciando sua relevância econômica (CONAB, 2025). Em anos de déficit hídrico, como o avaliado neste estudo, a qualidade fisiológica das sementes pode ser comprometida. Práticas de manejo que promovam a correção da acidez do solo, maior disponibilidade de cálcio e melhor conservação da umidade tornam-se essenciais para atenuar esses efeitos. Nesse contexto, a calagem, a gessagem e a inoculação, associadas ao sistema de semeadura direta, podem favorecer o desenvolvimento radicular e a absorção de nutrientes pelas plantas de amendoim, contribuindo para otimizar a qualidade fisiológica das sementes em condições de seca.

CONHECIMENTO PRÉVIO

A produção de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) desempenha um papel socioeconômico fundamental no estado de São Paulo, especialmente na região do Oeste Paulista, que se destaca como um dos principais polos produtores do Brasil. Este cultivo não apenas gera empregos e impulsiona a economia local, mas também fortalece o setor agroindustrial. A crescente demanda por sementes de amendoim de alta qualidade ressalta a necessidade de práticas agrícolas que melhorem a eficiência produtiva deste setor e assegurem o estabelecimento da lavoura nas safras seguintes (SONG et al. 2022).

Uma dessas práticas consiste na suplementação de cálcio no solo, que é vital para a produção de amendoim (Yang et al. 2022). Em termos gerais, o cálcio é importante durante o desenvolvimento das vagens que absorvem diretamente o cálcio da solução do solo, contribuindo para o desenvolvimento adequado das sementes (KADIRIMANGALAN et al. 2022).

Os sistemas de preparo do solo, como o convencional e a semeadura direto na palha, exercem influências distintas no desenvolvimento do amendoim. O sistema de semeadura direta preserva a estrutura do solo, melhora a umidade e promove a biodiversidade, aumentando a sustentabilidade agrícola (ZHAO et al. 2021).

As práticas de calagem e gessagem são particularmente importantes em solos ácidos, que são comuns em diversas regiões do Brasil, incluindo o Oeste Paulista (PROCHNOW et al., 2018).

A inoculação de sementes com *Bradyrhizobium* sp. promove efeitos diretos na produtividade do amendoim, contribuindo para maiores valores de peso de 100 sementes e peso das vagens (BADAWI et al. 2011).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em Presidente Bernardes-SP (latitude 22°11'53"S; longitude 51°40'30"W e altitude de 475 m) nas safras 2023/2024. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférrico de textura arenosa (Santos et al., 2017). Durante o ciclo do amendoim cultivar IAC 503 houve precipitação de 558,7 mm e a temperatura média foi de 27,1 °C (Figura 1).

A área de estudo foi mantida com pastagem degradada até 2015; na safra 2015/2016 foi cultivada com soja; entre 2016 e 2019 permaneceu em pousio e na safra 2019/2020 foi feito o cultivo de algodão, permanecendo desde então, em pousio. As propriedades químicas iniciais do solo estão na tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas pelos sistemas de preparo do solo: Preparo Convencional do Solo (PC) e Semeadura Direta (SD). As subparcelas pelos manejos de correção do solo e inoculação do amendoim: (i) sem correção do solo, (ii) calagem, (iii) calagem+gesso agrícola (C+G), (iv) calagem+gesso agrícola+inoculação (C+G+I) do amendoim com *Bradyrhizobium* - SEMIA 6144. As parcelas tinham dimensões de 40 (comprimento) x 3,6 m (largura) (144 m²) e as sub-parcelas de 10 (comprimento) x 3,6m (largura) (36m²). Para cálculo da calagem foi utilizado o método de saturação de bases com objetivo de atingir 70% nas camadas de 0-20 (Quaggio et al., 2022). Foi utilizado calcário dolomítico (31% CaO e 21% MgO). Para cálculo da dose de gesso agrícola foi considerado a camada de 20-40 cm do solo, teor de argila (g kg⁻¹) multiplicado por 6 (Quaggio et al., 2022). A inoculação do amendoim, cultivar IAC 503, foi realizada no sulco de semeadura com quatro doses de inoculante utilizando volume de calda de 50l há⁻¹.

Após a colheita as vagens foram separadas e quantificadas por grau de maturação da vagem, sendo classificadas em R6/7, R8 e R9 (Boote, 1982). Após a separação por maturação, foram contados os números de vagens, número de sementes e peso de sementes por estágio de maturação. As vagens foram debulhadas manualmente e as sementes foram avaliadas inicialmente e após oito meses de armazenamento em sala mantida a 20 ± 2 °C, sem controle da umidade relativa (UR).

O teste de germinação das sementes foi conduzido em cada fração de maturação e instalado em rolos de papel com 25 sementes por repetição e temperatura constante de 25°C. Aos 6 dias após a semeadura, foram contadas e separadas as plântulas normais com eixo hipocótilo-raíz maior que 3 cm. Os eixos hipocótilo-raíz foram medidos para obtenção do comprimento médio e massa seca após secagem em estufa a 65 °C por 48h.

A variância foi analisada pelo teste F e as médias dos tratamentos experimentais comparadas pelo teste t (LSD) (P<0.05), utilizando-se software estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre o sistema de preparo do solo e manejos de correção do solo não houve interação para as médias de germinação de plântulas maiores que 3 cm nos testes de germinação realizados após a colheita (AC) e após 8 meses de armazenamento (AA).

Também não houve diferença estatística entre as médias de germinação para o sistema de preparo do solo (Figura 2) e correção do solo (Figura 3).

A germinação não sofreu alteração após os oito meses de armazenamento (20°C).

O mesmo pode ser observado para os dados médios de germinação máxima por protusão da raiz primária, não havendo diferença entre os tratamentos (Figura 4).

Com relação a matéria seca de plântula não houve diferença entre os tratamentos para o estágio de maturação da semente em R6/R7 (Figura 5).

APLICAÇÃO PRÁTICA

Para o primeiro ano de condução do experimento o sistema de preparo do solo, convencional ou direto, e a aplicação de corretivos não afetaram a qualidade de sementes produzidas

Considerando que a estruturação da fertilidade do solo é um processo demorado, e dependente da umidade, a baixa disponibilidade hídrica pode ter retardado a ação dos corretivos.

LITERATURA CITADA

BADAWI, F. S. F., BIOMY, A. M. M., & DESOKY, A. H. (2011). Peanut plant growth and yield as influenced by co-inoculation with Bradyrhizobium and some rhizo-microorganisms under sandy loam soil conditions. **Annals of Agricultural Sciences**, 56(1), 17-25.

BOOTE, K. J. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Peanut science**, v. 9, n. 1, p. 35-40, 1982. <https://doi.org/10.3146/i0095-3679-9-1-11>

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Planilhas de custos de produção: Amendoim Rasteiro Safra 2024. Brasília, DF, março 2025. Disponível em <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/custos-de-producao/arquivos-custo-de-producao/agricolas/serie-historica-custos-amendoim-2005-a-2024>. Acessado em 27 de outubro de 2025.

KADIRIMANGALAM, S. R., SAWARGAONKAR, G., & CHOUDHARI, P. (2022). Morphological and molecular insights of calcium in peanut pod development. **Journal of Agriculture and Food Research**, 9, 100320. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100320>

PROCHNOW, L. I.; CUNHA, J. F.; JORGETTO, L. O.; CANTARELLA, H.; LAVORENTI, E. L. FERNANDES, D. M. Levantamento da fertilidade do solo do estado de São Paulo. **Informações Agrônomicas** nº 161, Março/2018, ISSN 2311-5904

QUAGGIO, J. A., ZAMBROSI, F. C. B., CANTARELLA, H., GODOY, I. J., CRUSCIOL, C. A. C., BOLONHEZI, D. Amendoim. In: RAIJ, B. et al. (Eds.), **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo (2 ed.)**. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas**. 489p. 2022.

SONG, Y., ROWLAND, D. L., TILLMAN, B. L., WILSON, C. H., SARNOSKI, P. J., AND ZURWELLER, B. A. (2022). Impact of seed maturity on season-long

physiological performance and offspring seed quality in peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Field Crops Research**, 288, 108674. doi: 10.1016/j.fcr.2022.108674

YANG, R., HOWE, J. A., HARRIS, G. H., & BALKCOM, K. B. (2022). Reevaluation of calcium source for runner-type peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Field Crops Research**, 277, 108402. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108402>

ZHAO, J., LIU, Z., GAO, F., WANG, Y., LAI, H., PAN, X., ... & LI, X. (2021). A 2-year study on the effects of tillage and straw management on the soil quality and peanut yield in a wheat–peanut rotation system. **Journal of Soils and Sediments**, 21(4), 1698-1712.

Tabela 1: Atributos do solo antes da implantação do estudo. Presidente Bernardes-SP.

Profundidade (cm)	pH	M.O.	P		S	Al	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	m
	(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	resina (mg dm ⁻³)						(mmol _c dm ⁻³)			(%)		
00-20	4,9	11	4	3	1	24	0,6	15	4	20	44	45	5	
20-40	4,3	10	1	4	3	25	0,4	4	1	5	30	18	36	
40-60	4,8	10	3	6	1	22	1,0	15	3	19	41	46	5	
60-80	4,5	10	2	8	2	24	1,0	13	3	17	41	41	11	

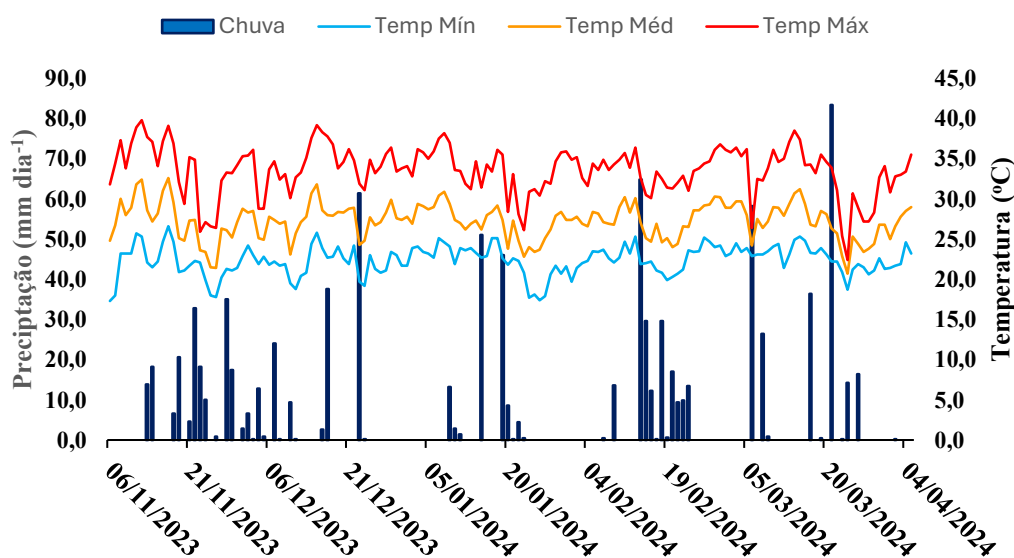


Figura 1: Precipitação, temperatura máxima, média e mínima durante da condução do estudo – 2023/2024.

Figura 2: Dados médios de porcentagem de germinação de plântulas maiores que 3cm, de sementes de amendoim em estágio de maturação R6/R7 e R8 após colheita (AC) e após 8 meses de armazenamento (AA), produzidas em áreas em sistemas de semeadura direta e convencional (safra 23/24).

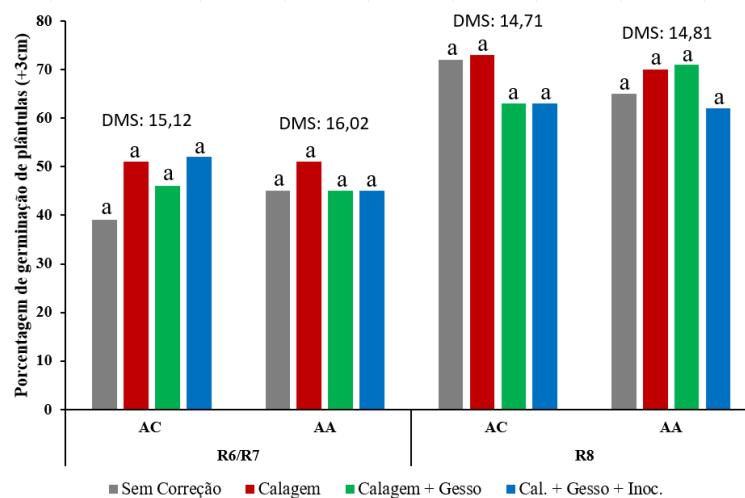


Figura 3: Dados médios de porcentagem de germinação de plântulas maiores que 3cm, de sementes de amendoim em estágio de maturação R6/R7 e R8 após colheita (AC) e após 8 meses de armazenamento (AA), produzidas em áreas sem correção do solo, com calagem, com calagem + gesso, e, com calagem + gesso + inoculante (safra 23/24).

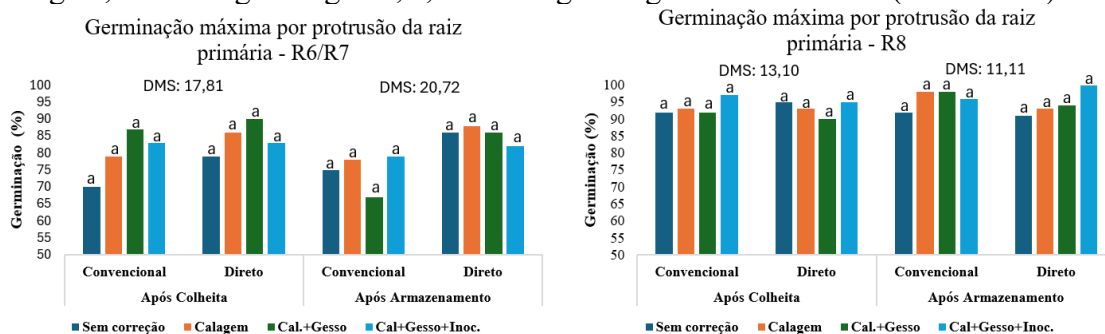
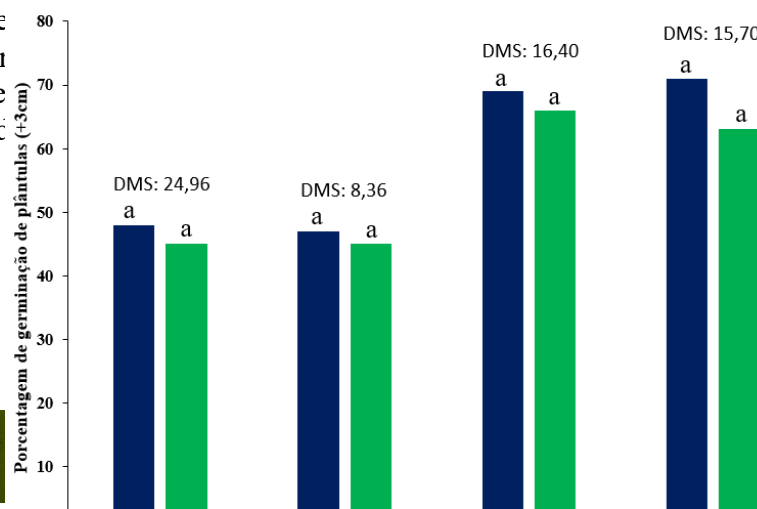


Figura 4: Dados médios de germinação máxima por protusão da raiz primária de sementes de amendoim em estágio de maturação R6/R7 e R8 após 8 meses de armazenamento (AA), produzidas em áreas sem correção do solo, com calagem, com calagem + gesso, e, com calagem + gesso + inoculante, em sistemas de semeadura direta e convencional (safra 23/24).



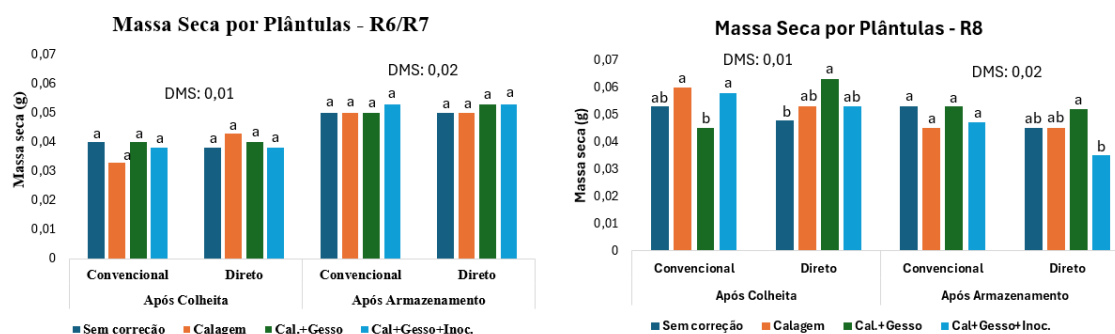


Figura 5: Dados médios de massa seca em gramas por plântulas de sementes de amendoim em estágio de maturação R6/R7 e R8, após colheita e após 8 meses de armazenamento, produzidas em áreas sem correção do solo, com calagem, com calagem mais gesso, e, com calagem, gesso e inoculante, em sistemas de semeadura direta e convencional (safra 23/24).

SOMA TÉRMICA DE CULTIVARES DE AMENDOIM

Lucas Bezerra Santos¹, Andrey Lourenço¹, Carlos Felipe dos Santos Cordeiro² e Alexandrius de Moraes Barbosa²

¹Graduando em Agronomia – Universidade do Oeste Paulista - Unoeste

¹Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e da Graduação em Agronomia da Unoeste – Universidade do Oeste Paulista - alexandrius@unoeste.br carloscordeiro@unoeste.br

PROBLEMÁTICA

O conhecimento do ciclo das cultivares de amendoim é crucial para o planejamento agrícola, pois influencia diretamente a definição do ponto ideal de colheita e o manejo da lavoura. No entanto, as cultivares apresentam exigências térmicas distintas, o que pode resultar em alterações no ciclo em cada safra e quando cultivadas em diferentes ambientes. Assim, a estimativa da soma térmica baseada no

acúmulo de graus-dia entre a semeadura e a maturidade pode auxiliar na seleção de cultivares e posicionamento em função da região e da época de semeadura.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa cultivada em mais de 80 países, destacando-se em regiões tropicais e subtropicais devido à sua elevada capacidade de adaptação e relevância econômica. Seu desenvolvimento é fortemente condicionado por fatores ambientais, como temperatura, disponibilidade hídrica e radiação solar (Moretzsohn et al., 2004).

Durante o ciclo, o amendoim demanda entre 500 e 700 mm de água para atingir boa produtividade, enquanto a temperatura ideal para o crescimento vegetativo varia entre 24 e 33 °C. Contudo, temperaturas próximas ao limite superior tendem a favorecer o crescimento vegetativo em detrimento da formação e do enchimento de vagens (Doorenbos & Kassam, 1994).

Para relacionar a temperatura ao desenvolvimento fenológico, um dos métodos mais utilizados é o da soma térmica ou graus-dia acumulados. O método considera que existe uma temperatura basal abaixo da qual o crescimento é praticamente nulo; assim, cada grau acima desse limite contribui para o acúmulo térmico necessário ao avanço dos estádios fenológicos (Pezzopane, 2009).

A cultivares mais utilizadas atualmente no Brasil pertencem ao grupo botânico Virgínia, caracterizado por ciclo mais longo, demanda aproximadamente 1.930 °C de graus-dia para completar seu ciclo até o estágio de maturação R8, evidenciando sua maior exigência térmica em comparação a outros grupos botânicos (Marin et al., 2006).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido na estação meteorológica da Universidade do Oeste Paulistas – Unoeste, localizada em Presidente Prudente-SP. O clima da região é classificado como Aw (Köppen-Geiger, 1952) e o experimento foi conduzido em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo de textura médio-arenosa, apresentando teor médio de argila de 19,1% na camada de 0 a 0,2 m. No estudo foram avaliadas quatro cultivares de amendoim de ciclos diferentes, sendo, EC 214 (superprecoce), IAC OL3 (precoce), Granoleico (médio) e IAC 503 (tardio).

A semeadura foi realizada em 18 de outubro de 2024, e durante o período experimental foi realizada a irrigação das plantas baseadas na evapotranspiração de cultura. Foi avaliado semanalmente o desenvolvimento e os estádios fenológicos da cultura (Boote 1982). Durante o período do experimento foram monitorados os seguintes parâmetros meteorológicos: temperatura média, máxima (T_{máx}) e mínima (T_{mín}) do ar (°C); precipitação (mm); radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹) através da estação meteorológica automática modelo Vantage Pro 2 (DAVIS instruments, EUA) localizada a 5 m do experimento.

A soma térmica (°C dia) entre a semeadura e os estádios E, R1, R3, R5, R6 e R8 foi determinada por meio da acumulação diária de graus-dias (GD) necessários para que as cultivares atingissem cada estágio. O cálculo dos GD foi realizado conforme a Equação 1.

$$GD = [(T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}) / 2] - T_b \quad \text{Equação}$$

1. Em que, T_b refere-se a temperatura basal, sendo utilizado o valor de 13,3 °C no estudo conforme Emery et al. (1969) e Rowland et al. (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na Tabela 1, a soma térmica variou entre as cultivares avaliadas. A EC 214 foi a que atingiu o estágio R8 mais rapidamente, necessitando de

Tabela 1. Soma térmica (°C) de cultivares de amendoim cultivadas na safra 2024/25 em Presidente Prudente-SP.

Semeadura	EC 214 18/10/2024	IAC OL3 18/10/2024	Granoleico 18/10/2024	IAC 503 18/10/2024
Estádios	Soma térmica (°C)			
E	106,4	118,6	106,4	106,4
R1	428,1	445	428,1	397,8
R3	665,5	693,2	693,2	693,2
R5	947,9	975,6	989,1	1018,2
R6	1106,4	1136,3	1225,1	1269,5
R8	1574,3	1675,9	1806,7	2029,8
Dados climáticos				
$T_{\text{máx}}$ (°C)	32,8	32,8	33,1	33,0
$T_{\text{mín}}$ (°C)	21,9	21,9	22,1	22,1
$T_{\text{méd}}$ (°C)	26,7	26,7	26,9	26,9
R_s (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	20,4	20,5	20,8	20,7
Ciclo (Dias)	111	118	126	140

E: emergência. R1: primeira flor. R3: início formação vagens. R5: início formação sementes. R6: sementes totalmente formadas. R8: maturação – colheita. Temperatura máxima ($T_{\text{máx}}$), mínima ($T_{\text{mín}}$) e média ($T_{\text{méd}}$) e radiação solar global (R_s) 1.574,3 °C de soma térmica (ST), seguida pela IAC OL3 com 1.675,0 °C. A cultivar Granoleico demandou 1.806,7 °C, enquanto a IAC 503 apresentou a maior exigência térmica, necessitando 2.029,8 °C para atingir R8.

Esses resultados evidenciam diferenças claras entre cultivares de ciclos precoce e tardio e estão de acordo com Bennachio et al. (1978) e Marin et al. (2006), que reportaram para o grupo botânico Virgínia uma exigência aproximada de 1.930 °C de soma térmica entre a semeadura e a colheita. Como também, que cultivares mais precoces demandam de menor soma térmica.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados obtidos no estudo permitem aprimorar o planejamento agrícola, evidenciando que cultivares de ciclo tardio demandam maior acúmulo térmico para atingir o ponto de colheita, enquanto cultivares precoces necessitam de menor soma térmica. Essa informação auxilia o produtor na escolha da cultivar mais adequada para cada janela de semeadura e na previsão mais precisa do momento de colheita, e também, como o ciclo da cultura pode variar em função da região de cultivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio financeiro (processo n° 2024/14303-0).

LITERATURA CITADA

BENNACHIO, S.; MAZZANI, B.; CANACHE, S. Estudio de algunas relaciones fenológico-ambientales en el cultivo del mani (*Arachis hypogea* L.) sembrado en diferentes épocas en Venezuela. *Agronomia Tropical*, Maracay, v. 28, n. 5, p. 483-507.

BOOTE, K. J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut science*, 9(1), 35-40.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos de FAO- irrigação e drenagem, 33).

EMERY, D.A.; WYNNE, J.C.; HEXEM, R.O.. 1969. A heat unit index for Virginia type peanuts. I. Germination to flowering. *Oleagineux* 24:405-409.

KÖPPEN, Wladimir; GEIGER, Rudolf. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

MARIN, R. R. et al. Estimativa da produtividade e determinação das melhores épocas de semeadura para a cultura do amendoim no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 64-75, 2006.

MORETZSOHN, M. C. et al. Genetic diversity of peanut (*Arachis hypogaea* L.) and its wild relatives based on the analysis of hypervariable regions of the genome. *Plant Biology*, Stuttgart, p. 4-11, 2004.

PEZZOPANE, J.R.M. Amendoim. In: *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. MONTEIRO, J.E.B.A. 1ed. Brasília, DF: INMET, 2009. v.1, p.51-61.

ROWLAND, D.L.; SORENSEN, R.B.; BUTTS, C.L.; FAIRCLOTH, W.H. Determination of maturity and degree day indices and their success in predicting peanut maturity. *Peanut Science*, v. 33, p. 125-136, 2006.

CULTIVO DO AMENDOIM EM DIFERENTES DOSES DE ALUMÍNIO

Breno Miranda Bagagi¹, Ana Laura Paula de Oliveira¹, João Pedro dos Santos¹,
Fernando Ferrari Putti²

¹ Departamento de Agronomia (Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, campus de Botucatu
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu 18601-034, Brasil

² Departamento de Engenharia de Biosistemas, Faculdade de Ciências e Engenharia, campus de Tupã,
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Tupã 17602-496, Brasil

PROBLEMÁTICA

O cultivo do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) apresenta grande importância econômica e nutricional, sobretudo em regiões tropicais. Entretanto, a acidez do solo e a consequente disponibilidade de alumínio (Al^{3+}) em formas tóxicas representam fatores limitantes à produtividade (Foy, 1988). A toxicidade do alumínio compromete o crescimento radicular, reduz a absorção de nutrientes e prejudica o desenvolvimento geral da planta.

De acordo com Foy (1988), “a toxicidade do alumínio é o principal fator limitante do crescimento de plantas em solos ácidos, afetando diretamente o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, o desempenho da parte aérea”. Diante disso, compreender como o alumínio afeta o amendoim em condições controladas, como na hidroponia, permite identificar respostas fisiológicas e potenciais mecanismos de tolerância.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Em solos ácidos ($pH < 5,5$), o alumínio se solubiliza e passa à forma tóxica Al^{3+} , interferindo na absorção de cálcio, magnésio e fósforo, e inibindo o alongamento radicular (Rout et al., 2001). O excesso de alumínio causa danos às raízes, reduz o crescimento da parte aérea e provoca alterações metabólicas, como aumento de espécies reativas de oxigênio (Zhang et al., 2019).

As plantas podem desenvolver mecanismos de tolerância ao alumínio, como a exsudação de ácidos orgânicos (malato, citrato, oxalato), que formam complexos menos tóxicos com o íon Al^{3+} , ou o sequestro desse elemento em vacúolos e outras estruturas celulares (Mossor-Pietraszewska, 2001).

Estudos recentes em amendoim mostram que o estresse por alumínio induz alterações significativas na expressão gênica e no metabolismo energético. Liu et al. (2025) identificaram mais de 5.800 genes diferencialmente expressos nas folhas e mais de 6.000 nas raízes sob exposição ao alumínio, destacando a sensibilidade da espécie ao estresse iônico.

Assim, o conhecimento prévio indica que doses crescentes de alumínio em meio hidropônico tendem a causar reduções no comprimento radicular e na biomassa, mesmo quando os demais nutrientes estão disponíveis em solução (Zhang et al., 2019; Liu et al., 2025).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em sistema hidropônico de solução nutritiva, realizado em casa de vegetação da FCE - Faculdade de Ciências e Engenharia - Câmpus de Tupã - Unesp, em vasos de quatro litros contendo macro e micronutrientes e com umidade e temperaturas controladas, com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes doses de alumínio (Al^{3+}) sobre o crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), cultivar Ec max. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais.

Os tratamentos consistiram em diferentes concentrações de alumínio na solução nutritiva, sendo eles: i) 0 $mmol L^{-1}$ de Al em pH 4,5, ii) 0,25 $mmol L^{-1}$ de Al em pH 4,5, iii) 0,50 $mmol L^{-1}$ de Al em pH 4,5 e iv) 0 $mmol L^{-1}$ de Al em pH 6,5 (controle, “branco do branco”).

As soluções nutritivas foram preparadas de acordo com Hoagland e Arnon (1950), ajustadas aos respectivos valores de pH utilizando NaOH ou HCl (0,1 $mol L^{-1}$). O alumínio foi adicionado na forma de $AlCl_3 \cdot 6H_2O$. As plantas permaneceram sob condições controladas de temperatura e luminosidade, com aeração contínua das soluções, no período de 40 dias.

Foram avaliadas as variáveis comprimento da raiz (cm), massa seca da raiz (g) e massa seca da parte aérea (g), após secagem a 65 °C até peso constante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes; Garcia, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey a 5% de probabilidade não revelaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos avaliados (0, 0,25 e 0,50 $mmol L^{-1}$ de Al em pH 4,5 e o controle em pH 6,5) para as variáveis comprimento da raiz, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea, como demonstrado na Tabela 1.

Embora tenham sido observadas pequenas variações numéricas entre as médias, os valores permaneceram dentro de uma mesma faixa estatística, indicando tolerância das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) ao alumínio nas condições testadas. Isso sugere que, em concentrações moderadas de Al^{3+} e sob adequado suprimento nutricional, a cultura mantém seu crescimento e desenvolvimento normais.

De acordo com Liu et al. (2025), alguns genótipos de amendoim apresentam mecanismos fisiológicos e moleculares de tolerância, como exsudação de ácidos orgânicos e sequestro do alumínio em compartimentos celulares, evitando danos significativos ao sistema radicular. Resultados semelhantes foram relatados por Rout et al., (2001), que observaram variações genotípicas na tolerância ao alumínio entre espécies leguminosas cultivadas em soluções nutritivas.

A ausência de diferença significativa neste estudo pode ser atribuída ao baixo nível das doses testadas e ao ambiente controlado da hidroponia, que assegurou a disponibilidade adequada de nutrientes e minimizou outros estresses, como a

deficiência de fósforo e cálcio, que potencializam a toxicidade do alumínio (Mossor-Pietraszewska, 2001).

Esses resultados indicam que as doses de até 0,50 mmol L⁻¹ de alumínio em solução nutritiva com pH 4,5 não comprometem o desenvolvimento inicial das plantas de amendoim, sugerindo que a cultura apresenta resistência dentro dessa faixa de aplicação.

Tabela 1. Comparação de médias do comprimento radicular (CR), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA) em quatro teores de alumínio (0,0 mmol, 0,25 mmol, 0,5 mmol e 0,0 com pH 6,5).

Teor de Al (mmol)	CR (cm)	Variáveis	
		MSR (g)	MSPA (g)
0,0	85,25 a	2,57 a	18,43 a
0,25	84,75 a	2,10 a	19,08 a
0,5	73,5 a	1,89 a	18,68 a
0,0 + pH 6,5	73,0 a	2,26 a	19,73 a
CV (%)	13,58	29,67	23,81

Letras minúsculas indicam diferenças entre variedades (Teste de Tukey p<0,05).

APLICAÇÃO PRÁTICA

Por se tratar de um experimento em ambiente hidropônico e de curta duração, não é possível extrapolar os resultados diretamente para o cultivo em solo. As reações de neutralização do alumínio, os processos de adsorção e troca catiônica e a interação com a matéria orgânica e com o sistema radicular em campo ocorrem de forma mais complexa e dinâmica. Assim, os dados obtidos refletem apenas o comportamento fisiológico inicial da planta em ambiente controlado.

Dessa forma, o estudo evidencia que o amendoim apresenta tolerância inicial às baixas doses de alumínio testadas, sem comprometimento significativo do crescimento vegetativo. Os resultados fornecem subsídios para pesquisas futuras voltadas à compreensão dos mecanismos de exclusão e detoxificação de alumínio na cultura, especialmente sob condições de solo ácido, mas não justificam ajustes imediatos de manejo agrícola quanto à calagem ou correção da acidez.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FCE - Faculdade de Ciências e Engenharia - Câmpus de Tupã - Unesp pela estrutura disponibilizada para condução do experimento.

Agradece também aos colegas de laboratório pela colaboração na condução do experimento.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão do auxílio regular (Proc.22/03005-2).

LITERATURA CITADA

FOY, C. D. Plant adaptation to acid, aluminium-toxic soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, n. 7, p. 959–987, 1988.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p. (Circular, 347).

LIU, Y. et al. The key metabolic pathway of roots and leaves responses in *Arachis hypogaea* under Al toxicity stress. **BMC Plant Biology**, v. 25, art. 439, 2025. DOI: 10.1186/s12870-025-06460-7.

MOSSOR-PIETRASZEWSKA, T. Effect of aluminium on plant growth and metabolism. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**, v. 43, n. 2, p. 67–77, 2001.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. 11. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

ROUT, G. R.; SAMANTARAY, S.; DAS, P. Aluminium toxicity in plants: a review. **Agronomie**, v. 21, n. 1, p. 3–21, 2001. DOI: 10.1051/agro:2001105.

ZHAN, Xiang. et al. Molecular mechanisms for coping with Al toxicity in plants. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 7, p. 1551, 2019. DOI: 10.3390/ijms20071551.

COMPONENTES DE PRODUÇÃO NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ EM FUNÇÃO DA DATA DE SEMEADURA

Nathalia de Oliveira Sá¹, Reni Saath², Gustavo Soares Wenneck¹; Jair Heuert³

¹Pós-graduanda em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, PR; ²Docente da UEM, Maringá, PR; ³Programa de Melhoramento do Amendoim, Embrapa, Santo Antônio de Goiás, GO

PROBLEMÁTICA

O amendoim é uma cultura com potencial para desenvolvimento rentável em diferentes condições edafoclimáticas e que vem se destacando como matéria-prima para a indústria alimentícia, de biodiesel e mercado exportador. A produção desta cultura se concentra no estado de São Paulo, mas outros estados como o Paraná têm se mostrado uma região promissora para o seu cultivo. Portanto, em conjunto com a equipe do programa de melhoramento do amendoim da Embrapa, fazemos parte da difusão de tecnologia.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma cultura oleaginosa, originária da América do Sul vem se destacando no mercado consumidor brasileiro devido seu alto valor nutricional e no campo a cultura tem apresentado alto potencial produtivo, com expansão da área cultivada nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná (RIBEIRO et al., 2023; PEREIRA et al., 2023).

As condições climáticas do local, em especial, temperatura e umidade, podem influenciar no crescimento e desenvolvimento dos genótipos de amendoim cultivados. A época de semeadura, determinada por um conjunto de fatores ambientais, afeta a produtividade, arquitetura da planta e seu desenvolvimento, causando redução da massa seca de parte aérea e na massa de vagens por planta (VIANA et al., 2022).

O suprimento hídrico do amendoim é um fator determinante para seu desenvolvimento, pois pode limitar a fotossíntese e diminuir a fixação de carbono. A ocorrência de déficit hídrico especialmente no período de floração e formação dos grãos, causa redução do crescimento e produtividade da planta (BAKRY et al., 2024; MORENO et al., 2024).

Visando determinar a melhor época de semeadura da cultura do amendoim na região noroeste do estado do Paraná, este trabalho teve como objetivo avaliar componentes de produção de diferentes cultivares de amendoim submetidas a duas épocas de semeadura no município de Maringá, PR, Brasil.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi conduzida no Centro Técnico de Irrigação (CTI) do Departamento de Agronomia (DAG) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Campus sede, no município de Maringá-PR. O experimento com sementes de amendoim foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3x2

compostos da combinação de três cultivares desenvolvidas pela Embrapa (BRS 421 OL, BRS 425 OL e BRS 440 OL) e duas datas de semeaduras (06/11/2024 e 04/12/2024) com quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas por parcelas com 4 linhas de 3,0 m, espaçadas em 0,9 m, conduzido com densidade de 14 pl m⁻¹.

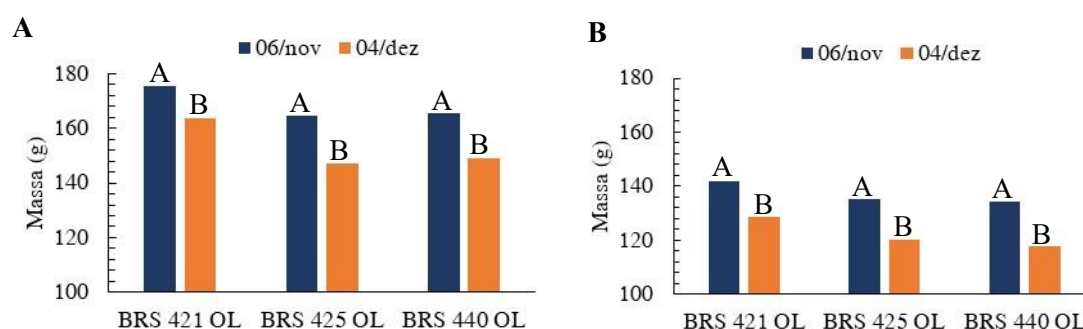
A colheita do amendoim foi realizada no 143º dia após a semeadura, quando as plantas atingiram o estágio R8, manualmente. Após o arranquio das plantas da parcela útil, foram coletadas seis plantas das duas linhas centrais de cada unidade experimental e as vagens retiradas manualmente foram lavadas em água corrente para remoção de resíduos (solo) remanescente e colocadas sobre telado para secagem ao sol sob ventilação de ar natural em ambiente protegido até os grãos atingirem teor de água de 8 ± 0,25 % em base úmida (% bu).

Para avaliar os componentes de produção das cultivares nas duas datas de semeadura, foram obtidas seis repetições de 100 vagens aleatoriamente de cada uma das cultivares, pesadas em balança com precisão de 0,001g e após debulha do material obteve-se o peso dos grãos e da casca. Ao final foi feita a contagem do número de grãos de cada amostra. Os dados das pesagens foram utilizados na determinação da massa de mil grãos.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F (P<0,05) e as médias comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5%, utilizando *software* R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização da semeadura das cultivares de amendoim em diferentes datas apresentou efeito significativo (p<0,05) sobre o rendimento dos componentes de produção avaliados (massa de 100 vagens e massa dos grãos), conforme Figura 1. A massa de 100 vagens foi superior para as cultivares em estudo quando semeadas em 06/11/2024 em relação àquelas semeadas no segundo período (04/12/2024), sem diferenças estatísticas entre as cultivares semeadas na mesma data.



Médias apresentadas com letras diferentes apresentam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Figura 1. Componentes de produção de 100 vagens e de grãos das cultivares de amendoim semeadas em 06/11/2024 e 04/12/2024: A) Peso médio (gramas) de 100 vagens completas; B) Peso médio dos grãos após debulha das vagens.

Apesar de não haver diferença significativa, a cultivar BRS 421 OL apresentou valores mais altos de rendimento em ambos os períodos de semeadura, com peso superior para amendoim tanto em vagem (175,62 g e 163,58) como para grãos após

debulha (141,86 g e 128,83 g), o mesmo foi observado por Pereira et al., 2023 na região noroeste do Paraná e Bazanella et al., 2021 na região oeste do estado de São Paulo. Combinando os fatores cultivar e data de semeadura, constatou-se redução no rendimento do peso de 100 vagens em função da data de semeadura para as cultivares BRS 421 OL (175,62 g para 163,58 g), BRS 425 OL (164,38 g para 147,28 g) e BRS 440 OL (165,38 g para 148,92 g), que também apresentaram menor massa de grãos e número de grãos para sementes no início de dezembro de 197 para 187, 212 para 197 e 197 para 183 nas cultivares BRS 421 OL, BRS 425 OL e BRS 440 OL, respectivamente (Figura 2).

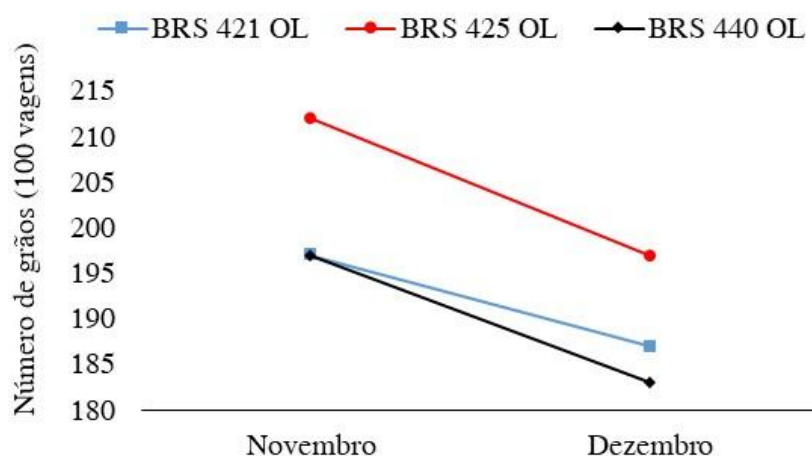


Figura 2. Número de grãos após debulha de 100 vagens para as cultivares de amendoim semeadas em épocas diferentes (06/11/2024 – novembro e 04/12/2024 – dezembro).

Combinando os fatores cultivar e data de semeadura constatou-se redução para os fatores de rendimento avaliados. Houve variabilidade na granulometria dos grãos de amendoim entre as cultivares testadas. A cultivar BRS 425 OL apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação as demais cultivares, com valor superior de número de grãos em 100 vagens em ambas as datas de semeadura (Figura 2).

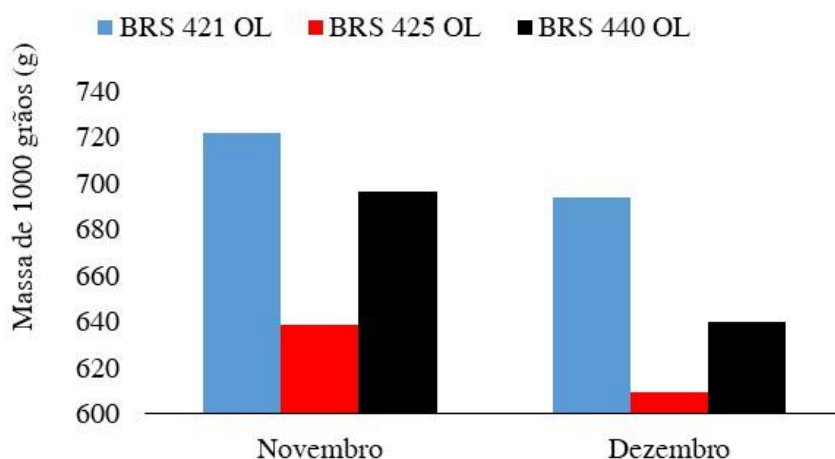


Figura 3. Massa de 1000 grãos (g) para as cultivares de amendoim semeadas em 06/11/2024 (novembro) e 04/12/2024 (dezembro).

O rendimento de massa de 1000 grãos indica resultados inversamente proporcional ao número de grãos para a cultivar BRS 425 OL, com menores valores para este fator (Figura 3). Assim como Heuert et al. (2022) observaram no cultivo de amendoim na região de Alta Paulista, cultivado na região de Maringá, na safra 2024-2025 as avaliações revelaram menor peso de grãos na primeira data de semeadura para a cultivar BRS 425 OL, com massa de 1000 grãos (638,86 g) e maior número de grãos (212 grãos) em relação as cultivares BRS 421 OL e BRS 440 OL (Figura 3), indicando a produção de grãos do tipo miúdo. Em contrapartida, a cultivar BRS 421 OL, apresentou massa de 1000 grãos de 721,98 g e 197 grãos, semeada no mesmo período, portanto resultando em grãos mais graúdos.

Na comparação da época de semeadura, as cultivares avaliadas apresentaram redução nos componentes de rendimento agrônômicos avaliados em função da data de semeadura tardia (04/12/2024), demonstrando a influência da época de semeadura, obtendo em ambos os períodos, o melhor resultado para a cultivar BRS 421 OL. Quando semeadas na mesma data, a variação nos valores de rendimento não apresentou diferenças significativas entre as cultivares avaliadas.

APLICAÇÃO PRÁTICA

O período de semeadura é definido por um conjunto de fatores bióticos, pertinentes a genética da planta e suscetibilidades a ataques de outros organismos e abióticos, correspondente ao ambiente de cultivo. A combinação desses fatores pode afetar a arquitetura e o desenvolvimento da planta, impactando na produtividade. Quanto mais tardia a data de semeadura para a cultura do amendoim, sua produtividade pode reduzir, isto ocorre devido a mudanças abruptas de temperaturas no mês de março, visto que, o amendoim requer uma faixa de temperatura ótima para completar seu ciclo. Quando semeadas em épocas tardias pode-se observar vagens com menor quantidade de grãos, podendo ser explicado pela menor disponibilidade de água no momento da floração e enchimento dos grãos, a planta então busca otimizar o uso da água influenciando no ganho de massa dos grãos, mas produzindo grãos menores.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá pela infraestrutura, à Embrapa pela difusão do material genético e à CAPES pelo apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

BAZANELLA, M.R.; HEUERT, J.; XAVIER, M. F. N.; SUASSUNA, N. D.; SUASSUNA, T. D. M. F. Avaliação agrônômica de genótipos de amendoim na região oeste do estado de São Paulo. **South American Sciences**, v. 2, n.1, e21141, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52755/sas.v2iedesp1.141>

BAKRY, B. A., SABRA, D. E. M., YOUNIS, A. M., & SADAK, M. S. Impact of calcium carbonate and chitosan as signal molecule on modulating the negative effects of drought stress on peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 67, n. 8, p. 1-12, 2024.

HEUERT, J.; FRANCFORT, L.; XAVIER, M. F. N.; SUASSUNA, T. M. F. Características agrônômicas de genótipos de amendoim na região de Alta Paulista na época de abertura de plantio. **South American Sciences**, v. 3, n. 2, p. e22182-e22182, 2022.

MORENO, L.; LAMB, M. C.; BUTTS, C. L.; SORENSEN, R. B.; TUBBS, R. S.; MONFORT, W. S.; GREY, T. L.; PILON, C. Drought alters the physiological quality of runner-type peanut seeds during seed formation. **Environmental and Experimental Botany**, v. 228, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.106009>

PEREIRA, G. L.; WENNECK, G. S.; SAATH, R.; HEUERT, J.; SUASSUNA, T. M. F.; ARAÚJO, L. L. Análise agrônômica do cultivo de amendoim no Noroeste do Estado no Paraná. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente – RAMA**, v. 16, n. 4, e11071, 2023.

RIBEIRO, V. F.; ANDRADE, C. L. L.; FILHO, F. R. C.; VIEIRA, G. H. O.; LEÃO, K. R.; FERREIRA, T. M.; TEIXEIRA, M. B. Características morfofisiológicas e de produtividade na cultura de amendoim em resposta a aplicação de bioestimulante. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 2, p. 98-108, 2023.

VIANA, J. S.; GONZALES, R. A. N.; PALARETTI, L. F. Influência de épocas de semeadura e regimes hídricos na produtividade do amendoim na região Noroeste Paulista. **South American Sciences**, v. 3, n. 2, p. e22173-e22173, 2022.

PROPRIEDADES FISIOLÓGICAS DE GRÃOS DE AMENDOIM EM FUNÇÃO DA UMIDADE DE COLHEITA

Enzo Yudi Rocha Obana¹, Reni Saath², Nathalia de Oliveira Sá³ e Jair Heuert⁴

¹Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, PR; ²Docente, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, PR; ³Pós-graduanda em Agronomia (Produção Vegetal) - UEM, Maringá, PR; ⁴Programa de Melhoramento do Amendoim, Embrapa, Santo Antônio de Goiás, GO

PROBLEMÁTICA

A crescente demanda por amendoim, para consumo e indústria, traz a necessidade de estudos para o entendimento da dinâmica entre a integridade física do grão em função do seu estado fisiológico no campo. Associado a isto, a estruturação de metodologias de testes rápidos para quantificação do vigor e qualidade para grãos de amendoim é de suma importância para a rapidez da seleção de materiais e sua destinação para o mercado consumidor e exportador.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma cultura oleaginosa, originária da América do Sul vem se destacando no mercado consumidor brasileiro devido seu alto valor nutricional que têm demonstrando bom desempenho, melhorando a estruturação do solo em áreas de recuperação de solos degradados e em rotação com a cultura da cana-de-açúcar de cultivo intensivo.

A crescente exigência por qualidade associada à busca de melhores números de produção, têm proporcionado maior competitividade entre produtores de amendoim, cuja qualificação do perfil físico, fisiológicos e sanitário tem por base a integridade celular, vigor e germinação da semente (SÁ et al., 2021; SAATH et al., 2021).

A qualidade influenciada pelo teor de água do grão no momento da colheita, pode afetar suas propriedades físicas e interferir no fluxo na secagem e no beneficiamento do amendoim (ARAÚJO et al., 2015), prejudicando sabor e valor de mercado (SAITA; PANDOLFI, 2019), que acarreta perdas econômicas ao sistema de produção (SAATH et al., 2021).

Visando isto, este estudo teve como objetivo avaliar a cinética de secagem natural e o efeito sobre as propriedades fisiológicas de grãos em função da umidade colheita.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi conduzida no Centro Técnico de Irrigação (CTI) do Departamento de Agronomia (DAG) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Campus sede, no município de Maringá-PR.

O amendoim da safra 2024/25 foi colhido em vagem de forma manual, na área experimental com diferentes teores de água ($g\ g^{-1}$) de 0,205; 0,170; 0,155; 0,115 \pm 0,025 em base úmida (bu), com quatro repetições para cada umidade de colheita. As vagens de amendoim de cada lote foram esparramadas sobre telado e submetidos a secagem com

ventilação de ar natural em terreiro suspenso, em ambiente coberto. O teor de água de amostras foi determinado em estufa de secagem de circulação forçada de ar a 105 °C por 24 horas, pela diferença de peso inicial e final obtido com balança analítica 0,001 g.

A integridade fisiológica do grão de amendoim foi avaliada através dos testes de lixiviação de potássio (LK), condutividade elétrica (CE) e germinação (%G). Para o teste de LK, amostras de ± 5 g de grãos acondicionado em copos plásticos foram submersos em 30 mL de água destilada por duas horas. Após processo de embebição, foi realizada a leitura da concentração de íons de potássio em fotômetro de chama na solução isenta dos grãos. O valor da leitura multiplicado pelo volume de água foi dividido pela massa da amostra (g) e o resultado de LK expresso em miligrama por grama de semente (mg g^{-1}).

Para o teste de CE, 25 grãos após pesagem, acondicionado em copos plásticos embebidos em 180 mL de água destilada foram incubados em BOD à 25 °C por 24 horas. A mensuração da CE da solução foi realizada com o auxílio de um condutivímetro de bancada. O valor da leitura foi dividido pelo peso da amostra de grãos e o índice de CE expresso em microsiemens por centímetro por grama de grãos ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$). O teste de germinação pelo método padrão em papel germitest à 25 °C em BOD, com quatro repetições de 25 grão por umidade de colheita, avaliadas aos cinco e sete dias após instalação dos testes por contagem de plântulas normais, sendo o resultado expresso em porcentagem de germinação (%).

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott com significância de 5%, utilizando o *software* R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade de colheita do amendoim em vagem apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a integridade fisiológica das sementes após secagem com valores superiores de condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LK) em função da umidade de colheita elevada, conforme Tabela 1. Para as variáveis germinação (%G) e umidade final (Uf %bu) não houve diferença significativa.

A umidade de colheita do amendoim em vagem de 20,5 %bu, apresentou maior concentração de potássio e condutividade elétrica em solução sinalizando degradação de membranas celulares e redução do vigor, que implica em danos latentes no armazenamento do amendoim, resultando em maior perda de qualidade.

Tabela 3 Valores médios de condutividade elétrica (CE), lixiviação de potássio (LK), porcentagem de germinação (%G) e umidade final (Uf) de sementes de amendoim após secagem natural em função da umidade de colheita (UC).

UC	Uf	CE	LK	%G
--% bu --	-- % bu--	-- $\mu\text{g cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ --	-- mg g^{-1} --	-- % --
20,5	5,68 a	16,672 a	0,5285 a	96 a
17,0	5,25 a	11,679 b	0,4530 b	97 a
15,0	5,20 a	8,578 c	0,4357 b	97 a
11,5	5,41 a	7,860 c	0,4289 b	99 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O acréscimo de solutos em solução, conforme valores de CE e LK, para umidade de colheita mais elevada (17,0 e 20,5 %bu) indicam que a logística espacial no momento da colheita das vagens de amendoim pode impactar diretamente a uniformidade, o desempenho e a manutenção da integridade das sementes na pós-colheita.

A realização do teste de condutividade elétrica e lixiviação de potássio indicam o nível de preservação da integridade das membranas celulares, que conforme Paiva et al. (2025), quando preservadas, controlam eficientemente a liberação de solutos durante a reidratação dos tecidos da semente. Portanto, a capacidade germinativa e o vigor fisiológico da semente pode ser associado à menores valores de solutos em solução obtidos nesses testes.

Devido suas propriedades higroscópicas e sua composição lipídica, as sementes de amendoim apresentam dinâmica constante de trocas hídricas e gasosas com o ar ambiente que as envolve (ARAÚJO et al., 2015). O teor de água inicial mais elevado acarreta em maior necessidade de energia empregada sobre a sementes, intensificando o processo de desorganização das membranas celulares no momento de movimentação da água do interior da semente para sua periferia durante o processo de dessorção (MACHADO et al., 2024), corroborando com os resultados demonstrados na Tabela 1.

Na comparação das informações entre testes (%G e LK), pode-se afirmar que o teste de LK foi mais sensível na identificação de efeito latente da umidade de colheita do amendoim em vagem, indicando grãos viáveis e de baixo vigor, ou seja, revelando rápida perda qualitativa quando armazenado, principalmente associado aos processos de sorção (SAATH et al., 2021).

Embora colhidos com diferentes teores de água, o amendoim em vagem foi armazenado com teor de água semelhante nos grãos. O baixo teor de água dos grãos nos frutos após o processo de secagem ocorreu provavelmente, devido ao elevado teor de óleo dos grãos, que independente da umidade de colheita, conferiu a estes ajustarem a sua umidade até atingirem o equilíbrio higroscópico. Resultante da secagem em terreiro suspenso realizada sob ar ambiente com temperatura de $33\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ e umidade relativa entre 25 % e 45 %. Essa variação em decorrência da redução do teor de água pode ter contribuído nos índices de LK observados.

Portanto, a umidade de colheita afetou a integridade fisiológica das sementes de amendoim, com maior desorganização das membranas celulares para aquelas colhidas com maior teor de água (17,0 e 20,5 %bu), enquanto a umidade de colheita entre 10 e 12 %bu preservou a qualidade fisiológica e o vigor. O teste de condutividade elétrica se mostrou mais sensível para a caracterização do potencial fisiológico das sementes.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Conhecer o efeito do processo de redução do teor de água no amendoim em vagem pode auxiliar na tomada de decisões no momento da operação de colheita da cultura no campo e nos processos pós-colheita, aprimorando técnicas que promovam a manutenção da conservação da integridade fisiológica de grãos e sementes, minimizando perdas quantitativas (redução de massa) e qualitativas (qualidade nutricional e potencial fisiológico).

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá pela infraestrutura, à Fundação Araucária pelo apoio financeiro e à Embrapa pela difusão do material genético.

LITERATURA CITADA

ARAÚJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; ORLANDO, R. C. et al. Propriedades físicas dos frutos de amendoim durante a secagem. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 170-180, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n419rc>

MACHADO, A. L. B.; SANCHES, M. A. R.; MARTINS, M. J. N.; FLORES, M. L.; SOLANO, G. L.; SOUZA, S. J. F.; ROMERO, J. T. Drying kinetics and water adsorption properties of jalapeño pepper seeds (*Capsicum annuum* L.): A study aiming at their recovery and integral exploitation. **LWT**, v. 204, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116452>

PAIVA, J. P. D.; PARENTE, D. S.; BARROS, A. P.; COELHO, J. M. S.; ABREU, R. J. L.; ANTUNES, A. M.; VALENTE, B. S. F. Avaliação da qualidade física e fisiológica de grãos de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 8, p. e17028, 2025. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n8-076>

SÁ, N. O.; SAATH, R.; WENNECK, G. S.; SANTI, D. C.; OLIVEIRA, G. G.; VOLPATO, C. S. Qualidade do amendoim armazenado em diferentes embalagens. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, e24910313287, 2021.

SAATH, R.; WENNECK, G.S.; SANTI, D.C.; REZENDE, R.; ARAÚJO, L.L. Gestão da qualidade na pós-colheita do amendoim como ferramenta à competitividade. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 1, e007927, - e-ISSN 2176-9168, 2021. doi.org/10.17765/2176-91682021v14n1e007927

SAITA, A. C.; PANDOLFI, M. A. C. Efeitos da aflatoxina na comercialização do amendoim. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 449-459, jun. 2019.

ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES VIA SOLO MELHORA A QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE AMENDOIM

Gilmar Santos Martins Junior¹, Antônio Cesar Padovan²; Leonardo Vesco Galdi³; Ceci Castilho Custodio⁴; Fábio Rafael Echer⁴; Carlos Felipe dos Santos Cordeiro⁴

¹Mestrando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista - gilmartinsjr@gmail.com

²Graduado em agronomia – Universidade do Oeste Paulista

³Doutorando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista

⁴Docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Universidade do Oeste Paulista
carloscordeiro@unoeste.br

PROBLEMÁTICA

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é amplamente cultivado em solos arenosos de baixa fertilidade, onde a deficiência de micronutrientes como boro (B), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) comprometem o desenvolvimento reprodutivo e a formação de sementes de alta qualidade fisiológica. Além disso, o manejo nutricional da cultura é geralmente focado nos macronutrientes, e quando os micronutrientes são utilizados, sua aplicação ocorre principalmente via foliar, com efeito limitado sobre a qualidade das sementes. Assim, há poucos estudos sobre a adubação de micronutrientes via solo visando melhorar o desenvolvimento reprodutivo e a qualidade fisiológica das sementes. Essa lacuna justifica a necessidade de novas pesquisas que explorem estratégias de manejo mais eficientes.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Os micronutrientes são essenciais para o desenvolvimento reprodutivo do amendoim, na germinação do pólen e crescimento do tubo polínico (Aasim et al., 2022), enchimento das vagens, integridade de membranas e mecanismos antioxidantes; por isso, a deficiência de B, Zn, Cu e Mn compromete o pegamento de vagens e reduz o vigor das sementes (Alejandro et al., 2020; Xu et al., 2024). A qualidade fisiológica das sementes de amendoim já é naturalmente limitada, em razão da alta sensibilidade a danos mecânicos, do elevado teor de óleo, o que favorece perdas de vigor desde a formação até o armazenamento. Essa condição é agravada pelo fato de o amendoim ser frequentemente cultivado em solos arenosos, geralmente pobres em micronutrientes e com baixa retenção hídrica, o que o torna mais suscetível ao estresse por seca. A seca por sua vez, intensifica a desorganização de membranas, reduz o enchimento de vagens e limita a tolerância oxidativa, impactando negativamente o desempenho fisiológico das sementes (Moreno et al., 2024). Adicionalmente, a maturação desuniforme característica da cultura resulta na colheita simultânea de vagens em diferentes estádios de desenvolvimento, gerando lotes de sementes com qualidade heterogênea e menor longevidade em armazenamento (Fonseca et al., 2024).

A adubação com B melhora o enchimento das vagens e a uniformidade de maturação, refletindo em melhor desempenho fisiológico das sementes de amendoim (Cordeiro et al., 2024). O fornecimento de Cu e Mn, por sua vez, contribui para a formação de sementes com maior integridade celular e resistência a estresses oxidativos,

favorecendo o armazenamento e a qualidade pós-colheita (Elshamly & Nassar, 2024; Hussain et al., 2020).

Apesar dos avanços, o efeito conjunto dos micronutrientes na qualidade fisiológica das sementes de amendoim ainda é pouco compreendido. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação individual e combinada de B, Zn, Cu e Mn sobre a qualidade fisiológica das sementes de amendoim cultivado em solo arenoso, visando a produção de sementes com maior vigor e potencial germinativo.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Os experimentos foram conduzidos em área comercial em regime de sequeiro, localizada em Regente Feijó - São Paulo (22°13'09"S, 51°18'25"W; 483 m de altitude), durante as safras 2021/2022 e 2022/2023. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa e o clima regional é do tipo Aw, com temperatura média anual de 24,2 °C e precipitação média de 1.563 mm (Tabela 1; Figura 1).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação individual dos micronutrientes boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn); suas combinações em pares triplos (B+Zn+Cu, B+Zn+Mn, B+Cu+Mn e Zn+Cu+Mn); a combinação de todos os micronutrientes; e um controle sem aplicação, totalizando dez tratamentos. As doses aplicadas no solo, no momento da semeadura, foram de 2 kg ha⁻¹ de B (ácido bórico), 2 kg ha⁻¹ de Cu (sulfato de cobre), 6 kg ha⁻¹ de Mn (sulfato de manganês) e 6 kg ha⁻¹ de Zn (sulfato de zinco). Os fertilizantes foram diluídos em água e aplicados em cobertura utilizando um pulverizador pressurizado por CO₂, na vazão de **200 L ha⁻¹**. O amendoim foi semeado em 06/10/2021 e 25/10/2022 utilizando a cultivar IAC Granoleico (tipo *runner*, ciclo médio-precoce), em sistema de linha dupla (0,73 × 0,17 m) com densidade de 32 sementes por metro linear. As demais práticas de manejo seguiram as recomendações técnicas para a cultura, sem aplicação foliar de micronutrientes.

Na maturação das vagens (≈130 dias após a emergência, estádios R8–R9), foram colhidas plantas de dois metros lineares por parcela. As sementes foram secas em estufas com circulação de ar a 35°C - até 7% de umidade e padronizadas por peneiramento (0,83–0,95 cm). A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio do teste de germinação, realizado com quatro repetições de 25 sementes em rolos de papel umedecidos com água destilada (2,5 vezes o peso do papel) e mantidos a 25 °C. A contagem foi realizada seis dias após o início do teste, considerando-se as plântulas com hipocótilo e raiz primária com comprimento igual ou superior a 3 cm. As plântulas tiveram o comprimento medido e foram posteriormente secas a 65 °C por 48 h para determinação da massa seca.

Os dados foram analisados separadamente por safra. Verificou-se normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Lavene), seguida da análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste LSD (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade fisiológica das sementes foi influenciada pelas condições climáticas e pela adubação com micronutrientes. Na safra 2021/2022, o déficit hídrico reduziu a germinação e o vigor das plântulas, mas a adubação mitigou esses efeitos, principalmente com B, Zn e Cu. Isoladamente, B, Zn e Cu aumentaram a germinação em 73%, 71% e 53%, respectivamente, enquanto a aplicação combinada dos micronutrientes aumentou a germinação em 102% em relação ao controle. Na safra 2022/2023, com melhor regime de chuvas, as diferenças foram menores, mas sementes do controle apresentaram germinação 12% menor que o tratamento completo (Figura 2).

O vigor das plântulas também foi favorecido pela adubação com todos os micronutrientes, com aumento de 76% no número de plântulas normais, maior comprimento e massa seca. Esses resultados indicam que o fornecimento equilibrado de B, Zn e Cu melhora o desenvolvimento inicial das plântulas, mesmo sob estresse hídrico.

O efeito positivo desses micronutrientes está relacionado às suas funções fisiológicas durante a formação das sementes. O B atua no transporte de açúcares e na integridade dos tecidos vasculares (VERA-MALDONADO et al., 2024), o Zn participa da síntese de auxinas e da estabilidade das membranas (ELSHAMLY & NASSAR, 2024) e o Cu ativa enzimas antioxidantes e contribui para a lignificação celular (Chen et al., 2022). A atuação conjunta desses elementos favorece a germinação, o vigor e a formação de sementes mais uniformes e resistentes.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A adubação combinada com boro, zinco, manganês e cobre (Cu) melhorou a germinação e o vigor das sementes de amendoim em solo arenoso, principalmente sob seca, mostrando-se como uma estratégia eficiente para produzir sementes de melhor qualidade e com maior potencial fisiológico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ao produtor Helder Lamberti pela disponibilização das áreas experimentais,

LITERATURA CITADA

AASIM, M.; AKGUR, Ö.; YILDIRIM, B. An overview on boron and pollen germination, tube growth and development under in vitro and in vivo conditions. In: AFTAB, T. et al. Boron in Plants and Agriculture, p. 293–310, 2022.

ALEJANDRO, S.; HÖLLER, S.; MEIER, B.; PEITER, E. Manganese in plants: from acquisition to subcellular allocation. *Frontiers in Plant Science*, v. 11, p. 300, 2020.

CHEN, G.; LI, J.; HAN, H.; DU, R.; WANG, X. Physiological and molecular mechanisms of plant responses to copper stress. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, n. 21, p. 12950, 2022.

CORDEIRO, C. F. S.; GALDI, L. V.; SILVA, G. R. A.; CUSTODIO, C. C.; ECHER, F. R. Boron nutrition improves peanuts yield and seed quality in a low B sandy soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 48, p. e0230043, 2024.

ELSHAMLY, A. M. S.; NASSAR, S. M. A. Impacts of cobalt and zinc on improving peanuts nutrient uptake, yield and irrigation water use efficiency under different irrigation levels. *Scientific Reports*, v. 14, p. 7188, 2024.

FONSECA DE OLIVEIRA, C.; GOMES, G. R.; FAVARATO, L. F.; SILVA, L. J.; MARTINS, D.; COELHO, C. M. M. Tropical peanut maturation scale for harvesting seeds with superior quality. *Frontiers in Plant Science*, v. 15, p. 1376370, 2024.

HAIDER, M. U.; HUSSAIN, M.; FAROOQ, M.; NAWAZ, A. Zinc nutrition for improving the productivity and grain biofortification of mungbean. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 20, n. 3, p. 1321–1335, 2020.

MORENO, L.; LAMB, M. C.; BUTTS, C. L.; SORENSEN, R. B.; TUBBS, R. S.; MONFORT, W. S.; PILON, C. Drought alters the physiological quality of runner-type peanut seeds during seed formation. *Environmental and Experimental Botany*, v. 228, p. 106009, 2024.

VERA-MALDONADO, P.; AQUEA, F.; REYES-DÍAZ, M.; CÁRCAMO-FINCHEIRA, P.; SOTO-CERDA, B.; NUNES-NESE, A.; INOSTROZA-BLANCHETEAU, C. Role of boron and its interaction with other elements in plants. *Frontiers in Plant Science*, v. 15, p. 1332459, 2024.

XU, E.; LIU, Y.; GU, D.; ZHAN, X.; LI, J.; ZHOU, K.; ZOU, Y. Molecular mechanisms of plant responses to copper: from deficiency to excess. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 25, n. 13, p. 6993, 2024.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1 – Características selecionadas do solo antes do plantio do amendoim, camada de 0–40 cm de profundidade.

Profundidade (cm)	pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P -- mg dm ⁻³	S -- mg dm ⁻³	Al ³⁺	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V %
2021-2022												
0–20	4,4	9,5	7,2	2,2	4	16,5	1,9	10,2	3,3	15,8	34	38,5
20–40	4	8,5	6	3,9	3	19	1	8	2	11,5	30	36,6
2022-2023												
0–20	5,4	15,5	12,3	3,5	0	15,1	1	15,5	8,1	24,6	39,7	62,1
20–40	5,3	15,2	7,6	2,8	0	14,3	0,8	14,4	8,1	23,4	37,6	62
	B	Cu	Fe	Mn	Zn		Areia	Silte	Argila			
	----- mg dm ⁻³ -----						----- g kg ⁻¹ -----					
2021-2022												
0–20	0,2	0,7	19,8	9,1	0,6		794	64	142			
20–40	0,11	0,6	14,5	6,4	0,2		748	81	171			
2022-2023												
0–20	0,19	0,7	12	1,9	0,7		867	37	96			
20–40	0,2	0,2	16	2,1	0,7		800	38	162			

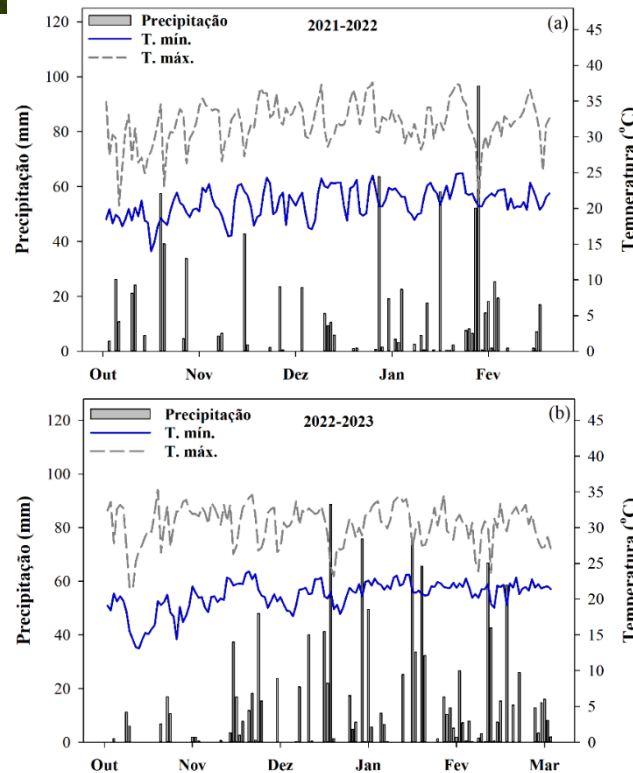


Figura 1 - Precipitação, temperatura máxima e mínima durante o cultivo de amendoim nas safras de 2021-2022 e 2022-2023, Regente Feijó, São Paulo, Brasil.

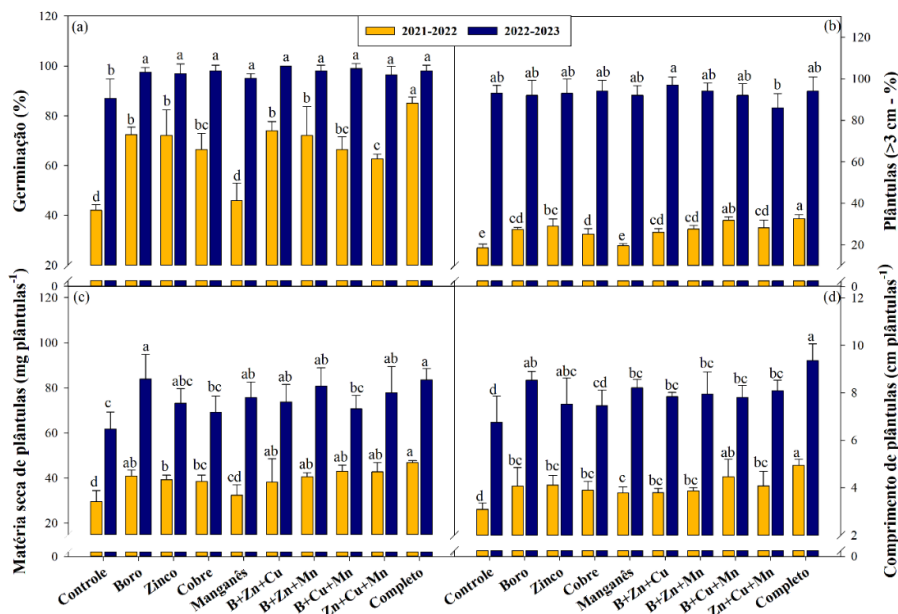


Figura 2 - Qualidade fisiológica de sementes de amendoim em função de diferentes manejos de fertilização com micronutrientes nas safras de 2021-2022 e 2022-2023. As cartas comparam a diferença entre os tratamentos em cada safra por meio do teste t (LSD) com probabilidade de 5%.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AMENDOIM AFETADA PELA DISPONIBILIDADE DE P, ÁGUA E CULTIVAR

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro¹; Leonardo Vesco Galdi², Maria Gabriela de Oliveira Andrade³; Ceci Castilho Custódio¹; Fábio Rafael Echer¹; Ciro Antonio Rosolem^{1,3}

¹Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e da Graduação em Agronomia da Unoeste –
– Universidade do Oeste Paulista - carloscordeiro@unoeste.br

²Doutorando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista - Unoeste – leo.galdi@gmail.com

³Doutor(a) em Agricultura – Universidade Estadual paulista – UNESP - Botucatu

PROBLEMÁTICA

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é predominantemente cultivado em solos arenosos de baixa fertilidade, geralmente em rotação com cana-de-açúcar ou na reforma de pastagens. Nesses sistemas, os teores de fósforo (P) no solo são comumente baixos a médios, raramente atingindo o nível crítico de 16 mg dm⁻³. Além disso, os períodos de seca frequentes nesses ambientes podem agravar a limitação imposta pela baixa disponibilidade de P, comprometendo o desenvolvimento e a qualidade fisiológica das sementes em diferentes cultivares de amendoim. Dessa forma há necessidade de novos estudos para determinar qual impacto da deficiência de P na qualidade fisiológicas das sementes de amendoim e determinar a doses ótimas de P em função de cada grupo de cultivares.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) apresenta desafios técnicos que podem resultar na baixa qualidade fisiológica de sementes como a desuniformidade da maturação que resulta na imaturidade embrionária na colheita (FONSECA DE OLIVEIRA e AMARAL DA SILVA, 2024; OKADA et al, 2021), perdas de vigor e sanidade durante as etapas do beneficiamento (BARBOSA et al., 2014) e das condições de armazenamento de um embrião rico em lipídios (48–50%) e suscetível à oxidação (LIU et al., 2019). Além disso, soma-se a sensibilidade a danos físicos como quebra e formação de “bandas” que são prejudiciais a qualidade das sementes (CARREGA et al, 2014). Esses fatores podem ser agravados pela ocorrência de déficit hídrico durante o enchimento e a maturação das vagens, comprometendo a germinação e o vigor das sementes (MORENO et al., 2024).

A nutrição mineral de plantas surge como uma estratégia promissora para melhorar a qualidade fisiológica das sementes de amendoim por meio da nutrição das plantas no campo, embora ainda seja pouco explorada em condições tropicais. Entre os nutrientes, o fósforo (P) destaca-se como um dos principais limitantes nos solos arenosos onde o amendoim é majoritariamente cultivado no Brasil. De acordo com as recomendações oficiais, devem ser aplicados cerca de 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em solos com teor de P lábil inferior a 16 mg dm⁻³ (QUAGGIO et al., 2022).

Entretanto, estudos recentes indicam que, em solos com baixo teor de P, a dose ótima de P₂O₅ para máxima produtividade varia entre 40 e 120 kg ha⁻¹, dependendo da

disponibilidade hídrica, teor inicial de P e cultivar (CORDEIRO et al., 2025). Além disso, a eficiência de absorção de P é dependente da genética da cultivar (CORDEIRO et al., 2024). Contudo, a dose ótima de P para maximizar a qualidade fisiológica das sementes e a possível interação com o genótipo, especialmente em solos limitantes em P, ainda não estão totalmente elucidadas.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Foram conduzidos quatro experimentos de campo durante as safras 2021-2022 e 2022-2023, no município de Regente Feijó (SP), em solos arenosos (>85% de areia). As áreas tinham históricos distintos: Área de muito baixo P: sob pastagem degradada de *Urochloa decumbens*, com teor inicial entre 4,0 e 7 mg dm⁻³ de P-resina – sem histórico de adubação fosfatada. Área de baixo P: sob rotação com amendoim e pastagem (*Urochloa brizantha*), com teor inicial entre 12 e 13 mg dm⁻³ de P-resina – com histórico de adubação fosfatada (QUAGGIO et al., 2022). Os dados climáticos registrado durante a condução dos estudos estão na Figura 1.

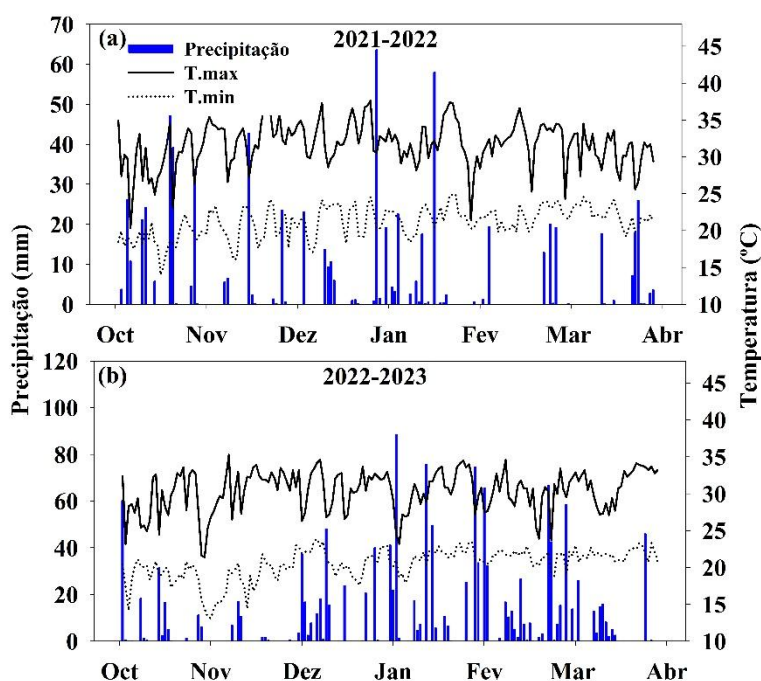


Figura 1- Condições climáticas da área experimental entre a semeadura e a colheita do amendoim: Precipitação, temperatura máxima e mínima nas safras 2021-2022 (a) e 2022-2023 (b), município de Regente Feijó-SP.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados e esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas as cultivares: IAC OL3 (precoce, ~120 dias) e IAC 503 (tardia, ~150 dias) e nas subparcelas as doses de P₂O₅: 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de semeadura, utilizando como fonte de P o superfosfato triplo (42% P₂O₅). As parcelas principais mediam 35 m × 3,6 m, enquanto as subparcelas tinham 7 m × 3,6 m.

As pastagens foram dessecadas em setembro com herbicida à base de glifosato, na dose de 1,45 L ha⁻¹ de equivalente ácido. A área foi arada duas vezes com grade aradora e, em seguida, nivelada com grade leve. Após a aplicação de calcário dolomítico (1.000 e 1.600 kg ha⁻¹ nas áreas com P médio e baixo, respectivamente), realizou-se nova gradagem. Entre os meses de outubro e novembro de cada ano o amendoim foi semeado mecanicamente em sistema de fileiras duplas (17×73 cm), com vinte e cinco sementes por metro. Atingindo a população de plantas final em torno de 200.000 plantas por hectare. A adubação com os demais nutrientes seguiu as recomendações para a cultura e os teores de nutrientes no solo, sendo idêntica em todos os tratamentos, exceto para o fósforo. Pragas, doenças e plantas daninhas foram manejadas conforme as recomendações técnicas para a cultura.

A colheita do amendoim foi realizada entre fevereiro e março de cada ano. O arranquio ocorreu quando 70% das vagens estavam maduras (estádios R8 e R9). Assim, mesmo dentro do mesmo experimento, a colheita da cultivar IAC OL3 foi realizada antes da IAC 503, devido à diferença no ciclo de maturação. No momento da colheita, todas as linhas foram arrancadas e invertidas mecanicamente com uso de arrancador/inversor. Em seguida, foram colhidos manualmente as vagens de quatro metros lineares de linha de cada parcela. Uma subamostra de 200 vagens foi separada e seca a temperatura ambiente até atingir 7% de umidade e em seguida padronizadas por peneiramento (0,83–0,95 cm). A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio do teste de germinação, realizado com quatro repetições de 25 sementes em rolos de papel umedecidos com água destilada (2,5 vezes o peso do papel) e mantidos a 25 °C. A contagem foi realizada seis dias após a semeadura, considerando-se plântulas normais aquelas com hipocótilo e raiz primária com comprimento igual ou superior a 3 cm. As plântulas normais tiveram o comprimento medido e foram posteriormente secas a 65 °C por 48 h para determinação da massa de matéria seca.

Os dados foram analisados separadamente por safra e área. Verificou-se normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Levene), seguida da análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste LSD (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2021–2022, a precipitação total foi menor (787 mm e 635 mm nas áreas com baixo e médio teor inicial de P no solo, respectivamente), resultando em um balanço hídrico negativo durante o enchimento dos grãos (R6–R7). Essa restrição hídrica resultou em baixa porcentagem de germinação e principalmente, % de plantas normais, especialmente na área com baixo P e ausência de adubação com P. Em contraste, na safra 2022–2023, a precipitação total atingiu 1.225 mm, com mais de 70% concentrada entre os estádios R5 e R8, resultando em maior taxa de germinação e % de plântulas normais, especialmente na área com médio P inicial e adubação com dose moderada de P (40 kg ha⁻¹ de P₂O₅) (Figura 2).

A dose ótima de P₂O₅ oscilou entre 40 e 120 kg ha⁻¹. Curiosamente, mesmo no solo com baixo P inicial a aplicação de 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅, reduziu a taxa de germinação total, % de plântulas normais e matéria seca de plântulas, independente da disponibilidade hídrica (Figura 2 a-k). Enquanto, comprimento da plântula nas áreas com baixo P inicial reduziu apenas com a dose de 160 kg ha⁻¹ com a cultivar tardia e

ano mais seco durante a fase reprodutiva (Figura 2m). A ausência de adubação com P limitou a germinação total, % de plântulas normais e massa de matéria seca das plântulas, independente da disponibilidade hídrica ou teor inicial de P no solo, exceto para cultivar tardia na % de plântulas normais no ano chuvoso e teor de P inicial médio (Figura 2h).

As diferenças entre as cultivares foram menos pronunciadas. Porém no ano com seca durante a fase reprodutiva das plantas, na área com teor de P inicial médio, a germinação total e % de plântulas normais foi maior com a cultivar tardia, na ausência de P (Figura 2 b, f).

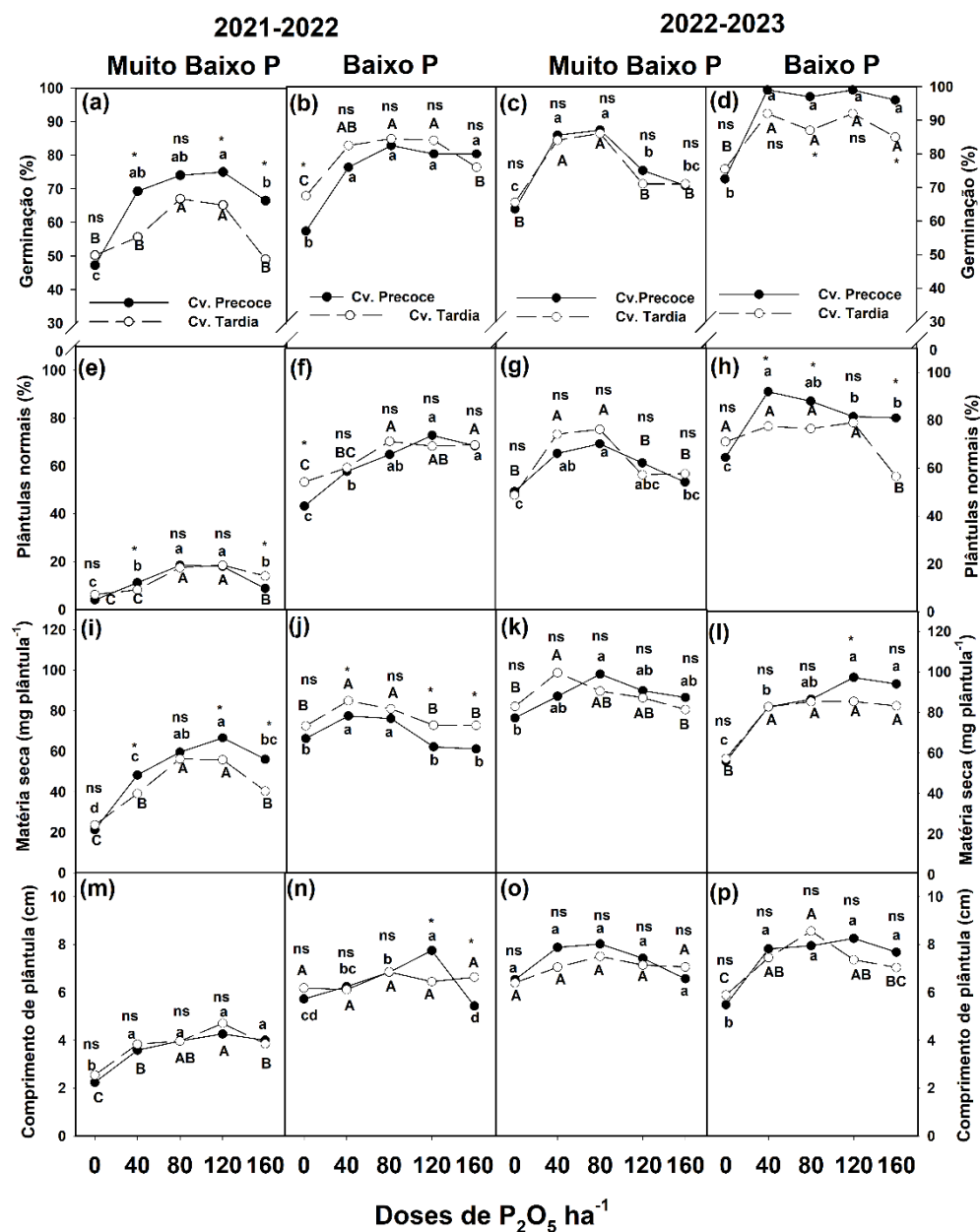


Figura 2. Dados médios da germinação de sementes, plântulas normais, massa de matéria seca e comprimento de plântulas de cultivares de amendoim de ciclo precoce (IAC OL3) e tardio (IAC 503) em função das doses de P₂O₅ em solos com muito baixo

e baixo teor inicial de P durante as safras 2021-2022 e 2022-2023. Letras minúsculas comparam doses de P dentro da cultivar precoce. Letras maiúsculas comparam doses de P dentro da cultivar tardia. ns e * indicam diferenças não significativas e significativas entre cultivares em cada dose de P ($p < 0,01$), respectivamente, de acordo com o teste de LSD.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A germinação total, a porcentagem de plântulas normais e a matéria seca de plântulas foram os atributos mais afetados pelo manejo do fósforo. Sob baixa disponibilidade de P e água no solo as plantas produziram sementes com baixo potencial de germinação e vigor, evidenciada pela menor porcentagem de plântulas normais. As doses ótimas variaram de 80 a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em solos com muito baixo teor de P e de 40 a 80 kg ha⁻¹ em solos com teor baixo, dependendo da disponibilidade hídrica e da cultivar. Doses acima de 120 kg ha⁻¹ não proporcionaram ganhos, prejudicando o vigor das sementes obtidas. Embora a cultivar tardia tenha proporcionado sementes com maior germinação em relação a cultivar precoce, na ausência de adubação com P em alguns casos, não houve diferença consistente entre cultivares, reforçando que a ausência de adubação com P em solos com teor de P abaixo no nível crítico limita a qualidade fisiológica das sementes independente do genótipo. Os resultados apresentados constituem um guia prático para maximizar a qualidade fisiológica das sementes em ambientes de produção com disponibilidade hídrica e de P limitantes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento deste estudo – processo 2020/14810-8. Ao produtor Helder Lamberti pela disponibilidade das áreas para a condução dos experimentos.

LITERATURA CITADA

BARBOSA, R.M. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim durante o processo de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.49, p.977–985, 2014.

CORDEIRO, C.F.S., ECHER, F.R., ROSOLEM, C.A. Root systems of peanut cultivars respond differently to soil P availability to improve P uptake. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 187, 484–493. 2024 <https://doi.org/10.1002/jpln.202300144>

CORDEIRO, C.F.S, ANDRADE, M.G.O., GALDI, L.V., ECHER, F.R., & ROSOLEM, C.A. Optimizing phosphorus rates for peanut: The role of soil P, water availability, and cultivar. *Field Crops Research*, 333, 110086. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.110086>

CARREGA, W.C., MICHELOTTO, M. D., GALLI, J.A., NETTO, J.C., FINOTO, E.L., GODOY, I.J. Injúrias mecânicas no beneficiamento de amendoim alto oleico e reflexos na qualidade de sementes. *Revista Agro@ambiente*, v.8, n.2, p.253-260. 2014.

FONSECA DE OLIVEIRA, G.R., AMARAL DA SILVA, E.A. Tropical peanut maturation scale for harvesting seeds with superior quality. *Frontiers in Plant Science*, v.15, p.1–15, 2024. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1376370>

LIU K, LIU Y, CHEN F. Effect of storage temperature on lipid oxidation and changes in nutrient contents in peanuts. *Food Sci & Nutrition*, v.7, p.2280–2290. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1069>

MORENO, L., LAMB, M. C., BUTTS, C. L., SORENSEN, R. B., TUBBS, R. S., MONFORT, W. S., GREY, T.L & PILON, C. (2024). Drought alters the physiological quality of runner-type peanut seeds during seed formation. *Environmental and Experimental Botany*, 228, 106009. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.106009>

OKADA, M.H., OLIVEIRA, G.R.F., SARTORI, M.M. P., CRUSCIOL, C. A. C., NAKAGAWA, J., & AMARAL, E. A. (2021). Acquisition of the physiological quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds during maturation under the influence of the maternal environment. *PLoS One*, 16(5), e0250293. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250293>

QUAGGIO, J.A; ZAMBROSI, F.C.B., CANTARELLA, H., GODOY, I.J., CRUSCIOL, C.A.C., BOLONHEZI, D. Amendoim. In Rajj, B. et al. (Eds). *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas, (2ed) Campinas, n. 100, p. 489. 2022.*

RELAÇÃO ENTRE DÉFICIT HÍDRICO E APLICAÇÃO DE HIDROGEL NO DESEMPENHO NUTRICIONAL DO AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.)

Ana Laura Paula de Oliveira¹, João Pedro dos Santos², Fernando Ferrari Putti³

¹ Departamento de Agronomia (Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas, campus de Botucatu Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu 18601-034, Brasil

² Departamento de Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Agronômicas, campus de Botucatu Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu 18601-034, Brasil

³ Departamento de Engenharia de Biosistemas, Faculdade de Ciências e Engenharia, campus de Tupã, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Tupã 17602-496, Brasil

PROBLEMÁTICA

As diversas irregularidades climáticas vêm afetando a agricultura ao longo dos anos, ocasionando escassez hídrica e tornando-a um dos principais desafios enfrentados nos sistemas agrícolas. A restrição hídrica, resultante da falta de chuvas, afeta diretamente o desenvolvimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e, dependendo da frequência e da intensidade dos períodos de seca associados a altas temperaturas, exerce influência negativa em todas as fases de desenvolvimento da cultura, desde a semeadura até a colheita (Vieira, 2019).

Além de diminuir a produtividade, o estresse hídrico na fase reprodutiva pode ocasionar a contaminação por aflatoxina, o que restringe o consumo do amendoim impactando negativamente o comércio local (Pupalla et al., 2019). Pesquisas indicam que o déficit hídrico é responsável por perdas significativas na produção global do amendoim, resultando em redução de milhões de toneladas por ano, o que ocasiona impactos econômicos, uma vez que a cultura é uma fonte de óleo vegetal e proteína em países tropical e subtropical (Sarkar et al., 2016; Yang et al., 2019).

A planta sob restrição hídrica desenvolve alterações que reduzem a fotossíntese e comprometem o metabolismo vegetal, afetando diretamente a absorção e a distribuição dos nutrientes. Diante desse contexto, a adoção de estratégias que mitigam os efeitos do estresse hídrico torna-se essencial para assegurar a sustentabilidade e a produtividade agrícola nas atuais condições climáticas.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa anual pertencente à família *Fabaceae*, amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Originário da América do Sul, destaca-se entre as principais oleaginosas, responsável pela produção de óleo e proteínas amplamente utilizados na alimentação humana e animal, além da indústria alimentícia e de biocombustíveis (Adhikari et al., 2018). A produção global do amendoim ultrapassa 49 milhões de toneladas anuais (USDA, 2022). No Brasil a cultura é de grande importância, sendo o segundo maior produtor e exportador da América Latina, na safra 2024/2025 foi estimada em 1,18 milhões de toneladas, das quais o estado de São Paulo é responsável por 90% produção nacional (CONAB, 2025), com destaque para as regiões da Alta Mogiana e Alta Paulista, que reúne condições edafoclimáticas favoráveis para o desenvolvimento da cultura (Sampaio, 2019).

Apesar da sua tolerância à seca, graças ao seu sistema radicular profundo que permite raízes alcançar camadas mais profundas do solo, a restrição hídrica prejudica a produtividade da cultura. O déficit hídrico afeta processos fisiológicos essenciais do amendoim, reduzindo a transpiração, o potencial hídrico foliar e a assimilação de CO₂, o que limita a fotossíntese e o crescimento (Nogueira; Santos, 2000). A cultura necessita de uma distribuição de 450 a 700 mm de água durante o ciclo, sendo sua maior demanda florescimento e frutificação (Cato; Albert; Monteiro, 2008). Com as mudanças climáticas e a escassez de chuvas durante o ciclo agrícola, torna-se necessário que produtores e técnicos adotem alternativas de manejo que vão além do sistema de irrigação, visando garantir a manutenção da produtividade mesmo sob condições de déficit hídrico.

A adoção de alternativas de manejo auxiliam o desenvolvimento das culturas agrícolas. Essas estratégias incluem desde a inoculação com microrganismos e bactérias promotoras de crescimento vegetal até a uso de condicionadores de solo, como o hidrogel, cuja função é reter e disponibilizar água para as plantas Liu et al., (2020). O uso desse polímero é estudado desde a década de 1950, destacando sua capacidade de armazenar água e liberá-la gradualmente conforme a demanda hídrica das plantas. Assim, o uso de hidrogel é uma fonte sustentável e eficiente para o manejo da água, principalmente nas mudanças climáticas enfrentadas na agricultura. Considerando esse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento do amendoim submetido ao déficit hídrico em resposta à aplicação de hidrogel, visando avaliar os teores de nutricional da planta dos nutrientes N-P-K.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Tupã – SP, localizada nas coordenadas geográficas 21°56'01" S e 50°30'45" O, a uma altitude de 511 m. A região apresenta clima tropical, caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos secos, condições adequadas ao cultivo do amendoim (*Arachis hypogaea* L.).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 2, composto por dois níveis de irrigação (50% e 100% da reposição da evapotranspiração) e dois tratamentos com hidrogel (sem e com aplicação), totalizando quatro combinações experimentais, com três repetições cada.

As sementes de amendoim foram semeadas em vasos individuais contendo substrato uniforme, preparado com solo previamente corrigido e adubado conforme as recomendações do Boletim Técnico 100 do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), garantindo adequada fertilidade e condições de desenvolvimento inicial das plantas.

A irrigação foi conduzida com base na evaporação do tanque Classe A, permitindo o controle preciso da lâmina de água aplicada em cada tratamento. O manejo hídrico e nutricional foi rigorosamente monitorado durante todo o período experimental, assegurando que as variações observadas fossem decorrentes exclusivamente dos tratamentos estabelecidos.

As avaliações compreenderam a determinação dos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), com o objetivo de avaliar o efeito da disponibilidade hídrica e da aplicação de hidrogel sobre a absorção e o acúmulo desses macronutrientes essenciais na cultura do amendoim.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disponibilidade hídrica e o uso de hidrogel influenciaram os teores de macronutrientes nas plantas de amendoim (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação de médias da matéria seca das folhas e da raiz sob déficit hídrico e irrigação plena; e presença e ausência de hidrogel

Nitrogênio				
	Irrigação 50%	Irrigação 100%	Sem hidrogel	Com hidrogel
	27,25b	31,87a	30,87a	28,25b
CV	1,96			
Fósforo				
	Irrigação 50%	Irrigação 100%	Sem hidrogel	Com hidrogel
	1,35a	1,31b	1,34a	1,32b
CV	1,16			
Potássio				
	Irrigação 50%	Irrigação 100%	Sem hidrogel	Com hidrogel
	12,42a	12,11a	14,13a	10,40b
CV	9,44			

Letras minúsculas indicam diferenças entre si na irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e letras maiúsculas indicam diferenças entre si na presença e ausência do hidrogel pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Para o nitrogênio (N), observou-se incremento significativo nos tratamentos com irrigação plena, com média de 31,87 em relação a 27,25 nas plantas sob déficit hídrico. Esse comportamento confirma a sensibilidade da cultura à limitação de água, uma vez que o estresse hídrico reduz a absorção de nutrientes e a translocação de compostos nitrogenados (Farooq *et al.*, 2009). Resultados semelhantes foram relatados por Silva *et al.* (2017) e Feitosa *et al.* (1993), que observaram maior acúmulo de nitrogênio durante a fase reprodutiva em condições de adequado suprimento hídrico. Quanto ao uso do hidrogel, os teores foliares foram ligeiramente menores nas plantas tratadas (28,25 g kg⁻¹) em comparação ao controle (30,87 g kg⁻¹).

Em relação ao fósforo (P), os resultados indicaram variação discreta entre os tratamentos. A irrigação a 50% da evapotranspiração proporcionou teor superior (1,35) em comparação à irrigação plena (1,31). Essa tendência pode estar relacionada à maior concentração relativa do nutriente em condições de crescimento reduzido, resultando em menor diluição nos tecidos vegetais. Resultados semelhantes foram observados por Feitosa *et al.* (1993), que também verificaram pequenas variações nos teores de P em função do manejo hídrico.

Os teores de potássio (K) apresentaram comportamento inverso ao observado para o nitrogênio, com maiores valores nas plantas submetidas ao déficit hídrico (12,42 g

kg⁻¹) em comparação à irrigação plena (12,11 g kg⁻¹). Conforme relatado por Silva et al. (2017) e Feitosa et al. (1993), o K é um dos macronutrientes mais absorvidos pelo amendoim, especialmente durante a fase reprodutiva, sendo essencial para o ajuste osmótico e o transporte de fotoassimilados. Assim, o ligeiro aumento sob déficit hídrico pode refletir a função fisiológica do K na manutenção da turgescência celular durante períodos de restrição de água (Malavolta, 1980; Taiz et al., 2017).

De modo geral, a disponibilidade hídrica e o uso do hidrogel influenciaram de forma distinta os teores de macronutrientes nas plantas de amendoim. O déficit hídrico reduziu significativamente o teor de nitrogênio (27,25 g kg⁻¹) em comparação à irrigação plena (31,87 g kg⁻¹), confirmando a sensibilidade da cultura à limitação de água. Para o fósforo, observou-se variação discreta entre os tratamentos, com leve aumento sob menor disponibilidade hídrica (1,35 g kg⁻¹). Já o potássio apresentou comportamento inverso, sendo ligeiramente superior sob déficit hídrico (12,42 g kg⁻¹).

No entanto, o uso do hidrogel não promoveu efeito positivo sobre os teores de nutrientes; pelo contrário, observou-se redução dos valores médios, especialmente para o potássio, cujos teores diminuíram de 14,13 g kg⁻¹ (sem hidrogel) para 10,40 g kg⁻¹ (com hidrogel). Esse resultado sugere que, nas condições do experimento, o polímero pode ter limitado a disponibilidade imediata de nutrientes ou alterado sua dinâmica de absorção pelas plantas, não contribuindo de forma efetiva para a nutrição mineral do amendoim.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados obtidos evidenciam que o uso do hidrogel, nas condições avaliadas, não apresentou efeito positivo sobre o desempenho nutricional do amendoim, podendo inclusive reduzir os teores de alguns macronutrientes, como o potássio. Essa resposta sugere que o polímero pode ter alterado a dinâmica de disponibilidade de água e nutrientes no solo, interferindo na absorção pelas plantas.

Apesar disso, o estudo traz uma contribuição relevante para o manejo agrícola, ao demonstrar que a eficiência do hidrogel não é universal, dependendo de fatores como tipo de solo, regime hídrico e dose aplicada. Assim, sua utilização deve ser analisada com cautela, considerando as particularidades de cada ambiente de cultivo.

De forma prática, os resultados reforçam a importância de se compreender o comportamento do hidrogel em diferentes condições antes de recomendá-lo como estratégia de mitigação do estresse hídrico. Essa abordagem permite aprimorar o uso racional da água e dos insumos, promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis e adequadas à realidade de cada sistema produtivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela concessão da Bolsa de Produtividade (Proc. 305048/2024-4) do último autor.

LITERATURA CITADA

ADHIKARI, B. et al. Resveratrol, conteúdo total de fenólicos e flavonoides e potencial antioxidante de sementes e brotos de amendoim coreano. **Ciência e Biotecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 5, p. 1275-1284, 2018.

CATO, S. C.; ALBERT, L. H. B.; MONTEIRO, A. C. B. A. Amendoinzeiro. In: CASTRO, P. R. C. (Org.). **Manual de Fisiologia Vegetal: Fisiologia de Cultivos**. Piracicaba: Editora Ceres, 2008. p. 26-35.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – Safra 2024/2025, 7º Levantamento. Abr. 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 08 nov. 2025.

FEITOSA, C. T., NOGUEIRA, S. S. S., GERIN, M. A. N., & RODRIGUES FILHO, F. S. O. Avaliação do crescimento e da utilização de nutrientes pelo amendoim. **Scientia Agricola**, v. 50, p. 427-437, 1993.

LIU, X. et al. Dual physically cross-linked hydrogels incorporating hydrophobic interactions with promising reparability and ultrahigh elongation. **Advanced Functional Materials**, v. 31, n. 3, p. 2008187, 2021.

MALAVOLTA, Eurípides. Elementos de nutrição mineral de plantas. 1980.

NOGUEIRA, R. J. M. C. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 161-167, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662000000200002>.

PUPPALA, N. et al. Sustaining yield and nutritional quality of peanuts in harsh environments: physiological and molecular basis of drought and heat stress tolerance. **Frontiers in Genetics**, v. 14, p. 1121462, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1121462>.

SAMPAIO, R. M.; FREDO, C. E. O amendoim paulista e suas características de produção, socioeconômicas e tecnológicas. In: JAMMAL, D. G. (Org.). **A cultura do amendoim e seus reflexos econômicos, sociais e técnicos**. Jaboticabal: AREA, 2019. p. 13-25.

SARKAR, T. et al. Stress inducible expression of AtDREB1A transcription factor in transgenic peanut (*Arachis hypogaea* L.) conferred tolerance to soil-moisture deficit stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 935, 2016.

SILVA, E. D. B.; FERREIRA, E. A.; PEREIRA, G. A. M.; SILVA, D. V.; & OLIVEIRA, A. J. M. Peanut plant nutrient absorption and growth. **Revista caatinga**, v. 30, p. 653-661, 2017.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Oilseeds: World Markets and Trade. **Foreign Agricultural Service**, fev. 2022. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2025.

VIEIRA, A. C. N. T. Déficit hídrico na cultura do amendoim em superfícies irrigadas sobre diferentes exposições e declividades. Jaboticabal, 2019. 55 p.

YANG, X. et al. Recent advances in the acclimation mechanisms and genetic improvement of peanut for drought tolerance. **Agricultural Sciences**, v. 10, n. 9, p. 1178, 2019.

INTERAÇÃO ENTRE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E USO DE HIDROGEL NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.)

Fernando Ferrari Putti¹, Ana Laura Paula de Oliveira², João Pedro dos Santos³, Breno Miranda Bagagi²

¹ Departamento de Engenharia de Biosistemas, Faculdade de Ciências e Engenharia, campus de Tupã, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Tupã 17602-496, Brasil

² Departamento de Agronomia (Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu 18601-034, Brasil

³ Departamento de Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Agronômicas, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu 18601-034, Brasil

PROBLEMÁTICA

A escassez de água constitui uma das principais limitações ao desenvolvimento agrícola global, destacando-se entre os fatores que mais reduzem a produtividade das culturas (Gupta et al., 2020; Kaur et al., 2021). No amendoim (*Arachis hypogaea* L.), essa limitação é especialmente crítica devido à elevada sensibilidade da espécie às variações hídricas do solo. Estima-se que a seca ocasiona perdas anuais expressivas na produção mundial da cultura (Sarkar et al., 2016), impactando economias que dependem do amendoim como fonte de óleo e proteína vegetal (Yang et al., 2019). A deficiência hídrica restringe a absorção de água e nutrientes, comprometendo a fotossíntese e a eficiência metabólica das plantas (Flexas et al., 2004; Farooq et al., 2009).

O avanço das mudanças climáticas tem agravado a irregularidade das chuvas, tornando as secas mais frequentes e intensas, o que ameaça a estabilidade produtiva em diferentes regiões (Thiault et al., 2019; Chaudhry & Sidhu, 2022). Projeções indicam que nas próximas décadas a magnitude das secas será ainda maior (Balyan et al., 2017). Diante disso, compreender as respostas fisiológicas do amendoim ao estresse hídrico e adotar estratégias de mitigação torna-se essencial para a sustentabilidade agrícola.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma espécie herbácea anual pertencente à família Fabaceae, amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Originário da América do Sul, o amendoim destaca-se entre as principais oleaginosas do mundo, tanto pelo valor econômico quanto pelo papel nutricional que exerce nas cadeias produtivas agrícolas (Adhikari et al., 2018). De acordo com estimativas recentes, a produção mundial dessa cultura ultrapassa 49 milhões de toneladas anuais (USDA, 2022), o que evidencia sua relevância econômica global.

Entretanto, embora o cultivo do amendoim seja tolerante à escassez hídrica, as variações climáticas, sobretudo à irregularidade das chuvas e aos períodos de estiagem podem comprometer a sua produção. O aumento das temperaturas médias globais (NASA, 2019) e a ocorrência de veranicos têm acentuado o estresse hídrico nas lavouras, tornando necessário aprofundar os estudos sobre a tolerância da cultura à deficiência de água. Estima-se que, em áreas propensas à seca, as perdas de

produtividade variem entre 25% e 30%, dependendo da cultivar utilizada (Abady et al., 2019), podendo atingir 50% em regiões com secas recorrentes (Songsri et al., 2008). Globalmente, as perdas econômicas associadas à seca nessa cultura chegam a aproximadamente US\$520 milhões anuais (Kambiranda et al., 2011).

Diante da crescente instabilidade climática e da irregularidade na distribuição das chuvas, o sucesso produtivo do amendoim depende diretamente da adoção de práticas de manejo capazes de amenizar os efeitos do déficit hídrico. Diversas estratégias têm sido empregadas com o objetivo de aumentar a disponibilidade de água no solo e melhorar a eficiência de seu uso pelas plantas. Entre essas práticas, destacam-se a aplicação de condicionadores de umidade, como os hidrogéis, que vêm sendo amplamente estudados como uma tecnologia sustentável para o manejo da água no solo (Navroski et al., 2016; Farag et al., 2017; Teixeira et al., 2019). Os hidrogéis são polímeros hidrofílicos com elevada capacidade de absorver e reter grandes volumes de água, formando uma rede polimérica estável que libera gradualmente a umidade retida de acordo com a demanda das plantas (Liu et al., 2020).

Essa característica permite não apenas reduzir as perdas por evaporação, mas também otimizar a eficiência da irrigação, assegurando maior regularidade hídrica no perfil do solo e mitigando os impactos de períodos secos. Em regiões com forte variação pluviométrica, o uso de hidrogel contribui significativamente para a manutenção da umidade e para a estabilidade do crescimento vegetal.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Tupã – SP, situada nas coordenadas geográficas 21°56'01" S e 50°30'45" O, a uma altitude de 511 m. A região apresenta clima tropical, com verões quentes e chuvosos e invernos secos, condições favoráveis ao cultivo do amendoim (*Arachis hypogaea* L.).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 2, composto por dois níveis de irrigação (50% e 100% da reposição da evapotranspiração) e dois tratamentos com hidrogel (sem aplicação e com aplicação), totalizando quatro combinações experimentais, com três repetições cada. As sementes de amendoim foram semeadas em vasos individuais contendo substrato uniforme, preparado com solo previamente corrigido e adubado conforme as recomendações do Boletim Técnico 100 do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), de modo a garantir condições adequadas de fertilidade e desenvolvimento inicial das plantas.

A irrigação foi conduzida com base na evaporação do tanque Classe A, permitindo a reposição precisa da lâmina de água correspondente a cada tratamento. O manejo hídrico e nutricional foi rigorosamente controlado ao longo do experimento, assegurando que as diferenças observadas fossem resultantes apenas dos tratamentos aplicados.

As avaliações compreenderam a determinação da massa seca das folhas, do caule e das raízes, variáveis utilizadas para avaliar o efeito combinado da disponibilidade hídrica e da aplicação de hidrogel sobre o crescimento e o acúmulo de biomassa nas plantas de amendoim.

A utilização do hidrogel e a disponibilidade hídrica influenciaram de forma significativa a produção de matéria seca nas diferentes partes da planta (Tabelas 1 e 2). Observou-se que a redução da irrigação para 50% da evapotranspiração afetou negativamente o acúmulo de biomassa, evidenciando o impacto do déficit hídrico no desenvolvimento das plantas.

Tabela 1. Comparação de médias da matéria seca das folhas e da raiz sob déficit hídrico e irrigação plena; e presença e ausência de hidrogel

Irrigação	Sem hidrogel	Com hidrogel
Matéria seca das folhas (g)		
50%	205,30 Ba	217,30 Ba
100%	310,37 Aa	278,20 Ab
cv (%)		6,08
Matéria seca da raiz (g)		
50%	21,60 Bb	24,60 Aa
100%	26,87 Aa	24,50 Aa
cv (%)		5,45

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, não diferente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na Tabela 1, verifica-se que a matéria seca das folhas apresentou valores superiores no tratamento com irrigação plena (100% da reposição da evapotranspiração), tanto na presença quanto na ausência de hidrogel. Embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa para plantas submetidas a 50% da evapotranspiração, nota-se uma tendência de incremento associada ao uso do hidrogel, sugerindo que o material pode contribuir para a retenção de água no solo e, conseqüentemente, atenuar os efeitos do estresse hídrico. De acordo com Liu et al. (2020), essa propriedade dos hidrogéis permite o suprimento gradual de água às raízes, favorecendo a manutenção da turgescência celular e a continuidade da fotossíntese em períodos de seca.

Em relação à matéria seca da raiz (Tabela 1), nota-se que o déficit hídrico reduziu o crescimento radicular nas plantas sem hidrogel, enquanto aquelas com o polímero apresentaram valores semelhantes de matéria seca da raiz nos dois regimes de irrigação (24,60 g e 24,50 g, respectivamente). Isso demonstra que o hidrogel proporcionou maior equilíbrio hídrico no solo, permitindo um desenvolvimento radicular mais uniforme. Segundo Navroski et al. (2016) e Farag et al. (2017), o hidrogel pode atuar como um reservatório hídrico no entorno das raízes, reduzindo a flutuação na disponibilidade de água e estimulando o crescimento radicular em condições de limitação hídrica.

Tabela 2. Comparação de médias para a massa seca do caule

	Irrigação 50%	Irrigação 100%	Sem hidrogel	Com hidrogel
	243,35 b	285,95 a	254,75 B	274,55 A
cv (%)	4,57			

Letras minúsculas indicam diferenças entre si na irrigação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e letras maiúsculas indicam diferenças entre si na presença e ausência do hidrogel pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Resultados semelhantes foram observados para a matéria seca do caule (Tabela 2), em que o regime de irrigação plena (100%) proporcionou valores significativamente superiores (285,95 g) em relação ao tratamento com déficit (243,35 g). Contudo, a presença do hidrogel promoveu incremento na massa seca do caule, com aumento de aproximadamente 7,8% em relação às plantas sem o polímero. Resultados semelhantes foram relatados por Azevedo et al. (2006) e Teixeira et al. (2019), que destacam o aumento da biomassa vegetal em condições de estresse moderado quando há uso de polímeros hidroabsorventes.

De modo geral, observa-se que o déficit hídrico compromete o acúmulo de matéria seca nas folhas, raízes e caule. Entretanto, a utilização do hidrogel mostrou-se eficiente em atenuar os efeitos negativos da restrição de água, promovendo melhoria no crescimento das plantas sob condições de menor disponibilidade hídrica. Esses resultados indicam que o uso de polímeros hidroabsorventes pode ser uma estratégia promissora para o manejo hídrico em condições de déficit, contribuindo para maior sustentabilidade e eficiência no uso da água na agricultura.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação de polímeros hidroabsorventes, como o hidrogel, apresenta grande relevância prática no manejo hídrico de culturas agrícolas, especialmente em ambientes sujeitos à irregularidade de chuvas. Na prática, o uso do hidrogel incorporado ao solo aumenta a capacidade de retenção e armazenamento de água na zona radicular, liberando-a gradualmente conforme a demanda das plantas, o que reduz a necessidade de irrigações frequentes e minimiza perdas por evaporação. Essa característica confere maior estabilidade hídrica às culturas, favorecendo o crescimento e o acúmulo de biomassa mesmo sob déficit hídrico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela concessão da Bolsa de Produtividade (Proc. 305048/2024-4) do primeiro autor.

LITERATURA CITADA

ABADY, S.; SHIMELIS, H.; JANILA, P. Restrições percebidas pelos agricultores à produção de amendoim, sua escolha de variedade e características preferidas no leste da Etiópia: implicações para o melhoramento genético para tolerância à seca. **Journal of Crop Improvement**, v. 33, n. 4, p. 505-521, 2019.

ADHIKARI, B. et al. Resveratrol, conteúdo total de fenólicos e flavonoides e potencial antioxidante de sementes e brotos de amendoim coreano. **Ciência e biotecnologia de alimentos**, v. 27, n. 5, p. 1275-1284, 2018.

BALYAN, S. et al. Identification of miRNA-mediated drought responsive multi-tiered regulatory network in drought tolerant rice, *Nagina 22*. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 15446, 2017.

CHAUDHRY, S.; SIDHU, G. P. S. Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: a comprehensive review. **Plant Cell Reports**, v. 41, n. 1, p. 1-31, 2022.

FARAG, A. A. et al. Irrigation regime and soil conditioner to improve soil properties and pomegranate production in newly reclaimed sandy soil. **Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 1, n. 2, p. 1-18, 2017.

FAROOQ, M. et al. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In: **Sustainable agriculture**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. p. 153-188.

FLEXAS, J. et al. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant biology**, v. 6, n. 03, p. 269-279, 2004.

GUPTA, A.; RICO-MEDINA, A.; CAÑO-DELGADO, A. The physiology of plant responses to drought. **Science**, v. 368, n. 6488, p. 266-269, 2020.

KAMBIRANDA, D. M. et al. Impact of drought stress on peanut (*Arachis hypogaea* L.) productivity and food safety. **Plants and environment**, v. 1, p. 249-272, 2011.

KAUR, H. et al. Scrutinizing the impact of water deficit in plants: Transcriptional regulation, signaling, photosynthetic efficacy, and management. **Physiologia Plantarum**, v. 172, n. 2, p. 935-962, 2021.

LIU, X. et al. Dual physically cross-linked hydrogels incorporating hydrophobic interactions with promising reparability and ultrahigh elongation. **Advanced Functional Materials**, v. 31, n. 3, p. 2008187, 2021.

NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Global climate change. Vital Signs of the Planet. California Institute of Technology, 2019. Disponível em: . Acesso em: 28 out. 2025.

NAVROSKI, M. C. et al. Redução da adubação e melhoria das características do substrato com o uso do hidrogel na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1155-1165, 2016.

SARKAR, T. et al. Stress inducible expression of AtDREB1A transcription factor in transgenic peanut (*Arachis hypogaea* L.) conferred tolerance to soil-moisture deficit stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 935, 2016.

SONGSRI, P. et al. Root distribution of drought-resistant peanut genotypes in response to drought. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 194, n. 2, p. 92-103, 2008.

TEIXEIRA, C. E. S. et al. Polímero hidrorretentor e fertilização mineral na implantação de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1060-1071, 2019.

THIAULT, L. et al. Generic and specific facets of vulnerability for analysing trade-offs and synergies in natural resource management. **People and Nature**, v. 1, n. 4, p. 573-589, 2019.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Oilseeds: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Service. February, 2022. Disponível em: < <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf> > Acesso em 20 out. 2025.



YANG, X. et al. Recent advances in the acclimation mechanisms and genetic improvement of peanut for drought tolerance. **Agricultural Sciences**, v. 10, n. 09, p. 1178, 2019.

EFICÁCIA DO HERBICIDA ATRAZINE NO CONTROLE DE AMENDOIM TIGUERA (CULTIVAR EC 214)

Roque de Carvalho Dias¹, Carlos Felipe dos Santos Cordeiro²

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro, UFTM, Campus Iturama - roque.dias@uftm.edu.br

²Universidade do Oeste Paulista, UNOESTE, Presidente Prudente - carloscordeiro@unoeste.br

PROBLEMÁTICA

As sementes de amendoim que permanecem no solo podem germinar em cultivos subsequentes, dando origem às plantas tiguera, também chamadas de plantas voluntárias. Essa situação é decorrente ao período de colheita do amendoim, pois as perdas ocorridas nessa etapa podem impactar diretamente a eficiência e a rentabilidade do sistema de produção. Dentre os motivos pode-se destacar o método de colheita utilizado, às características do solo, à variedade cultivada, bem como às condições climáticas vigentes durante a operação (DOS SANTOS et al., 2021; DOS REIS et al., 2022; BRITO FILHO et al., 2023). Além disso, devido ao grande tamanho das sementes de amendoim e a sua germinação escalonada, parte delas pode permanecer no solo após a colheita e germinar em culturas subsequentes, originando as chamadas plantas tiguera ou plantas voluntárias.

Assim, diversas estratégias podem ser utilizadas para o controle de amendoim tiguera, dentre elas o uso de herbicidas. A molécula atrazine é um herbicida empregado, principalmente, nas culturas de cana-de-açúcar, sorgo e milho no Brasil e um dos pesticidas mais antigos utilizados para o controle de plantas daninhas em lavouras.

Esse herbicida pertence ao mecanismo de ação dos inibidores do fotossistema II, atuando na interrupção da cadeia de transporte de elétrons. A morte das plantas sensíveis ocorre em decorrência do rompimento das membranas celulares, causado pela peroxidação de lipídios (REIS et al., 2021; MENDES et al., 2022). A atrazine destaca-se por sua ação específica sobre espécies anuais de folhas largas, incluindo algumas de difícil controle tanto em condições de pré quanto de pós-emergência (MAPA/AGROFIT, 2025).

CONHECIMENTO PRÉVIO

Um dos grandes desafios atualmente no campo na cultura do amendoim é o controle da tiguera. Essas plantas podem interferir negativamente a cultura em sucessão, além de serem hospedeiras alternativas de pragas e doenças. Dessa forma, além do manejo mecânico destaca-se o controle químico, utilizando herbicidas. Uma das principais moléculas que podem ser utilizadas nesse contexto, é a atrazine.

Contudo, são escassos os estudos que avaliem qual a dose necessária e o tempo após a aplicação e controle das plantas de tiguera de amendoim.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Campus Universitário de Iturama (MG), em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Foram semeados cinco sementes de amendoim cultivar EC 214, sendo que aos dez dias após a emergência realizou-se o desbaste mantendo uma planta por unidade experimental. Durante a condução do experimento os vasos foram irrigados sempre que necessário, visando manter a umidade necessária para o desenvolvimento das plantas.

Após 30 dias de emergência, quando as plantas de amendoim apresentavam estádio V5-V6, foram realizadas as aplicações do herbicida atrazine (g ha^{-1}) nas doses de: 0, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000 e 2250 e adicionado à calda de aplicação do herbicida 0,25% v/v de óleo mineral. Para isso foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a CO_2 equipado com quatro pontas AD 110.02, espaçadas entre si em 0,5 m, a uma pressão de $2,0 \text{ kgf cm}^{-2}$, velocidade de $3,6 \text{ km h}^{-1}$ e distância do alvo de 0,5 m, fornecendo um volume de aplicação de 200 L ha^{-1} .

As avaliações de fitointoxicação do amendoim foram realizadas visualmente aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA), atribuindo-se notas percentuais de 0% aos tratamentos com ausência controle/sintomas e 100% para a morte da planta daninha, de acordo com a metodologia proposta pela SBCPD (1995). Aos 21 DAA realizou-se a coleta da parte aérea das plantas, que posteriormente foram secas em estufa (72 h, a 65°C), visando à determinação da biomassa seca da parte aérea. Os resultados biomassa seca foram expressos por porcentagem em relação ao tratamento controle, sem herbicida.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, quando significativo foi ajustado ao modelo de regressão não linear do tipo log-logístico (curva dose-resposta).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fitointoxicação das plantas de amendoim cultivar EC 214 submetidas à aplicação pós-emergente do herbicida atrazine foram intensificadas com o aumento das doses e com o tempo após a aplicação (Figura 1A). Aos 7 dias após a aplicação (DAA), o maior nível de sintomas observados foi de 20% na dose de $2500 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ (Figura 1A). Já aos 14 DAA, notou-se que os efeitos foram maiores, sendo na maior dose, a fitointoxicação chegou a 80%. No último período avaliado, verificou-se que a dose partir de $750 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ resultaram na morte das plantas de amendoim (Figura 1A), indicando que concentrações a partir desse valor são eficazes para o controle de amendoim tiguera. Além disso, o I80, ou seja, a dose para controle de 80% das plantas foi de 2083,64 e $234,65 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ aos 14 e 21 DAA, respectivamente.

Em relação à biomassa seca da parte aérea e raiz, houve redução próxima de 100% nas doses a partir de $750 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ (Figura 1B e 1C), confirmando os dados obtidos na avaliação de fitointoxicação. Os valores estimados de I80 para a atrazine foram de $114,58 \text{ g ha}^{-1}$ para a biomassa seca da parte aérea e $153,31 \text{ g ha}^{-1}$ para as raízes.

A atrazine atua inibindo o transporte de elétrons da plastoquinona Qa para Qb, ao se ligar à proteína D1 do fotossistema II, o que bloqueia a fixação de CO_2 e a síntese de ATP e NADPH_2 . Esse bloqueio provoca o acúmulo de elétrons, gerando espécies reativas de oxigênio que danificam as membranas celulares, induzem estresse oxidativo

e culminam na morte da planta (MENDES et al., 2022). No entanto, são limitados os estudos que investigam a utilização desse herbicida especificamente para o controle de plantas tigueras de amendoim.

A atrazine na dose de 1500 g ha⁻¹ apresentou controle em soja tiguera aplicada no estádio V3 (DAN et al., 2009; 2011). A atrazine é eficiente no controle de plantas daninhas eudicotiledôneas (Mendes et al., 2022), evidenciando a potencialidade de uso dessa molécula para o controle de amendoim tiguera.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Doses a partir de 750 g ha⁻¹ de atrazine controlam tiguera de amendoim cultivar EC 214. Esse resultado é de extrema importância no campo devido ao problema do amendoim tiguera e a sua necessidade de controle.

LITERATURA CITADA

BRITO FILHO, A. L.; CARNEIRO, F. M.; SOUZA, J. B. C.; ALMEIDA, S. L. H.; LENA, B. P.; SILVA, R. P. Does the Soil Tillage Affect the Quality of the Peanut Picker? *Agronomy*, v. 13, n. 4, p. 1024-16, 2023.

DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; PROCÓPIO, S. O.; DAN, L. G. M.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; BRAZ, G. B. P. Controle químico de plantas voluntárias de soja Roundup Ready®. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 8, n. 3, p. 96-101, 2009.

DAN, H. A.; PROCÓPIO, S. O.; BARROSO, A. L. D. L.; DAN, L. G. D. M.; NETO, A. M. O.; GUERRA, N. Controle de plantas voluntárias de soja com herbicidas utilizados em milho. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 2, p. 253-257, 2011.

DOS REIS, M. A.; CORRÊA, L. N.; DOS SANTOS, A. F.; DA SILVA, R. P. Peanut harvest quality: Relationship between soil tillage management and threshing systems. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v. 20, n. 3, e0206, 2022.

DOS SANTOS, A. F.; DE OLIVEIRA, L. P.; DE OLIVEIRA, B. R.; ORMOND, A. T.; DA SILVA, R. P. Can Digger Blades Wear Affect the Quality of Peanut Digging? *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 29, p. 49-57, 2021.

MAPA. Agrofit - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 02 novembro 2025.

MENDES, K. F.; SILVA, A. A.; MIELKE, K. C. Classificação, seletividade e mecanismo de ação de herbicidas. In MENDES K. F, SILVA A. A, editores: Plantas daninhas - Herbicidas. São Paulo, 2022, Oficina de Textos, p. 07-56.

REIS, F. C.; MENDES, K. F.; BACCIN, L.; TAKESHITA, V.; TORNISIELO, V. L.; VICTÓRIA FILHO, R. Seletividade, hormesis e fisiologia dos herbicidas nas plantas. In: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. Matologia: estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. v1, p. 295-323.

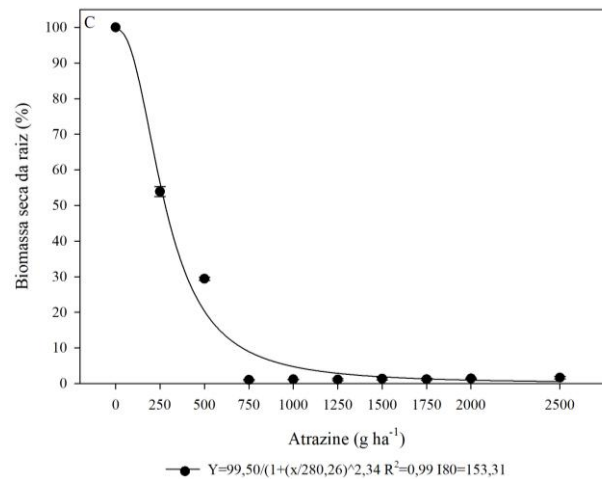
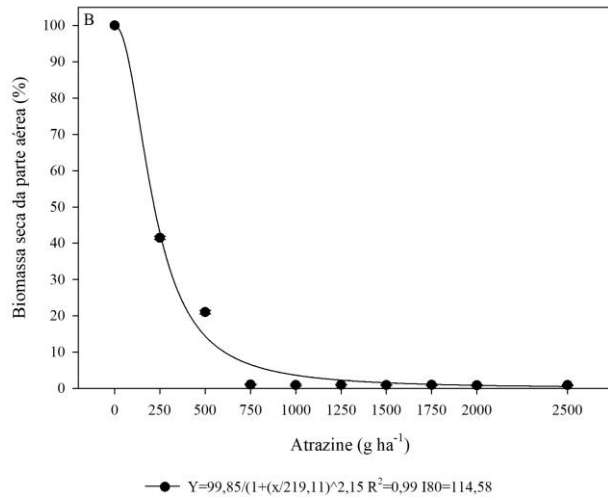
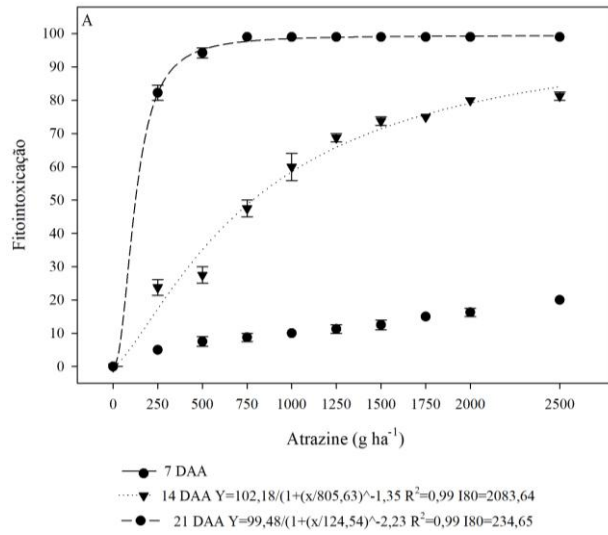


Figura 1. Fitointoxicação (%) - A, biomassa seca da parte aérea - B e raiz C de plantas de amendoim cultivar EC 214 submetidas a aplicação do herbicida atrazine em pós-emergência.

ADUBAÇÃO POTÁSSICA MELHORA A PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM SOLO ARENOSO COM BAIXO TEOR DE K

José Artur Lyria da Silva Pazinato¹; Vitor Hugo Lima da Silva¹; Gilmar Santos Martins Junior²; Carlos Felipe dos Santos Cordeiro³

¹Graduando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista - lyria261@gmail.com

²Mestrando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista – gilmartinsjr@gmail.com

³Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e da Graduação em Agronomia da Unoeste –
– Universidade do Oeste Paulista - carloscordeiro@unoeste.br

PROBLEMÁTICA

Apesar dos avanços na compreensão da nutrição mineral do amendoim, ainda existe uma lacuna importante quanto à resposta da cultura ao potássio (K), especialmente em solos de baixa fertilidade. A maioria dos produtores brasileiros utilizam doses reduzidas de K (em torno de 30 kg ha⁻¹), o que pode ser insuficiente para suprir as exigências da cultura em áreas com baixo teor disponível. Além da dose, o parcelamento da adubação potássica entre a semeadura e a cobertura pode alterar a dinâmica de absorção do nutriente. Aplicações únicas na semeadura podem não garantir o suprimento contínuo de K durante o enchimento das vagens. Além disso, a adubação apenas em cobertura pode causar deficiência no início do ciclo, principalmente em solos pobres em K. Dessa forma, há necessidade de novos estudos que avaliem não apenas as doses, mas também o fracionamento da adubação potássica, visando identificar o melhor momento de fornecimento para maximizar a absorção, o acúmulo de K nos tecidos e a produtividade do amendoim.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa de elevada importância agrícola e nutricional, amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais. O potássio (K) tem papel decisivo no enchimento das vagens, na qualidade dos grãos, na produtividade (Zubieta et al., 2025) e na tolerância à seca (Cordeiro et al., 2023). Lavouras de alta produtividade absorvem cerca de 200 kg ha⁻¹ de K, evidenciando a alta exigência da cultura e a necessidade de manejo criterioso do nutriente (Cordeiro et al., 2025). No Brasil, recomenda-se 140 kg ha⁻¹ de K₂O (112 kg ha⁻¹ de K) para produtividades acima de 5,5 t ha⁻¹ em solos de baixo teor de K (Quaggio et al., 2022), mas os produtores têm aplicado em torno 24 kg ha⁻¹ de K no sulco de semeadura e poucos tem realizado adubação de cobertura com K.

Apesar disso, a resposta à adubação potássica é variável entre ambientes. Carciochi et al. (2025) destacaram que o amendoim é a espécie que menos exporta K em relação à quantidade absorvida, o que explica diferenças de resposta entre solos. Cordeiro et al. (2023) observaram que, em solos com 0,8–1,5 mmolc dm⁻³ de K, a aplicação de 25 kg ha⁻¹ de K na semeadura foi suficiente para máxima produtividade, sem resposta à cobertura. Zubieta et al. (2025) verificaram em solos arenosos dos EUA

incrementos de 0 a 160 kg ha⁻¹ de K, sem efeito do parcelamento, indicando dependência da fertilidade inicial e da CTC do solo.

Considerando que lavouras com 5.000 kg ha⁻¹ de vagens exportam cerca de 50 kg ha⁻¹ de K, aplicações únicas e reduzidas resultam em balanço negativo, favorecendo o esgotamento da fertilidade. Esse cenário é crítico em áreas com cultivos sucessivos de amendoim, nas quais observam-se reduções progressivas nos teores de K e riscos à sustentabilidade produtiva. Assim, tornam-se necessários estudos sobre doses e fracionamento da adubação potássica, visando suprimento adequado do nutriente e equilíbrio no balanço de K do sistema.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Foi conduzido um experimento de campo entre 2024 e 2025, em área produtora de amendoim, no município de Quintana, estado de São Paulo (22°10'40.9"S 50°23'35.0"W). O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico e as culturas antecessoras eram pastagem – amendoim – pastagem. Os atributos químicos antes da semeadura do amendoim podem ser observados na Tabela 1. A precipitação, temperatura máxima e mínima durante a condução dos estudos estão na Figura 1.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram: (I) controle – sem adubação de K, (II) 24 kg ha⁻¹ de K na semeadura, (III) 24 kg ha⁻¹ de K na semeadura + 24 kg ha⁻¹ de K aos 15 dias após a emergência, (IV) 24 kg ha⁻¹ de K na semeadura + 48 kg ha⁻¹ de K em cobertura aos 15 dias após a emergência, (V) 24 kg ha⁻¹ de K em cobertura aos 15 dias após emergência, (VI) 48 kg ha⁻¹ de K em cobertura aos 15 dias após emergência, (VII) 72 kg ha⁻¹ de K em cobertura aos 15 dias após emergência. Cada parcela teve a dimensão de 6 m (comprimento) x 3,6 m (largura), 21,6 m². A adubação foi realizada manualmente. Foi utilizado cloreto de potássio com fonte de K.

O amendoim foi realizado sob sistema de preparo e semeadura convencionais, com grade pesada e grade niveladora. Os corretivos foram aplicados em pré semeadura e incorporados com grade intermediária. A calagem foi realizada com dose de 1150 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico. No dia 07 dezembro foi realizada, de forma mecanizada, a semeadura do amendoim utilizando o padrão de linha dupla (17x73 cm) com 23 sementes por metro linear. Foi utilizada a cultivar Granoleico, com ciclo médio e alto potencial produtivo. A adubação de base foi realizada com 14 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) e 98 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅). Aos 45 dias após a emergência do amendoim (estádio R2) foram coletadas vinte folhas compostas de cada parcela para análise do teor de K (Malavolta et al., 1997). No estágio R8 foram coletadas três plantas por parcela e separadas em estruturas vegetativas (folha + caule) e reprodutivas (vagens + ginóforos). Essas estruturas foram lavadas em água corrente e emergidas em água destilada. Em seguida, foram secas em estufa por 72 h a 65°C e pesadas para determinar a matéria seca. Posteriormente, as amostras foram moídas e encaminhadas para análise de tecido vegetal de K (Malavolta et al., 1997). Pela multiplicação da matéria seca e do teor de K, estimou-se a absorção de K.

No estágio de maturação das vagens (70% de vagens maduras – R8 e R9), todas as fileiras foram mecanicamente escavadas e invertidas utilizando um arrancador/inversor. Dois metros lineares de linha foram colhidos manualmente em cada parcela para a avaliação dos componentes de produção (número de vagens, número de

sementes por vagem e massa de 100 sementes), produtividade de vagens e porcentagem de grãos. O teor de umidade das sementes foi corrigido para 7% (padrão de comercialização do amendoim).

O estudo estatístico constou de análise de variância, e as médias dos tratamentos experimentais foram comparadas pelo teste LSD ($P < 0.05$), utilizando-se software estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o ciclo, a precipitação acumulada foi de apenas 430 mm, inferior à média histórica da região, e ocorreram veranicos de 18 e 17 dias entre os estádios R4–R6 e R6–R7, respectivamente, o que reduziu o potencial produtivo do amendoim (Figuras 1 e 2).

A adubação potássica promoveu incremento de produtividade em todos os tratamentos quando comparados ao controle (Figura 2). Os aumentos relativos foram de 21% (495 kg ha^{-1}) com 24 kg ha^{-1} de K na semeadura, 26% (609 kg ha^{-1}) com 24 kg ha^{-1} em cobertura aos 15 DAE, 40% (936 kg ha^{-1}) com 48 e 72 kg ha^{-1} aplicados em cobertura aos 15 DAE, 45% (1.052 kg ha^{-1}) com 24 kg ha^{-1} na semeadura + 24 kg ha^{-1} em cobertura, e 68% (1.581 kg ha^{-1}) com 24 kg ha^{-1} na semeadura + 48 kg ha^{-1} em cobertura aos 15 DAE.

Estudos prévios indicam ausência de resposta à adubação potássica de cobertura em solos com teores iniciais de 0,8 a $1,5 \text{ mmolc dm}^{-3}$ de K (Cordeiro et al., 2023). No presente estudo, entretanto, o solo apresentava teor muito baixo ($0,3 \text{ mmolc dm}^{-3}$), o que resultou em resposta significativa à aplicação de K, especialmente quando as doses foram fracionadas entre a semeadura e 15 DAE (Figura 2).

Os teores foliares de K permaneceram abaixo da faixa de suficiência ($17\text{--}30 \text{ g kg}^{-1}$; Quaggio et al., 2022), possivelmente devido à restrição hídrica que limitou a absorção do nutriente. Ainda assim, os tratamentos com adubação de cobertura e com 72 kg ha^{-1} de K (30% no sulco + 70% em cobertura) apresentaram teores foliares cerca de 50% superiores ao controle.

A absorção total de K também aumentou em todos os tratamentos, com destaque para o fracionamento de 72 kg ha^{-1} (semeadura + 15 DAE), que elevou a absorção em 263% em relação ao controle. Apesar dos ganhos, a absorção total ficou aquém da observada em lavouras de alta produtividade, que podem atingir cerca de 200 kg ha^{-1} de K (Cordeiro et al., 2025).

Esses resultados evidenciam que, mesmo em doses moderadas, a adubação potássica é altamente eficiente em solos de baixa fertilidade, promovendo aumentos expressivos na produtividade, no K foliar e na absorção de K. Em solos com teor baixo de K o fracionamento da adubação mostra-se essencial para maximizar a eficiência do nutriente, contribuindo para a sustentabilidade e estabilidade produtiva da cultura do amendoim.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Em sistemas amendoim–pastagem sob solos arenosos com baixo teor de K ($0,3 \text{ mmolc dm}^{-3}$), a maior produtividade foi obtida com 72 kg ha^{-1} de K, aplicados 24 kg ha^{-1} no sulco e 48 kg ha^{-1} em cobertura aos 15 DAE. Esse manejo também elevou os teores foliares e a absorção de K, embora abaixo dos valores observados em lavouras de

alta produtividade. O fracionamento da adubação potássica mostrou-se eficiente para otimizar a nutrição e produtividade do amendoim em solos de baixa fertilidade, promovendo melhor uso do fertilizante e suprimento contínuo de K. Contudo, durante a condução do estudo houve déficit hídrico, o que possivelmente limitou a absorção de K e o potencial produtivo. Novos estudos em diferentes ambientes de cultivo e solos com teores variados de K são necessários para consolidar essas recomendações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao produtor Diego Zanatta pela disponibilização da área experimental localizada no município de Quintana-SP.

LITERATURA CITADA

CARCIOCHI, W. D., DOBERMANN, A., MENZA, N. C. L., BROUDER, S. M., DONOUGH, C. R., HEUSCHELE, D. J., OBERTHÜR, T., SANDAÑA, P., SHEHU, B. M., PEREIRA, J. T. S., SORATTO, R. P., VOLENEC, J. J., WANDRI, R., WANGJ, Y., WIN, S. S., HE, P., GRASSINI, P. Quantifying potassium requirement and removal across crop species, *Field Crops Research*, Volume 322, 109717. 2025

CORDEIRO, C. F. D. S., GALDI, L. V., & ECHER, F. R. Nutrient uptake and removal by runner peanut cultivars of different maturity groups. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 49, e0240088. 2025.

CORDEIRO, C. F. D. S., PILON, C., ECHER, F. R., ALBAS, R., TUBBS, R. S., HARRIS, G. H., & ROSOLEM, C. A. Adjusting peanut plant density and potassium fertilization for different production environments. *Agronomy Journal*, 115(2), 817-832. 2023.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2nd. Piracicaba: Potafós, 319 p. 1997.

QUAGGIO, J. A., ZAMBROSI, F. C. B., CANTARELLA, H., GODOY, I. J., CRUSCIOL, C. A. C., & BOLONHEZI, D. Amendoim. In B. Raij, et al. (Eds.), *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo* (2nd ed., pp. 489). Boletim Técnico do Instituto Agrônômico de Campinas. 2022

ZUBIETA, A. S., RAHMAN, A. A., HOCHMTH, G., DREW, A., & MATCHAM, E. G. Peanut responds to K fertilization but not to K timing on low-K sandy soils. *Agronomy Journal*, 117(1), e270022. 2025.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Análise química do solo antes da semeadura do amendoim, na área experimental nas camadas 0-20 e 20-40 cm, setembro, 2024.

Prof. cm	pH	M.O.	P	S-SO ₄ ²⁻	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³		mg dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³				%
0-20	5,7	7	11	3	0	10	0,3	18	7	25	35	72
20-40	5,4	7	8	6	0	13	0,3	16	8	24	37	65
	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco		Areia	Silte	Argila			
			mg dm ⁻³					g kg ⁻¹				
0-20	0,21	0,1	9	3,4	1,2		894	31	75			
20-40	0,18	0,2	12	3,5	1,3		874	56	70			

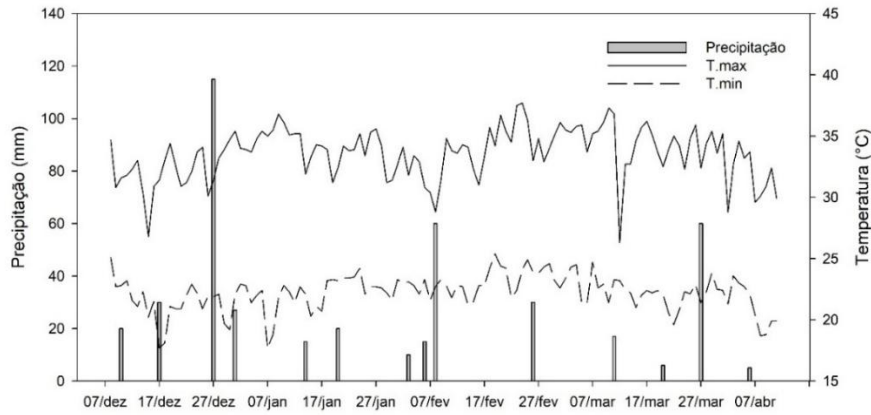


Tabela 1. Precipitação, temperatura máxima e mínima, durante a condução do estudo, no município de Quintana – SP em 2024-2025.

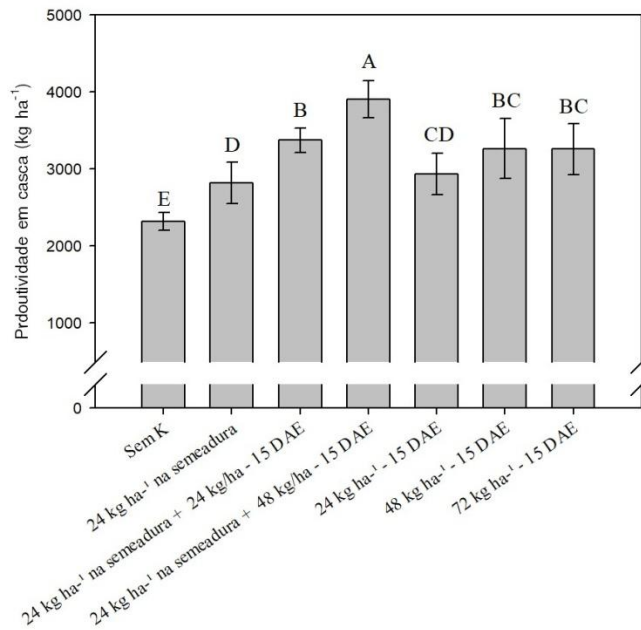


Figura 2. Produtividade de vagens do amendoim em função de diferentes doses e métodos de fornecimento de potássio (K). Letras diferentes mostram diferença entre os tratamentos de acordo com teste LSD ($P < 0.05$).

Tabela 2 – Componentes de produção, teor de K foliar, absorção de K do amendoim e em função de diferentes doses e métodos de fornecimento de potássio (K). Letras diferentes diferem pelo teste LSD ($P < 0.05$).

Tratamentos	Número de vagens	Número de Grãos	Peso de 100 grãos	Rendimento de grãos	Teor K foliar†	Absorção de K
	m ⁻²	Vagem ⁻¹	g	%	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹
Controle	172,1 c	1,5 b	69,9 a	71,7 a	9,7 c	28,6 e
24 kg ha ⁻¹ – semeadura	206,3 abc	1,5 ab	67,8 a	72,5 a	12,0 b	48,0 d
48 kg ha ⁻¹ – semeadura + 15 DAE	221,2 ab	1,7 a	66,2 a	73,1 a	11,9 b	56,4 cd
72 kg ha ⁻¹ – semeadura + 15 DAE	239,9 a	1,5 ab	73,9 a	74,6 a	14,4 a	103,9 a
24 kg ha ⁻¹ - 15 DAE	197,5 bc	1,4 b	73,6 a	75,2 a	15,6 a	60,6 bcd
48 kg ha ⁻¹ - 15 DAE	212,1 ab	1,4 b	69,9 a	70,4 a	14,4 a	65,3 bc
72 kg ha ⁻¹ - 15 DAE	224,6 ab	1,4 b	62,9 a	69,4 a	14,0 a	69,7 b
CV(%)	8,8	9,2	12,1	5,6	9,8	14,4

Observações: CV (coeficiente de variação). Letras diferentes mostram diferença entre os tratamentos de acordo com teste LSD a 5% de probabilidade. Faixa de suficiência† do potássio (K) = 17-30 g ha⁻¹.

ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL E BIOINSUMOS AUMENTAM A PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM DIFERENTES SISTEMAS DE SEMEADURA

Eduardo Ferreira de Lima Casarotti¹, Gilmar Santos Martins Junior² e Carlos Felipe dos Santos Cordeiro³

¹Graduando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista - edulimacasa1@gmail.com

²Mestrando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista – gilmartinsjnr@gmail.com

³Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e da Graduação em Agronomia da Unoeste –
– Universidade do Oeste Paulista - carloscordeiro@unoeste.br

PROBLEMÁTICA

O cultivo do amendoim no Brasil é realizado, em sua maioria, sob o sistema convencional de preparo do solo, associado a adubação mineral. Embora esse modelo seja eficiente em termos produtivos no curto prazo, a manutenção contínua dessa prática pode comprometer a sustentabilidade do sistema, devido à redução da matéria orgânica e atividade biológica do solo. Assim, torna-se necessário avaliar alternativas de manejo que promovam maior conservação do solo e eficiência no uso de recursos ao longo do tempo.

CONHECIMENTO PRÉVIO

A adoção de práticas conservacionistas tem sido apontada como alternativa promissora para aumentar a sustentabilidade do cultivo do amendoim, especialmente em solos arenosos. O sistema de semeadura direta favorece a manutenção da estrutura do solo, o incremento da matéria orgânica e a redução da erosão, possibilitando maior estabilidade produtiva ao longo do tempo. Betiol et al. (2023) demonstraram que a semeadura direta pode manter ou elevar a produtividade do amendoim, ao mesmo tempo em que reduz a degradação física do solo e melhora as condições para o crescimento radicular.

A atividade microbiana do solo também desempenha papel central na ciclagem de nutrientes e na supressão de doenças. Vargas Gil et al. (2008) observaram que a rotação de culturas e a menor mobilização do solo aumentam a presença de microrganismos benéficos, como *Trichoderma* spp. e *actinomicetos*, que contribuem para o controle natural de patógenos associados ao amendoim. Esses resultados indicam que sistemas de manejo conservacionistas favorecem uma microbiota mais diversa e funcional.

Gericó et al. (2020) verificaram que a inoculação com *Bradyrhizobium* sp. e *Azospirillum brasilense* aumenta a fixação biológica de nitrogênio e o metabolismo de ureídeos, resultando em maior produtividade. De forma complementar, Crusciol et al. (2018) relataram que a inoculação com *Bradyrhizobium* sp. associada ao manejo adequado do nitrogênio favorece a nodulação e a eficiência da nitrogenase em amendoim sob semeadura direta. O uso de fertilizantes organominerais, por sua vez, pode melhorar a atividade biológica do solo devido à liberação gradual de nutrientes e ao aporte de matéria orgânica. Chen et al. (2018) mostraram que a combinação entre

fontes orgânicas e microrganismos eficientes modifica positivamente a comunidade bacteriana da rizosfera e reduz limitações nutricionais em áreas de cultivo contínuo.

Apesar desses avanços a interação de bioinsumos e adubação organomineral ainda é pouco estudada no cultivo do amendoim, especialmente em solos arenosos e sistema de semeadura direta, onde a baixa capacidade de retenção de nutrientes pode influenciar as respostas das plantas. Assim, é necessário investigar como a combinação dessas práticas pode aumentar a eficiência nutricional e a sustentabilidade produtiva da cultura em diferentes sistemas de produção.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Dois experimentos de campo foram conduzidos simultaneamente – distância de aproximadamente 20 m, durante a safra 2024–2025, em área comercial de amendoim localizada no município de Quintana-SP (22°10'40.9"S, 50°23'35.0"W), com histórico de rotação pastagem/amendoim/milheto/amendoim. O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico, cujos atributos químicos encontram-se na Tabela 1. Durante o ciclo, registrou-se precipitação total de 430 mm e temperatura média de 27,9 °C.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram: controle (sem adubação), adubação mineral, adubação mineral + biológicos no sulco, adubação organomineral e adubação organomineral + biológicos. Esses tratamentos foram aplicados tanto na semeadura direta quanto na convencional. A dose de adubação foi de 10, 50 e 38 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, sendo que o organomineral continha 51% da matriz orgânica. Os produtos biológicos aplicados foram *Bradyrhizobium* cepa 6144 (2 doses ha⁻¹), *Azospirillum brasilense* (cepas AbV5 e AbV6) (2 doses ha⁻¹) e *Trichoderma harzianum* (cepa ESALQ-1306) (0,4 l ha⁻¹).

No sistema de semeadura direta, em abril de 2024 foi implantada *Urochloa brizantha* cv. Piatã, seguida de pastejo entre junho e setembro, e dessecação em outubro com 3 L ha⁻¹ de glifosato. No sistema convencional, a área permaneceu em pousio e foi preparada com gradagem pesada e niveladora. A calagem foi realizada em ambos os sistemas (1150 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico), com incorporação apenas no convencional.

A semeadura foi realizada em 7 de dezembro de 2024, utilizando a cultivar Granoleico, de ciclo médio e alto potencial produtivo, em arranjo de fileira dupla (17 × 73 cm) e densidade de 23 sementes m⁻¹. Aos 45 dias após a emergência (R2), coletaram-se folhas para análise foliar de nutrientes, conforme Malavolta et al. (1997). A colheita ocorreu aos 116 dias (R8–R9), e a produtividade foi ajustada para 7% de umidade. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste LSD (p<0,05) no software Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade do amendoim em casca foi influenciada pelo manejo da adubação e pelo uso de biológicos, variando entre os sistemas de preparo do solo (Figura 2). No sistema convencional, a adubação organomineral associada a inoculantes proporcionou os maiores valores, com incremento de 46% (1269 kg ha⁻¹) em relação ao controle. Na semeadura direta, embora as diferenças tenham sido menores, o tratamento

organomineral + biológicos aumentou a produtividade em 8% (285 kg ha⁻¹) em relação à adubação mineral + biológicos. Esses resultados indicam que a combinação entre fertilizantes organominerais e inoculantes pode favorecer a produtividade e estabilidade do amendoim, sobretudo em preparo convencional. Também importante mencionar que os biológicos também aumentaram a produtividade quando associado a adubação mineral, mas com menor ganho percentual.

Os teores foliares de macronutrientes permaneceram adequados em todos os tratamentos, exceto o potássio no convencional sem adubação. A adubação organomineral elevou os teores de fósforo, enquanto o mineral aumentou o potássio. O uso de biológicos teve pouco efeito sobre N, Mg e S. Na semeadura direta, o organomineral, com ou sem biológicos, elevou os teores de K, Ca e S nas folhas, com leve incremento de N nos tratamentos inoculados.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A adubação organomineral associada à aplicação de biológicos no sulco de semeadura (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum brasilense* + *Trichoderma harzianum*) promoveu maior produtividade e melhor estado nutricional das plantas, independentemente do sistema de semeadura. Contudo, observou-se também que a associação de bioinsumos à adubação mineral resultou em incrementos na produtividade, indicando que os microrganismos atuam de forma complementar, aumentando a eficiência de absorção e uso dos nutrientes. Esses resultados demonstram que o uso integrado de adubação mineral ou organomineral com inoculantes microbianos representa uma estratégia eficiente para elevar a produtividade e a sustentabilidade da cultura do amendoim. No entanto, estudos de longa duração são necessários para avaliar a estabilidade desses efeitos ao longo dos ciclos produtivos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Valoriza Agronegócios S.A. pelo financiamento e apoio à pesquisa, e ao produtor Diego Zanatta, pela disponibilização das áreas experimentais em Quintana-SP, fundamentais para a condução deste estudo.

LITERATURA CITADA

BETIOL, OLAVO, BOLONHEZI, D., LEAL, É. R. P., GRUENER, C. E., MICHELOTTO, M. D., FURLANI, C. E. A., & RUIZ, F. F. (2023). Conservation agriculture practices in a peanut cropping system: Effects on pod yield and soil penetration resistance. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 47, e0230004.

CHEN, W., TENG, Y., LI, Z., LIU, W., REN, W., LUO, Y., & CHRISTIE, P. (2018). Mechanisms by which organic fertilizer and effective microbes mitigate peanut continuous cropping yield constraints in a red soil of south China. *Applied Soil Ecology*, 128, 23-34.

CRUSCIOL, C. A. C., FERRARI, J., MUI, T. S., FRANZLUEBBERS, A. J., COSTA, C. H. M. D., CASTRO, G. S. A., ... & COSTA, N. R. (2018). Rhizobial inoculation and molybdenum fertilization in peanut crops grown in a no tillage system after 20 years of pasture. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 43, e0170399.

GERICÓ, T. G., TAVANTI, R. F. R., DE OLIVEIRA, S. C., LOURENZANI, A. E. B. S., DE LIMA, J. P., RIBEIRO, R. P., ... & DOS REIS, A. R. (2020). Bradyrhizobium sp. enhance ureide metabolism increasing peanuts yield. *Archives of microbiology*, 202(3), 645-656.

VARGAS GIL, S., MEIRELES, J. M., HARO, R., CASINI, C., & MARCH, G. J. (2008). Crop rotation and tillage systems as a proactive strategy in the control of peanut fungal soilborne diseases. *BioControl*, 53(4), 685-698.

Tabela 1. Análise química do solo antes da semeadura do amendoim, na área experimental nas camadas 0-20 e 20-40 cm, setembro, 2024.

Prof. cm	pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	S-SO ₄ ⁻² mg dm ⁻³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca mmol _c dm ⁻³	Mg	SB	CTC	V %
Semeadura convencional												
0-20	5,7	7	11	3	0	10	0,3	18	7	25	35	72
20-40	5,4	7	8	6	0	13	0,3	16	8	24	37	65
	Boro	Cobre	Ferro mg dm ⁻³	Manganês	Zinco		Areia	Silte g kg ⁻¹	Argila			
0-20	0,21	0,1	9	3,4	1,2		894	31	75			
20-40	0,18	0,2	12	3,5	1,3		874	56	70			
Semeadura direta												
0-20	5,9	7	7	4	0	10	0,3	25	8	33	43	77
20-40	5,4	9	6	3	0	12	0,2	13	6	19	31	62
	Boro	Cobre	Ferro mg dm ⁻³	Manganês	Zinco		Areia	Silte g kg ⁻¹	Argila			
0-20	0,23	0,1	7	2,6	1,5		889	60	51			
20-40	0,19	0,1	10	2,9	1,3		898	43	59			

Tabela 2 – Teores e macronutrientes na folha do amendoim função os manejos de adubação e uso de produtos biológicos.

Tratamento	Semeadura convencional			Semeadura direta		
	Nitrogenio	Fósforo	Potássio	Nitrogenio	Fósforo	Potássio
	g kg ⁻¹					
Controle	39,2 a	2,1 b	9,2 c	41,9 b	2,0 b	24,5 b
Mineral	38,2 a	2,2 b	18,4 a	41,2 b	2,5 a	26,6 b
Mineral + biológicos	37,8 a	2,2 b	11,6 bc	41,9 b	2,5 a	24,2 b
Organomineral	40,2 a	2,5 a	15,3 ab	44,3 a	2,4 a	30,7 a
Organomineral + biológicos	39,9 a	2,4 a	11,1 c	44,6 a	2,4 a	30,2 a
Faixa de suficiência	35-45	2,0-4,0	17-30	35-45	2,0-4,0	17-30
CV (%)	4,6	7,1	16,2	3,6	7,8	9,1
	g kg ⁻¹					
	Cálcio	Magnésio	Enxofre	Cálcio	Magnésio	Enxofre
Controle	13,7 a	3,5 a	1,4 a	18,8 c	4,8 a	2,3 cd
Mineral	15,2 a	3,6 a	1,8 a	20,4 bc	4,9 a	2,3 d

Mineral + biológicos	14,9 a	3,9 a	2,0 a	20,9 ab	4,8 a	2,6 bc
Organomineral	15,8 a	3,8 a	1,5 a	20,5 ab	5,1 a	2,9 a
Organomineral + biológicos	17,7 a	3,4 a	1,8 a	22,1 a	4,9 a	2,7 ab
Faixa de suficiência	13-18	3,0-8,0	2,0-3,0	13-18	3,0-8,0	2,0-3,0
CV (%)	16,2	13,3	7,5	6,9	8,7	8,6

CV: coeficiente de variação. Letras diferentes diferem pelo teste LSD ($P < 0,05$). †Fontes faixa de suficiência: Rosolem e Nakagawa, 2011; Quaggio et al., 2022; Cordeiro et al., 2024.

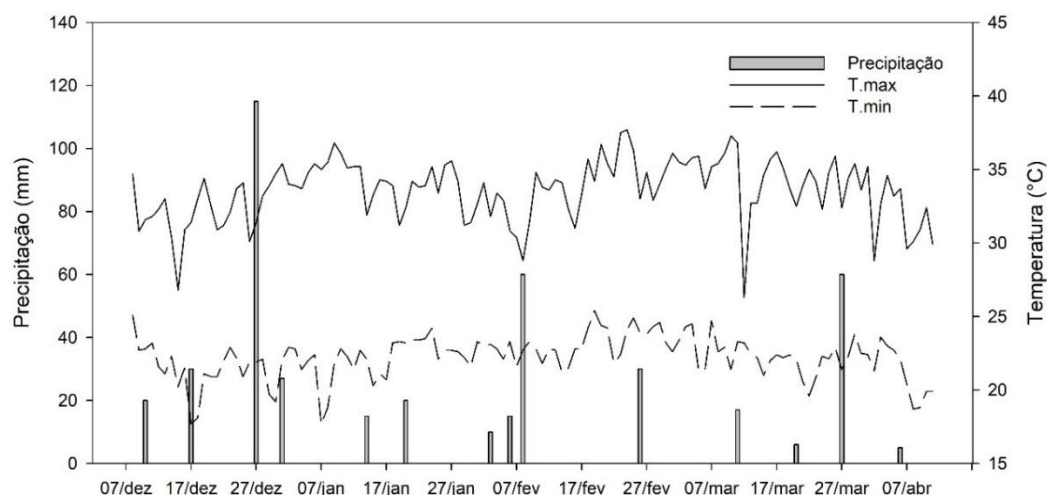


Figura 1. Precipitação, temperatura máxima e mínima, durante a condução dos estudos – 2024-2025. Quintana-SP.

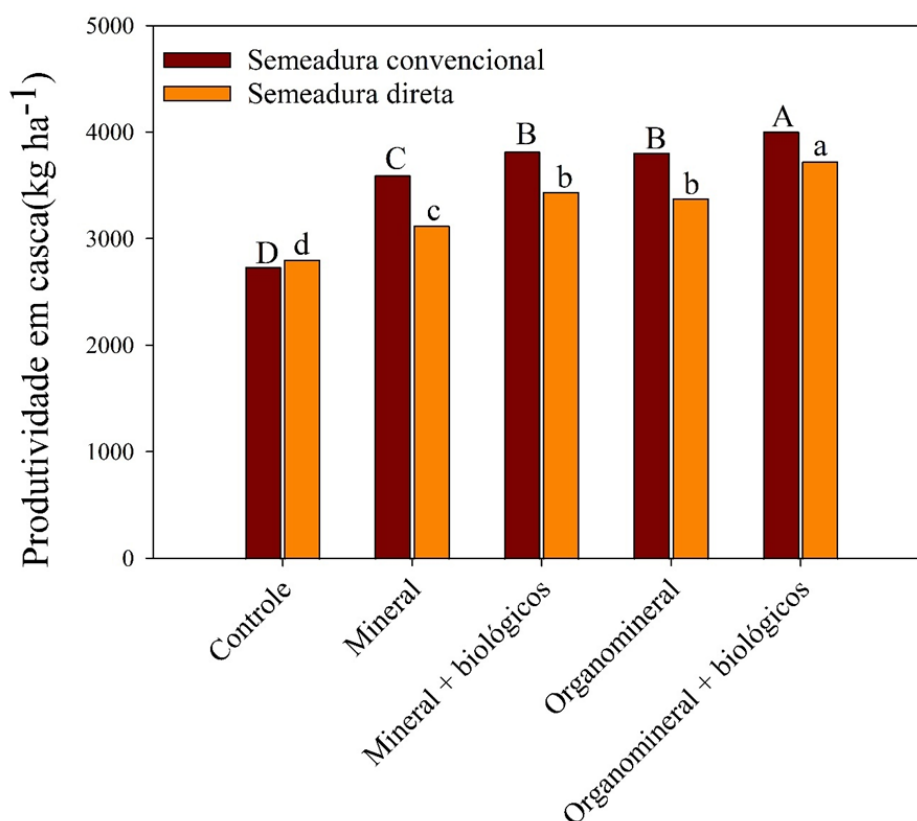


Figura 2 – Produtividade de amendoim em casca em função os manejos de adubação e uso de produtos biológicos. Letra maiúsculas compara semeadura convencional e letra minúscula compara semeadura direta.

CRESCIMENTO RADICULAR DO AMENDOIM AFETADO PELO SISTEMA DE PREPARO DO SOLO, CALAGEM, GESSAGEM E INOCULAÇÃO COM *BRADYRHIZOBIUM*

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro¹; Leonardo Vesco Galdi²; Paulo Roberto Costa²; Gilmar Santos Martins Junior³; Adrian Gomes de Freitas⁴; Eduardo Ferreira de Lima Casarotti⁴; Fábio Rafael Echer¹;

¹Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e da Graduação em Agronomia da Unoeste – Universidade do Oeste Paulista - carloscordeiro@unoeste.br

²Doutorando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista - Unoeste – leo.galdi@gmail.com

³Mestrando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista – gilmartinsjr@gmail.com

⁴Graduando em agronomia – Universidade do Oeste Paulista

PROBLEMÁTICA

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é amplamente cultivado em solos arenosos, ambientes mais sujeitos à deficiência hídrica. Entre as estratégias para mitigar perdas por seca destacam-se (i) a semeadura direta, que aumenta a cobertura do solo e a conservação de água, ainda pouco difundida na cultura, e (ii) o estímulo ao enraizamento em profundidade, via correção da acidez, aumento do cálcio no perfil e neutralização do alumínio tóxico (calagem e gessagem), e a promoção do crescimento proporcionada pela fixação biológica de nitrogênio (FBN) realizada por bactérias. Apesar do potencial dessas práticas, faltam estudos integrados que quantifiquem como o sistema de preparo (convencional vs. semeadura direta), a correção do solo (calagem ± gesso) e a inoculação no sulco modulam o crescimento radicular do amendoim em camadas subsuperficiais de solos arenosos sob risco climático — lacuna que este trabalho busca preencher.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim pode ser cultivado em sistema de semeadura direta sem prejuízos ao seu desenvolvimento e produtividade, além de promover melhorias na estrutura física do solo (Betiol et al., 2023). Essa melhoria na agregação e estabilidade dos agregados contribui para maior infiltração e armazenamento de água no solo. Além disso, a semeadura direta é uma prática fundamental para o aumento do teor de matéria orgânica (Cordeiro et al., 2022), o que potencializa a retenção de água e a resiliência da cultura sob déficit hídrico. Apesar desses benefícios, o sistema ainda é pouco explorado na cultura do amendoim, embora seja essencial para melhorar a qualidade do solo e a estabilidade produtiva sob seca.

Outra estratégia relevante para aumentar a tolerância do amendoim à seca é o estímulo ao crescimento radicular. O uso de cultivares com maior capacidade de enraizamento, como a IAC 503 (ciclo tardio), tem se mostrado eficiente nesse sentido (Cordeiro, 2025). Contudo, o crescimento radicular também depende fortemente da correção da acidez do solo e da disponibilidade de cálcio (Ca), fatores determinantes para o desenvolvimento radicular profundo (Caires & Rosolem, 1991).

No Brasil, a prática da calagem é amplamente adotada na cultura do amendoim; entretanto, devido à baixa mobilidade do Ca no perfil do solo, sua eficiência pode ser aumentada pela associação com a gessagem, que favorece o deslocamento de Ca em profundidade (Andrade et al., 2025). Essa prática, embora bem estabelecida em outras culturas, ainda é pouco estudada no amendoim.

Adicionalmente, o uso de bactérias para potencializar a FBN surge como alternativa promissora. Crusciol et al. (2018) relataram que a inoculação de amendoim cultivado sob semeadura direta com *Bradyrhizobium* promoveu maior nodulação e simbiose, mas ainda há escassez de informações sobre os efeitos no crescimento radicular.

Dessa forma, há necessidade de estudos que avaliem os efeitos interativos do sistema de preparo do solo, da correção da acidez e do uso de inoculante a base de *Bradyrhizobium* sobre o crescimento radicular do amendoim em solos arenosos.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em Presidente Bernardes-SP (latitude 22°11'53"S; longitude 51°40'30"W e altitude de 475 m) nas safras 2023/2024 e 2024/2025. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico de textura arenosa. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo CWa, mesotérmico com inverno seco. A área de estudo foi cultivada com pastagem degradada até 2015; na safra 2015/2016 foi cultivada com soja; entre 2016 e 2019 permaneceu em pousio e na safra 2019/2020 foi feito o cultivo de algodão, permanecendo desde então, em pousio. As propriedades químicas iniciais do solo estão na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas pelos sistemas de preparo do solo: sistema de preparo convencional do solo e sistema de semeadura direta. Nas subparcelas alocaram-se os manejos de correção do solo e inoculação com *Bradyrhizobium*: (i) sem correção do solo e sem inoculação, (ii) calagem, (iii) calagem+gesso agrícola (C+G), (iv) calagem+gesso agrícola+inoculação (C+G+I) do amendoim com *Bradyrhizobium* - SEMIA 6144. As parcelas tinham dimensões de 40 (comprimento) x 3,6 m (largura) (144 m²) e as sub-parcelas de 10 (comprimento) x 3,6m (largura) (36m²). Para cálculo da calagem foi utilizado o método de saturação de bases com objetivo de atingir 70% na camada de 0-20 (Quaggio et al., 2022). Foi utilizado calcário dolomítico (31% CaO e 21% MgO). Para cálculo da dose de gesso agrícola foi considerado o teor de argila (g kg⁻¹) na camada de 20-40 cm do solo multiplicado por 6 (Quaggio et al., 2022). A inoculação do amendoim foi realizada no sulco de semeadura com cinco doses de inoculante - 1×10^9 UFC mL⁻¹, com volume de calda de 50 l ha⁻¹.

Em 17/03/2023 foi realizada a calagem em todos tratamentos que receberam esse tratamento - 1300 kg ha⁻¹ - em seguida realizada a incorporação com grade intermediária. Posteriormente foi realizado a aplicação do gesso agrícola - 1000 kg ha⁻¹. No sistema de semeadura direta, com semeada *Urochloa brizantha* cv. Piaã - 9 kg ha⁻¹ de semente viáveis. A dessecação foi em outubro com 3 L ha⁻¹ de glifosato. No sistema convencional, a área permaneceu em pousio e foi preparada com gradagem pesada e niveladora novamente antes da semeadura. No segundo ano (2024) de estudo, a calagem (1200 kg ha⁻¹) e a gessagem (1000 kg ha⁻¹) foi em setembro - sem incorporação no

sistema de semeadura direta e com incorporação da calagem no sistema de semeadura convencional.

O amendoim (cultivar IAC 503 – ciclo tardio) foi semeado na primeira quinzena de novembro de 2023 e 2024, com densidade de semeadura de 22 sementes por metro no espaçamento 0,9 m entre linhas, com população final de plantas em torno de 150.000 por hectare. A adubação seguiu as recomendações para a cultura e os teores de nutrientes no solo, sendo idêntica em todos os tratamentos. Pragas, doenças e plantas daninhas foram manejadas conforme as recomendações técnicas para a cultura. A colheita do amendoim ocorreu quando cerca de 70% das vagens estavam maduras – estágio R8 e R9 – acúmulo de aproximadamente 1900 °C – entre 135 e 140 dias.

A amostragem de raízes foi realizada no estágio R2 do amendoim utilizando um trado cilíndrico com diâmetro interno de 6 cm, coletando amostras nas profundidades de 0,0–0,20; 0,20–0,40; 0,40–0,60; e 0,60–0,80 m, em três pontos por subparcela. O trado foi posicionado cerca de 0,10 m da linha do amendoim. As amostras foram cuidadosamente lavadas em água corrente sobre uma peneira de 0,5 mm para separar as raízes das partículas de solo. Em seguida, as raízes foram imersas em solução de etanol a 30%, armazenadas em câmara fria a 2 °C, digitalizadas em scanner de alta resolução (HP Scanjet 4C/T, 300 dpi) e analisadas com o software WinRHIZO (v. 3.8-b, Regent Instruments Inc., Quebec, Canadá). Posteriormente, as raízes foram secas em estufa a 65 °C por 72 horas para determinação da matéria seca e do comprimento total de raízes em cada camada de solo.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste LSD ($P < 0,05$), utilizando o software Sisvar®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ausência de correção do solo limitou o crescimento e a biomassa radicular do amendoim. Na camada de 0–20 cm, a massa de matéria seca foi de cerca de 100 g m⁻³, enquanto nos tratamentos com calagem + gesso agrícola variou entre 200 e 260 g m⁻³, média dos sistemas de preparo (Figura 1). Padrão semelhante ocorreu para o comprimento radicular, com maiores valores sob calagem + gesso, sobretudo no primeiro ano. No segundo ano, os efeitos na camada superficial foram menores, mas ainda perceptíveis até 60–80 cm. A calagem isolada aumentou o crescimento apenas nas camadas superficiais, sendo potencializada pelo gesso agrícola, que melhora a estrutura e o fornecimento de cálcio em profundidade (Souza et al., 2023). A inoculação com *Bradyrhizobium* spp. não apresentou efeito sobre o crescimento radicular do amendoim.

O sistema de preparo do solo exerceu efeito discreto. No primeiro ano, observou-se maior matéria seca de raízes no preparo convencional com calagem e calagem + gesso agrícola (camadas de 0–20 e 20–40 cm), atribuída à melhor incorporação dos corretivos antes da semeadura. Já no sistema de semeadura direta, a ausência de revolvimento antes da semeadura pode ter limitado a reação dos corretivos e liberação de Ca e Mg na solução do solo. Apesar do crescimento radicular ser semelhante entre sistemas, a combinação de calagem e gesso agrícola mostrou-se essencial para ampliar a exploração radicular, o que torna o amendoim mais resiliente à seca em solos arenosos sob alto risco climático.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A calagem e a calagem associada ao gesso agrícola promoveram incremento no crescimento radicular do amendoim em todas as camadas do solo, evidenciando a importância da correção da acidez e do fornecimento de cálcio, magnésio e enxofre para o desenvolvimento das raízes. Por outro lado, a inoculação de *Bradyrhizobium spp.* não apresentou efeito adicional expressivo sobre o crescimento radicular. O sistema de preparo do solo também exerceu influência limitada. Dessa forma, recomenda-se a associação entre calagem + gesso agrícola para estimular o crescimento radicular.

LITERATURA CITADA

ANDRADE, M. G. D. O., CORDEIRO, C. F. D. S., ROBERTO, A. F., CALONEGO, J. C., & ROSOLEM, C. A. (2024). Lime and gypsum reduce N-fertilizer requirements and improve soil physics, fertility and crop yields in a double-cropped system. *Geoderma*, 453, 13.

BETIOL, O., BOLONHEZI, D., LEAL, É. R. P., GRUENER, C. E., MICHELOTTO, M. D., FURLANI, C. E. A., & RUIZ, F. F. (2023). Conservation agriculture practices in a peanut cropping system: Effects on pod yield and soil penetration resistance. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 47, e0230004.

CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. A. Root growth of peanut cultivars and soil acidity. En *Plant-Soil Interactions at Low pH: Proceedings of the Second International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH, 24–29 June 1990, Beckley West Virginia, USA*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1991. p. 239-243.

CRUSCIOL, C. A. C., FERRARI, J., MUI, T. S., FRANZLUEBBERS, A. J., COSTA, C. H. M. D., CASTRO, G. S. A., & COSTA, N. R. (2018). Rhizobial inoculation and molybdenum fertilization in peanut crops grown in a no tillage system after 20 years of pasture. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 43, e0170399.

CORDEIRO, C. F. D. S., RODRIGUES, D. R., SILVA, G. F. D., ECHER, F. R., & CALONEGO, J. C. (2022). Soil organic carbon stock is improved by cover crops in a tropical sandy soil. *Agronomy Journal*, 114(2), 1546-1556.

SOUZA, M., BARCELOS, J. P. D. Q., & ROSOLEM, C. A. (2023). Synergistic effects of subsoil calcium in conjunction with nitrogen on the root growth and yields of maize and soybeans in a tropical cropping system. *Agronomy*, 13(6), 1547.

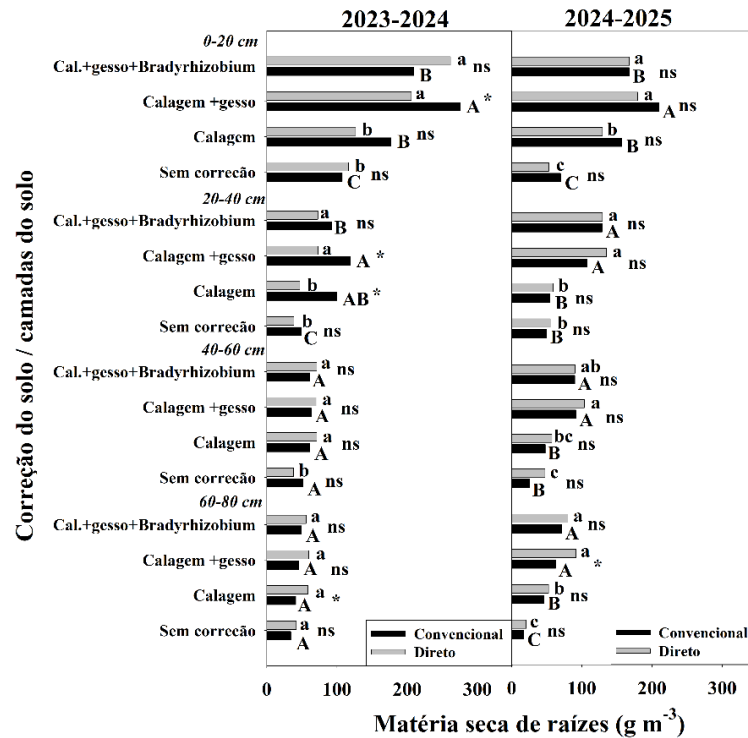


Figura 1 - Matéria seca de raízes (g m^{-3}) do amendoim em diferentes camadas do solo, sob preparo convencional e semeadura direta, nas safras 2023/2024 e 2024/2025. Letras maiúsculas comparam os manejos de correção do solo dentro do sistema convencional; letras minúsculas comparam os manejos de correção dentro da semeadura direta. Símbolos ns e * indicam ausência ou presença de diferença significativa entre os sistemas de preparo dentro de cada correção de solo (LSD, $p < 0,05$).

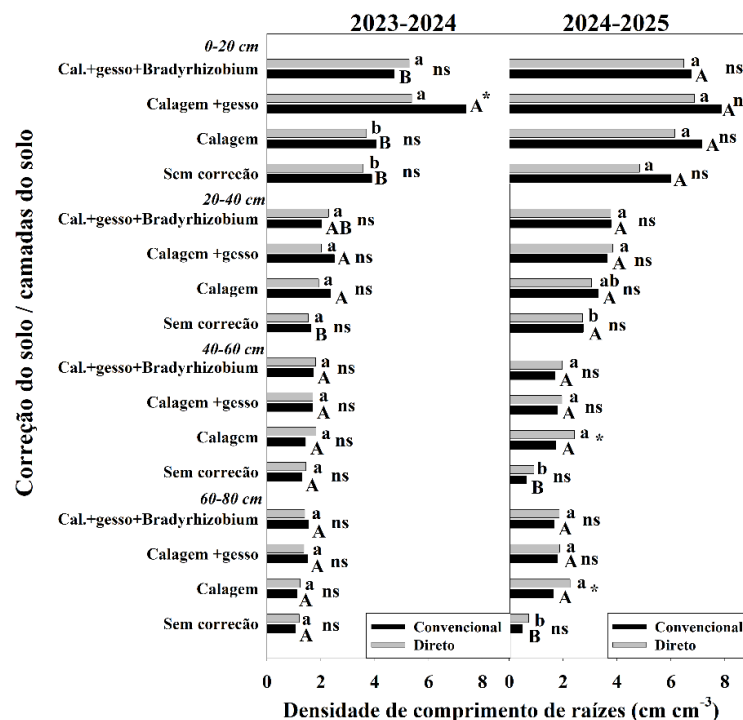


Figura 2 - Densidade de comprimento de raízes (cm cm^{-3}) do amendoim em diferentes camadas do solo, sob preparo convencional e semeadura direta, nas safras 2023/2024 e 2024/2025. Letras maiúsculas comparam os manejos de correção do solo dentro do sistema convencional; letras minúsculas comparam os manejos dentro da semeadura direta. Símbolos ns e * indicam ausência ou presença de diferença significativa entre os sistemas de preparo dentro de cada correção de solo (LSD, $p < 0,05$).

Tabela 1 - Atributos do solo antes da implantação do estudo. Presidente Bernardes-SP, setembro 2023

Profundidade (cm)	pH	M.O.	P resina	S	Al	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	m
	(CaCl_2)	(g dm^{-3})	(mg dm^{-3})					(mmol $_c$ dm $^{-3}$)				(%)	
00-20	4,9	11	4	3	1	24	0,6	15	4	20	44	45	5
20-40	4,8	10	3	6	1	22	1,0	15	3	19	41	46	5
40-60	4,5	10	2	8	2	24	1,0	13	3	17	41	41	11
60-80	4,3	10	1	4	3	25	0,4	4	1	5	30	18	36

ANÁLISE PRELIMINAR DA PREFERÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO DO PERCEVEJO-PRETO POR DIFERENTES GENÓTIPOS DE AMENDOIM EM LABORATÓRIO

Arthur de Lima Silva¹, Yago C. Silva¹, Giovanna S. Tinos², Mateus Neves Alves³,
Ignácio J. de Godoy⁴ e Marcos D. Michelotto⁵

¹Bolsistas de Aperfeiçoamento Técnico Fundag, IAC, Pindorama, SP, (Apresentador do trabalho), arthurbbc1@gmail.com, yagocustodiodasilva@hotmail.com, ²Bolsista de I.C. CNPq, IAC, Pindorama, SP, giovannatinos63@gmail.com, ³Bolsista Fundag, IAC, Pindorama, SP nevesmatheus814@gmail.com; ⁴Pesquisador Científico do IAC, Campinas, SP, ijgodoy48@gmail.com, ⁵Pesquisador Científico do IAC, Pindorama, SP, marcos.michelotto@sp.gov.br.

PROBLEMÁTICA

O Brasil vem ganhando destaque na produção de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e nos últimos anos, posicionando-se entre os maiores exportadores da cultura. Com o crescimento da área, também aumentam os problemas fitossanitários dentre os quais o percevejo-preto, *Cyrtomenus mirabilis* (Perty, 1836) (Hemiptera: Cydnidae) (Michelotto et al., 2023).

Os danos decorrentes do percevejo-preto em amendoim, estão relacionados ao seu hábito alimentar em vagens na fase de desenvolvimento dos grãos, nas quais ninfas e adultos inserem o estilete de seu aparelho bucal, atingindo os grãos em desenvolvimento (Chapin & Thomas, 2003). Ao se alimentarem dos grãos, os mesmos tornam-se manchados e impróprios para comercialização. Os prejuízos podem ser ainda maiores se considerado o mercado de amendoim blanchado (sem pele).

CONHECIMENTO PRÉVIO

Não existe um plano de manejo estabelecido e até o momento o controle do percevejo-preto tem se limitado ao uso de fipronil em tratamento de sementes ou em aplicação no sulco de semeadura (Xavier et al., 2020). A resistência de plantas a insetos é uma alternativa no controle de pragas e pode ser utilizada com outras táticas de controle, diminuindo a população das pragas e minimizando os efeitos adversos de produtos químicos no meio ambiente (Lara, 1991).

Há diversos trabalhos na literatura que buscam identificar fontes de resistência dos tipos não-preferência a diversas pragas. No entanto, na cultura do amendoim, estudos de interações entre plantas e seus herbívoros são pouco realizados e tem se limitado a busca por genótipos resistentes a tripes (Moraes et al., 2005) e lagartas (Campos et al., 2010).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Os testes foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições cada, tendo como tratamentos doze genótipos de amendoim (IAC OL3, IAC

OL5, IAC OL6, IAC 503, IAC 505, IAC 677, IAC S. Verde, IAC L.8008, IAC L. 17-20, IAC L.19-44, IAC L.22-48, IAC L.24-16).

Foram realizados dois testes, sendo um com ninfas padronizadas entre 4º e 5º instar e outro com adultos do percevejo-preto, com quatro repetições (bandejas) cada. Em todos os testes utilizou-se vagens de doze genótipos de amendoim (Tabelas 1 e 2). As vagens dos genótipos utilizados nos testes iniciais foram coletadas de plantas a campo em experimento conduzido em Pindorama, SP. Para selecionar as vagens, as mesmas deveriam estar no mesmo estágio fenológico R7, próximo à maturação, apresentar tamanho considerável e conter dois grãos bem formados.

O teste consistiu da montagem de arenas de alimentação. Para isso, uma vagem de cada genótipo foi disposta alternadamente em uma bandeja circular com área de 600 cm² e volume de 3,39 litros. As vagens foram identificadas e fixadas com cola quente a aproximadamente sete centímetros da borda da bandeja e com espaçamento de 1,5 cm entre ambas. Posteriormente foram cobertas com uma camada de 2,2 litros de solo (Latosolo Vermelho coletado em Ribeirão Preto - SP, e umidade relativa de 20%). Após isso, realizou-se a liberação de dois indivíduos por vagem totalizando 24 insetos (ninfas ou adultos) no centro da bandeja, sobre o solo (Figura 1). Durante os dias subsequentes do início do teste, percevejos encontrados mortos na superfície do solo foram substituídos por insetos vivos.

Dez dias após o início do teste, o teste foi finalizado. As vagens foram retiradas da bandeja e, após o descascamento, os grãos de cada genótipo foram despelculados e realizou-se a quantificação do número de lesões nos grãos ocasionados pelos percevejos durante sua alimentação. Essa avaliação foi baseada na presença de danos nos grãos de amendoim das diferentes cultivares, determinando o número de pontuações de alimentação do percevejo em cada grão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando constatado efeito significativo, as médias foram agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado diferença significativa para o número de picadas de ninfas nos genótipos oferecidos (Tabela 1). Embora com baixo número de picadas das ninfas nos grãos, quando comparados aos adultos (Tabela 2), observou que os grãos da cultivar IAC 505 e grãos das linhagens IAC L.8008 e IAC L.19-44 apresentaram número de picadas das ninfas significativamente maiores que os demais genótipos (Tabela 1).

O percentual de grãos danificados pelas ninfas, foi em média 50,0%, variando de 12,5% a 87,5% entre os genótipos avaliados. Importante destacar que as ninfas são geralmente encontradas em maior número no campo e, portanto, são responsáveis pelo maior percentual de grãos danificados (Michelotto et al., 2023).

Tabela 1. Número de picadas de ninfas do percevejo-preto em grãos de diferentes genótipos de amendoim, em teste de preferência para alimentação, com chance de escolha, e tempo de acesso à alimentação de 10 dias em condições de laboratório. Pindorama, 2025.

Genótipo	Vagens				Média ¹	GD (%)
	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Rep.4		

	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2			
IAC OL3	0	0	3	2	2	0	1	1	1,13	b	62,5
IAC OL5	0	0	0	0	0	0	16	3	2,38	b	25,0
IAC OL6	0	0	1	0	1	2	1	2	0,88	b	62,5
IAC 503	0	0	0	0	2	1	0	5	1,00	b	37,5
IAC 505	2	1	2	4	0	1	8	3	2,63	a	87,5
IAC 677	0	0	0	0	1	0	0	0	0,13	b	12,5
IAC S. Verde	0	0	0	0	3	0	0	0	0,38	b	12,5
IAC L. 8008	0	1	0	1	2	2	12	6	3,00	a	75,0
IAC L.17-20	1	1	2	1	0	0	1	1	0,88	b	75,0
IAC L.19-44	2	1	0	0	2	1	8	7	2,63	a	75,0
IAC L.22-48	0	0	0	3	0	0	0	0	0,38	b	12,5
IAC L.24-16	1	0	1	1	1	1	0	0	0,63	b	62,5
Média	0,50	0,33	0,75	1,00	1,17	0,67	3,92	2,33	1,33		50,0

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo método de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Teste F= 1,88*, CV= 53,22%). * significativo a 5%.

Quando analisado o teste para adultos do percevejo-preto, observou-se um maior percentual de grãos atacados, variando de 37,5 a 100% entre os genótipos avaliados (Tabela 2). Para o número de picadas nos grãos, novamente observou-se diferença significativa. Os genótipos menos atacados pelo percevejo foram as cultivares IAC 505 e IAC Sempre Verde e as linhagens IAC L.8008, IAC L.17-20 e IAC L.24-16 (Tabela 2)

Comparando os testes entre ninfas e adultos, observou-se que para a cultivar IAC 505 e a linhagem IAC L.8008, houve divergência, sendo as mesmas mais atacadas pelas ninfas e menos atacadas pelos adultos. Já na cultivar IAC Sempre Verde e as linhagens IAC L.17-20 e IAC L.24-16, observou-se certa consistência dos dados, com menor ataque tanto de ninfas quanto de adultos do percevejo-preto (Tabelas 1 e 2). Importante salientar, que essas linhagens possuem como parentais espécies silvestres, conhecidas como portadores de resistência a pragas e doenças.

Tabela 2. Número de picadas de adultos do percevejo-preto em grãos (G) de diferentes genótipos de amendoim, em teste de preferência para alimentação, com chance de escolha, e tempo de acesso à alimentação de 10 dias em condições de laboratório. Pindorama, 2025.

Genótipo	Vagens								Média ¹	GD (%)
	Rep.1		Rep.2		Rep.3		Rep.4			
	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2		
IAC OL3	1	1	7	5	4	5	1	1	3,13 a	100,0
IAC OL5	6	1	8	9	3	5	0	1	4,13 a	87,5
IAC OL6	2	0	9	7	3	9	1	0	3,88 a	75,0
IAC 503	3	2	10	8	8	11	2	1	5,63 a	100,0
IAC 505	3	3	2	1	0	0	1	2	1,50 b	75,0
IAC 677	2	2	6	8	6	3	1	3	3,88 a	100,0
IAC S. Verde	1	1	5	4	2	2	0	0	1,88 b	75,0
IAC L. 8008	0	0	3	6	5	4	1	2	2,63 b	75,0
IAC L.17-20	1	1	7	10	0	0	0	1	2,50 b	62,5
IAC L.19-44	2	2	3	3	4	5	2	2	2,88 a	100,0
IAC L.22-48	2	1	4	5	5	8	2	2	3,63 a	100,0
IAC L.24-16	0	2	0	0	0	0	3	2	0,88 b	37,5
Média	1,92	1,33	5,33	5,50	3,33	4,33	1,17	1,42	3,04	82,3

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo método de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Teste F= 1,99*, CV= 40,64%). * significativo a 5%.

Essa é a primeira vez que estes testes de preferência de alimentação do percevejo-preto a diferentes genótipos de amendoim foram realizados. Obviamente que novos testes deverão ser realizados, como os de não-preferência sem chance de escolha e com adaptações à metodologia e maior número de repetições para maior confiabilidade dos resultados obtidos.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A metodologia aparentemente é adequada aos estudos de preferência de alimentação de ninfas e adultos do percevejo-preto a vagens de amendoim;

A cultivar IAC Sempre Verde e as linhagens IAC L.17-20 e IAC L.24-16 apresentaram menores pontuações de alimentação tanto de ninfas quanto de adultos do percevejo-preto, necessitando de novos estudos para confirmação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Associação dos Produtores, Beneficiadores, Exportadores e Industrializadores de Amendoim do Brasil (Abex) pelo apoio financeiro ao trabalho.

LITERATURA CITADA

CAMPOS, A.P.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; RIBEIRO, Z.A. Não-preferência para oviposição e alimentação de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera:

Noctuidae) por cultivares de amendoim. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 251-258, 2020.

CHAPIN, J.W.; THOMAS, J.S. Burrower bugs (Heteroptera: Cydnidae) in peanut: Seasonal species abundance, tillage effects, grade reduction effects, insecticide efficacy, and management. **Journal of Economic Entomology**, v.96, p.1142-1152, 2003.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336p.

MICHELOTTO, M.D.; BOLONHEZI, D.; FREITAS, R.S.; SANTOS, J.F.; GODOY, I.J.; SCHWERTNER, C.F. Population dynamics, vertical distribution and damage characterization of burrower bug in peanut. **Scientia Agricola**, v.80, e20210161, 2023.

MORAES, A.R.A.; LOURENÇÃO, A.L.; GODOY, I.J.; TEIXEIRA, G.C. Infestation by *Enneothrips flavens* Moulton and yield of peanut cultivars. **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.469-472, 2005.

XAVIER, A.M.; HERNANDES, K.M.; BETIOL, O.; BOLONHEZI, D.; GODOY, I.J.; MICHELOTTO, M.D. Avaliação de tratamentos de sementes e inseticidas no solo para controle do percevejo-preto, *Cyrtomenus mirabilis* (Hemiptera: Cydnidae) em amendoim. **South American Sciences**, v.1, n.2, e2057, 2020.



Figura 1. Esquerda. Disposição das vagens dos diferentes genótipos utilizados no teste. Direita. Liberação dos adultos do percevejo-preto no centro da bandeja.