



Unoeste

2023

**BOLETIM DE
PESQUISA**

do Programa de Pós-Graduação
em Agronomia - Unoeste

EDIÇÃO ESPECIAL

I Simpósio Brasileiro do Amendoim



**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 – I Simpósio Brasileiro do Amendoim
Volume 5**

ISSN 2763-7522



PRESIDENTE PRUDENTE-SP, 2023
Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Unoeste

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

Capa: e Editoração: NEAD – Unoeste

630
B688d

Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em
Agronomia – Unoeste (5. : 2023: Presidente Prudente, SP).
I Simpósio Brasileiro do Amendoim, Presidente Prudente,
15 de dezembro de 2023. / editores Edgard Henrique Costa
Silva, Fábio Rafael Echer, Alexandrius de Moraes Barbosa. –
Presidente Prudente: Unoeste – Universidade do Oeste
Paulista, 2023.

Annual.
ISSN 2763-7522

1. Agronomia. 2. Pesquisa científica. 3. Amendoim. I.
Silva, Edgard Henrique Costa. II. Echer, Fábio Rafael. III.
Barbosa, Alexandrius de Moraes. I. Simpósio Brasileiro do
Amendoim

CDD/23^a ed.



APRESENTAÇÃO

A organização do I Simpósio Brasileiro do Amendoim é um marco na jornada da difusão do conhecimento científico sobre a cultura do amendoim na região Oeste Paulista. O planejamento das pesquisas científicas nos cursos de Agronomia e no Programa de Pós-Graduação em Agronomia iniciaram-se em 2017 através de parcerias estratégicas para oferecimento de disciplinas, realização de intercâmbios e pesquisas. Tudo isso fomentou a criação do Dia do Amendoim em 2021, e agora, junto com a terceira edição, incorporamos o I Simpósio Brasileiro do Amendoim, que tem por objetivo ampliar a discussão sobre problemas enfrentados pelos produtores de amendoim e, junto com isso, promover a discussão, a troca de informações, incentivar estudantes a seguirem os estudos com a cultura e a divulgação de resultados de pesquisas em formato de pôster. Dessa forma, a Unoeste ratifica a sua missão de formar profissionais preocupados com o desenvolvimento regional e de ser um ambiente plural para estimular o debate científico e tecnológico, com a visão de que o conhecimento tem o poder de modificar a realidade local.

Dr. Fábio Rafael Echer

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia



REALIZAÇÃO

Programa de pós-graduação
Agronomia



APOIO CIENTÍFICO



PATROCÍNIO DIAMENTE



PATROCÍNIO OURO



PATROCÍNIO PRATA





Súmario

CULTIVARES DE AMENDOIM IAC E A INOVAÇÃO TRAZIDA PELA CARACTERÍSTICA “ALTO OLEICO”... 1	
ESTRESSE HÍDRICO NA CULTURA DO AMENDOIM	8
AVALIAÇÃO DA VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE AMENDOIM TIPO RUNNER COMO UM PARÂMETRO AUXILIAR PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES	12
AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE AMENDOIM TIPO RUNNER UTILIZANDO-SE MASSA DAS SEMENTES E DESENVOLVIMENTO INICIAL DAS PLÂNTULAS	17
BIOESTIMULANTE STIMULATE® INFLUENCIA O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE AMENDOIM EM CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO	22
COINOCULAÇÃO DE <i>BRADYRHIZOBIUM</i> E <i>AZOSPIRILLUM</i> PROMOVE MAIOR TOLERÂNCIA À DEFICIÊNCIA HÍDRICA EM PLANTAS DE AMENDOIM.....	26
EFEITO DO BIOESTIMULANTE SEED+ NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE AMENDOIM	30
FERTILIZAÇÃO COM ENXOFRE E BORO VIA SOLO MELHORA A PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM CULTIVADO EM SOLOS ARENOSOS	34
GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DAS PLANTAS DE AMENDOIM INOCULADAS COM <i>BACILLUS ARYABHATAI</i> EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE	38
ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E ACÚMULO DE BIOMASSA DO AMENDOIM SOB DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS	42
INFLUÊNCIA DA FERTILIZAÇÃO COM ENXOFRE E BORO NA QUALIDADE DE SEMENTE DE AMENDOIM	47
INFLUÊNCIA DO MANEJO DE SOLO ASSOCIADO À PRESSÃO DE TRABALHO DA MOLA NA LINHA DE SEMEADURA E POPULAÇÃO DE PLANTAS NO ESTABELECIMENTO INICIAL DA CULTURA DO AMENDOIM EM REFORMA DE PASTAGEM DEGRADADA.....	51
MELHORANDO A DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES EM SOLOS ARENOSOS COM CULTIVO DE AMENDOIM VIA ADUBAÇÃO.....	57
NODULAÇÃO E CRESCIMENTO DO AMENDOIM EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO DE <i>BRADYRHIZOBIM ELKANII</i> E DA APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO	60
NODULAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DO AMENDOIM EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA SEMENTE E DA INOCULAÇÃO DE <i>BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM</i>	64
PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM FUNÇÃO DA COINOCULAÇÃO DE <i>BRADYRHIZOBIUM</i> E <i>AZOSPIRILLUM</i> EM ÁREA DE REFORMA DE PASTAGEM.....	69
PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO E A INOCULAÇÃO DE <i>BRADYRHIZOBIM ELKANII</i> EM SOLO ARENOSO DO CERRADO.....	73
PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM RASTEIRO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO EM SOLO ARENOSO DO CERRADO	77
RESPOSTA DE CULTIVARES DE AMENDOIM À APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA TRATAMENTO DAS SEMENTES.....	81
RESPOSTA DE CULTIVARES DE AMENDOIM À COINOCULAÇÃO DE <i>BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM</i> E <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSE</i>	85
USO EXCESSIVO DE ENXOFRE E BORO AUMENTAM A LIXIVIAÇÃO EM SOLOS ARENOSOS CULTIVADOS COM AMENDOIM.....	89
EFICIÊNCIA DO USO DA RADIAÇÃO PELO AMENDOIM AFETADA PELA DENSIDADE DE PLANTAS E ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM UM AMBIENTE IRRIGADO NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	93
EFICÁCIA DE INSETICIDAS PARA CONTROLE DE LAGARTAS NA CULTURA DO AMENDOIM.....	97

CULTIVARES DE AMENDOIM IAC E A INOVAÇÃO TRAZIDA PELA CARACTERÍSTICA “ALTO OLEICO”

Ignácio J. de Godoy¹; Marcos D. Michelotto²; João F. dos Santos³; Andrea R. A. Moraes⁴;
Denizart Bolonhezi⁵; Rogério S. Freitas⁶; Fernando Nakayama⁷ & Paulo B. Gallo⁸

¹Pesquisador(a) Científico(a), Centro de Grãos e Fibras do IAC, Campinas - SP, ijgodoy48@gmail.com; ²Pesquisador Científico do IAC, sediado na Apta Regional, Pindorama – SP, marcos.michelotto@sp.gov.br; ³Pesquisador contrato Fundag/IAC, Centro de Grãos e Fibras, Campinas - SP, joaofsantos@iac.sp.gov.br; ⁴Pesquisadora Científica, Centro de Grãos e Fibras IAC, andrea.moraes@sp.gov.br; ⁵Pesquisador Científico do IAC, sediado no Centro de Cana do IAC, Ribeirão Preto - SP, denizart.bolonhezi@sp.gov.br; ⁶Pesquisador Científico do IAC, sediado no Centro de Seringueira, Votuporanga - SP, rogerio.freitas@sp.gov.br; ⁷Pesquisador Científico da Apta Regional, Adamantina - SP, fernando.nakayama@apta.sp.gov.br; ⁸Pesquisador Científico do IAC, sediado na Unidade Regional de Mococa, paulo.gallo@sp.gov.br

OS ÁCIDOS GRAXOS DO AMENDOIM E O ÁCIDO OLEICO

Os grãos de amendoim contêm diversos compostos orgânicos e elementos minerais. Quantitativamente as duas frações que predominam são a lipídica (45% a 50% de óleo) e a proteica (cerca de 25% de proteína). O óleo é composto de ácidos graxos, constituídos de longas cadeias de carbono (16 a 24, no caso do amendoim). As diversas cultivares de amendoim contêm os mesmos ácidos graxos na sua composição, mas podem variar bastante quanto aos teores dos diversos ácidos, trazendo implicações em aspectos relacionados à qualidade do produto.

Entre os ácidos graxos que compõem o óleo de amendoim, os que mais se destacam quantitativamente são o Oleico e o Linoleico. Os teores desses dois ácidos são inversamente correlacionados por serem originados da mesma rota metabólica. Teores maiores de ácido oleico resultam em teores menores de ácido linoleico, e vice-versa. O amendoim conhecido como alto oleico possui ao redor de 80% deste ácido.

Os diversos ácidos graxos que compõem o amendoim diferem entre si não só pelo tamanho da molécula, mas também pela presença de ligações duplas em determinados pontos da cadeia ou pela ausência dessas ligações. Ácidos graxos sem duplas ligações são chamados saturados, os de uma ligação são os monoinsaturados e os de duas duplas ligações poliinsaturados. As duplas ligações são os pontos da molécula que sofrem oxidação fazendo com que ela se rompa dando origem a moléculas menores. No processo de metabolismo, estas vão se ligar a outros compostos ou radicais, dando origem a inúmeras outras substâncias.

A Tabela 1 abaixo ilustra os contrastes da composição de ácidos graxos em três cultivares de amendoim, sendo um deles alto oleico e os outros tradicionais, do tipo Runner e do tipo Valência.

Os ácidos graxos saturados (abundantes na gordura animal, por exemplo) são considerados indesejáveis, do ponto de vista nutricional. No organismo humano, a sua presença favorece a formação de triglicérides e colesterol. Os ácidos graxos monoinsaturados vão formar muitos compostos considerados benéficos para a saúde, como no caso do ácido oleico (Figura 1). Uma das vantagens é a sua maior resistência à oxidação por ter apenas uma dupla ligação na molécula.

Tabela 1. Composição de ácidos graxos (%) do óleo de três cultivares de amendoim.

ÁCIDOS GRAXOS	CULTIVARES		
	IAC 503 Tipo Runner Alto Oleico	RUNNER IAC 886 Tipo Runner Normal	IAC TATU-ST Tipo Valência
SATURADOS	14,9	20,6	20,3
Palmítico (16:0)	5,4	9,4	10,5
Esteárico (18:0)	2,7	2,6	2,8
Araquídico (20:0)	1,3	1,8	1,6
Beênico (22:0)	3,3	4,0	3,5
Lignocérico (24:0)	2,2	2,8	1,9
MONOINSATURADOS	82,1	53,4	42,5
Oleico (18:1) (*)	79,8	51,6	41,3
Eicosenóico (20:1)	2,3	1,8	1,2
POLIINSATURADOS	3,0	26,0	37,2
Linoleico (18:2)	3,0	26,0	37,2

(*) 18:1 – exemplo de tamanho da molécula de ácido graxo; cadeia de 18 átomos de carbonos com uma ligação dupla.

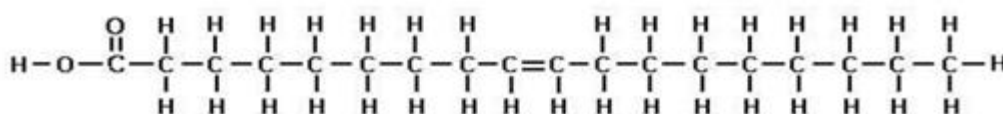


Figura 1. Representação gráfica da molécula de Ácido Oleico com 18 carbonos e uma dupla ligação.

Na prática, um benefício do ácido oleico é propiciar uma “vida de prateleira” mais longa para o óleo ou para o produto, ou seja, tempo mais longo para que o óleo ou produto entre em processo de oxidação/rancificação. Pesquisas mostram que as cultivares de amendoim que possuem 80% do ácido oleico na sua composição mantêm as suas qualidades inalteradas por muito mais tempo do que amendoins que apresentam apenas 40%-50% deste ácido.

ÁCIDOS GRAXOS MONOINSATURADOS: VALOR NUTRICIONAL

A outra vantagem do amendoim alto oleico (com 80% deste ácido graxo monoinsaturado) é nutricional (Grundy, 1989; Kris-Etherton et al., 1999; Clifford, Kozil, 2017). Gorduras (óleos) ingeridos nas dietas são conhecidos por afetar as concentrações de colesterol total e lipoproteínas, entretanto, os componentes dos triglicérides (ácidos graxos saturados, monoinsaturados ou poliinsaturados) não têm efeitos idênticos nos níveis de colesterol do soro sanguíneo. Pesquisas recentes mostraram que os ácidos graxos monoinsaturados produzem efeitos mais favoráveis quando substituídos por ácidos graxos saturados na dieta. Observou-se que os monoinsaturados reduzem os níveis de colesterol de “lipoproteínas de baixa densidade” (LDL, o “mau” colesterol), sem abaixar os níveis de “lipoproteínas de alta densidade” (HDL). Na ingestão dos ácidos graxos poliinsaturados (também considerados “saudáveis”), notou-se uma redução das “lipoproteínas de alta densidade” (HDL), o que não é desejável. Além disso, verificou-se que os monoinsaturados parecem alterar as lipoproteínas mais favoravelmente do que os carboidratos (que podem aumentar os triglicérides). Os carboidratos são muitas vezes indicados em dietas como substitutivos das gorduras, o que é um equívoco. O que importa

é a qualidade dessa gordura (óleo). Portanto, os monoinsaturados são os ácidos graxos com maior potencial para uso em dietas visando a redução do colesterol.

CULTIVARES IAC ALTO OLEICOS

O primeiro genótipo com a característica “alto oleico” surgiu espontaneamente, de uma mutação natural, na década de 1980, no programa de melhoramento da Florida (EUA). Estudos posteriores comprovaram que a característica é estável e condicionada por genes recessivos (Moore, K.M.; Knauff, D.A., 1989).

No IAC, os primeiros cruzamentos utilizando o germoplasma “alto oleico” datam do ano 2000 (Godoy, et al., 2005). O programa IAC vem desenvolvendo uma série de cultivares com esta característica, buscando inovar no mercado de amendoim quanto à qualidade, bem como atender a demanda dos produtores quanto ao comportamento agrônomo nas diversas regiões e sistemas de produção (Godoy et al., 2009; Godoy et al., 2014; Godoy et al., 2017).

O portfólio de cultivares de amendoim do IAC conta atualmente com sete cultivares Alto Oleicos, desenvolvendo periodicamente novos genótipos com esta característica química. Esse conjunto de opções está à disposição do setor produtivo de amendoim brasileiro (produtores e indústria). Essa diversidade de opções é importante para adaptar a cultura às variações de clima e solo, bem como aos padrões do mercado, considerando que as demandas atuais são para a alta qualidade e competitividade do produto, nos mercados interno e de exportação.

São apresentadas a seguir as principais características agrônomicas de cada cultivar:

IAC 503



Figura 2. Lavoura, vagens e grãos de IAC 503.

A cultivar IAC 503 apresenta hábito de crescimento rasteiro, com moderada resistência a doenças foliares, principalmente mancha preta e ferrugem. Possui crescimento vegetativo acentuadamente indeterminado, com plantas vigorosas. Seu ciclo é longo, de 130 a 140 dias, podendo estender-se por 145 a 150 dias dependendo das condições climáticas do ano. A sua resistência e capacidade de estender o ciclo até a colheita, mantendo a sanidade e vigor vegetativo, conferem a esta cultivar uma maior estabilidade produtiva em relação a outros amendoins rasteiros, ou seja, seu desempenho produtivo destaca-se quando se considera a média de várias safras. Sua produtividade média situa-se em 4.500 kg ha⁻¹ em casca e o seu potencial produtivo é de 6.500 kg ha⁻¹. Os grãos contêm ao redor de 48% de óleo, com 70% a 80% de ácido oleico. O mercado preferencial para este amendoim é o de confeitaria (Figura 2). Seus grãos são de formato alongado e de tamanho médio maior do que de outros do padrão “runner”, e predominantemente, de calibres 38/42 a 40/50, especialmente indicado para elaboração de grãos blanchados (sem pele).

IAC 505



Figura 3. Lavoura, vagens e grãos de IAC 505.

A cultivar IAC 505 apresenta hábito de crescimento rasteiro com moderada resistência a doenças foliares, principalmente mancha preta e ferrugem. Também possui crescimento vegetativo indeterminado acentuado e plantas vigorosas. Seu ciclo é de 130 a 140 dias, porém não se estende tanto quanto o da cultivar IAC 503.

Também se destaca pela estabilidade de produção, apresentando excelente desempenho produtivo na média de vários plantios. Sua produtividade média é de 4.500 kg ha⁻¹ com potencial para 6.000 kg ha⁻¹. A cultivar IAC 505 possui teor de óleo nos grãos um pouco acima dos de outras cultivares (49%-50%) e seu teor de ácido oleico é de 70% a 80%. É indicada também para o mercado de confeitaria com tamanho dos grãos do padrão “runner”, com maior proporção de calibre 40/50 (mais adequados para produtos drageados) (Figura 3). Pelo seu maior teor de óleo, esta cultivar é especialmente interessante para projetos focados na produção de óleo comestível (usado em culinária), tendo a característica “alto oleico” como um diferencial em relação aos outros óleos.

Recomendações: IAC 503 e IAC 505 são indicadas para todas as regiões e sistemas de produção de amendoim exceto as áreas de renovação da cana-de-açúcar onde há limitação para cultivares de ciclo que excedam os 130 dias. A resistência dessas cultivares às doenças de parte aérea permite um planejamento de pulverizações com fungicida prevendo-se um menor número de aplicações durante o ciclo do que para cultivares suscetíveis.

IAC OL3



Figura 4. Lavoura, vagens e grãos de IAC OL 3.

A cultivar IAC OL3 apresenta hábito de crescimento rasteiro e possui crescimento vegetativo mais rápido e mais determinado do que as das cultivares anteriores, ou seja, uma vez formada a frutificação, as plantas praticamente cessam o seu crescimento vegetativo e priorizam o enchimento das vagens. Em consequência, o ciclo dessa cultivar é marcadamente mais próximo de 130 dias, podendo ser reduzido em alguns dias, dependendo das condições do ambiente. O ciclo, da semeadura à colheita, varia geralmente entre 125 e 130 dias, fazendo com que esta cultivar seja mais adequada para as áreas de renovação de cana-de-açúcar, onde o ciclo muito longo prejudica o cronograma de atividades de plantio da cana-de-açúcar.

Como esta cultivar tem ciclo mais determinado e é suscetível a doenças foliares, as plantas ficam mais vulneráveis a estresses, requerendo eficiente proteção com fungicidas. A média de produtividade esperada para esta cultivar é de 4.500 kg ha⁻¹, mas o seu potencial produtivo pode ultrapassar 7.000 kg ha⁻¹. Os grãos da IAC OL3 são de formato que tende para arredondado, mas com tamanho médio um pouco maior do que outros do padrão “runner”, com predominância dos calibres 38/42 e 40/50 (Figura 4). O teor de óleo é moderado (na escala de teores para amendoim), ou seja, variando entre 46%-47% e os grãos também apresentam a característica “alto oleicos” (70%-80%).

IAC OL4



Figura 5. Lavoura, vagens e grãos de IAC OL4.

A cultivar IAC OL4 apresenta hábito de crescimento rasteiro, com características vegetativas semelhantes às da cultivar IAC OL3, sendo também de crescimento e ciclo mais determinados (125-130 dias). Esta cultivar também possui ciclo adequado para cultivo na renovação da cana-de-açúcar e, também é suscetível a doenças foliares, que devem ser controladas com fungicidas. A sua produtividade está no mesmo patamar da cultivar IAC OL3, alcançando médias de 4.500 kg ha⁻¹ em casca, e potencial produtivo que pode ultrapassar 7.000 kg ha⁻¹.

Os grãos de IAC OL4 são de formato arredondado, mas com tamanho médio, porém menor do que os grãos da IAC OL3 (Figura 5). Na granulometria, produz proporções maiores de grãos 40/50, enquadrando-se, portanto, na faixa de maior demanda, no mercado de grãos tipo “runner”. Seu teor de óleo é moderado (ao redor de 47%), e também possui a característica “alto oleico” (70% a 80% deste ácido).

A cultivar IAC OL5 apresenta hábito de crescimento rasteiro e características vegetativas semelhantes às das cultivares IAC OL3 e IAC OL4, sendo também de crescimento e ciclo mais determinado (125-130 dias), possuindo, assim, ciclo adequado para cultivo na renovação da cana-de-açúcar. Ela apresenta plantas rústicas e moderadamente resistentes a manchas foliares e alcança produtividade de 4.500 kg ha⁻¹ em casca, e potencial produtivo na faixa de 6.500 kg ha⁻¹.

Os grãos de IAC OL5 são de formato arredondado e a granulometria concentra-se nos grãos de calibre 40/50, enquadrando-se, portanto, na faixa de maior demanda, no mercado de grãos tipo “runner”

(Figura 6). O seu teor médio de óleo é de 48%, e também possui a característica “alto oleico” (70% a 80% deste ácido).

IAC OL5



Figura 6. Lavoura, vagens e grãos de IAC OL5.

Pela semelhança de ciclo, as cultivares IAC OL3, IAC OL4 e IAC OL5 são indicadas para áreas onde o esquema de rotação com a cana-de-açúcar não permite exceder 130 dias.

IAC OL6



Figura 7. Campo de multiplicação de sementes, vagens e grãos de IAC OL6.

A cultivar IAC OL6 também possui hábito de crescimento rasteiro e seu desenvolvimento vegetativo é vigoroso e exuberante, oferecendo um rápido e completo fechamento das entre linhas. Essa característica torna as plantas mais protegidas contra estresses e outros fatores que fragilizam a cultura, como as doenças foliares e a virose. O ciclo, da semeadura à colheita é de 130-140 dias, alcançando produtividade média de 4.500 kg ha⁻¹ em casca, e potencial produtivo na faixa de 6.500 kg ha⁻¹.

Os grãos de IAC OL6 são de formato arredondado e tamanho destacado (Figura 7). A sua granulometria apresenta grande proporção de grãos calibre 38/42. O seu teor médio de óleo é de 47-48%, e também possui a característica “alto oleico” (70% a 80% deste ácido).

IAC 677 é uma nova cultivar em processo de difusão junto ao setor produtivo. Possui hábito de crescimento rasteiro e ciclo entre 130 e 135 dias. Destaca-se pela rusticidade e estabilidade produtiva, sendo tolerante a fatores de estresse entre eles a virose (Ribeiro, et. al, 2020). Apresenta excelente desempenho produtivo na média de vários ambientes, com produtividade média superior a 4.500 kg ha⁻¹, com potencial entre 6.500 e 7.000 kg ha⁻¹.

IAC 677



Figura 8. Campo de multiplicação de sementes, vagens e grãos de IAC 677.

Apresenta um bom desempenho no descascamento (menor percentual de quebras em relação a outras cultivares). Sua granulometria situa-se entre os calibres 40/50 e 38/42. Seus grãos são de pele rosada e de formato tendendo para arredondados (Figura 8). Possui 47 a 48% de óleo nos grãos, e também é portadora da característica “Alto Oleico”.

REFERÊNCIAS

Clifford, J.; Kozil, A. Dietary fat and cholesterol. Food Nutrition, Fact Sheet 9313, Colorado State University, Extension, 2017.

Godoy, I. J.; Oliveira, E. J.; Carvalho, C. R. L. Análise de populações segregantes de amendoim para a característica “Alto Oleico”. II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Varginha, MG, 2005.

Godoy, I. J.; Carvalho, C. L. ; Martins, A. L. M. ; Bolonhezi, D. ; Freitas, R. S. ; Kasai, F. S. ; Ticelli, M. ; Santos, J. F. ; Oliveira, E. J. ; Moraes, L. K. IAC 503 e IAC 505: cultivares de amendoim com a característica "alto oleico". In: 5º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Guarapari - ES, 2009.

Godoy I. J., Santos J. F., Carvalho C. R. L., Michelotto M. D., Bolonhezi D., Freitas R. S., Ticelli, M., Finoto E. L.; Martins, A. L. M. IAC OL3 e IAC OL4: new Brazilian peanut cultivars with the high oleic trait. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 14: 200-203, 2014.

Godoy, I. J.; Santos, J. F.; Michelotto, M. D.; Moraes, A. R. A.; Bolonhezi, D.; Freitas, R. S.; Carvalho, C. R. L.; Finoto, E. L.; Martins, A. L. M. IAC OL 5 - New high oleic runner peanut cultivar. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17: 289-292, 2017.

Grundy, S. M. Monounsaturated fatty acids and cholesterol metabolism: implications for dietary recommendation. *Journal of Nutrition*, 119: 529-533, 1989.

Kris-Etherton P. M., Pearson T. A., Wan Y. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70(6):1009–1015, 1999.

Moore, K. M.; Knauff, D. A. The inheritance of high oleic acid in peanut. *Journal of Heredity*, 80:252–253, 1989.

Ribeiro, R.P.; Vanderley, R.L.R.; Bazanella, M.; Santos, J.F.; Michelotto, M.D.; Moraes, A.R.A.; Godoy, I.J. Potencial produtivo e resistência à virose em linhagens e cultivares de amendoim na região de Tupã, São Paulo. *South American Sciences*, 1(1):e2027, 2020.

ESTRESSE HÍDRICO NA CULTURA DO AMENDOIM

Ricardo J. Haro¹

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim é originário da América do Sul, de onde se espalhou maciçamente para outras partes do mundo, como Índia, África, Estados Unidos e China, entre outros países (Hammons, 1994). Lá, a produção ocorre principalmente em regiões de sequeiro, onde as chuvas são geralmente imprevisíveis e insuficientes (Vorasoot et al., 2003). A seca é um problema recorrente que limita o rendimento do amendoim (Redy et al., 2003) e afeta a qualidade química do grão (Settaluri et al., 2012). Portanto, a capacidade de manter o crescimento e o desenvolvimento em condições de seca é uma característica importante em cultivares comerciais (Hamidou et al., 2011) que destaca a variabilidade genotípica dessa espécie (Devi e Sinclair, 2011).

A seca altera as respostas ecofisiológicas envolvidas na geração de produtividade e seus efeitos dependem da combinação das características dos estresses abióticos, sendo que o déficit hídrico não é exceção: (a) intensidade, (b) duração e (c) momento (Araújo et al., 2014). O conhecimento das respostas das culturas a cenários de limitação hídrica permitirá que o produtor defina estratégias de gerenciamento adequadas. O objetivo deste manuscrito foi (i) mencionar as variáveis que geram estresse hídrico, (ii) descrever as respostas das culturas às condições de seca e (iii) definir estratégias de manejo em ambientes com limitação hídrica.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

As respostas e características das culturas determinadas e quantificadas neste manuscrito resumem anos de experiência envolvendo experimentos de campo e monitoramento, nos quais foram avaliadas variáveis como água no perfil do solo, expansão foliar, produção de biomassa e sua divisão entre estruturas vegetativas e reprodutivas, interceptação de radiação, eficiência no uso da água e da radiação e rendimento.

As respostas foram avaliadas em cultivares comerciais rasteiras com duração de ciclo entre 140 e 165 dias. O espaçamento entre as linhas das plantas foi de 0,7 m e a densidade de plantio foi de 14 plantas/m². Os experimentos e as parcelas foram manejados quanto a ervas daninhas e doenças de acordo com as recomendações usuais para essa cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O déficit hídrico ou estresse hídrico, comumente chamado de seca, é causado por dois fatores: (i) baixa disponibilidade de água no perfil do solo e/ou (ii) alta demanda ambiental. Os efeitos de ambos dependerão da época de ocorrência durante o ciclo da cultura. Nos estágios iniciais, isso afetará a emergência das mudas e o estabelecimento da densidade populacional, causando mudanças na arquitetura do dossel, que é responsável pela captura de radiação. Os estágios reprodutivos posteriores, como a floração, a entrada de ginóforos no solo, a formação de vagens (ou seja, grãos) e o peso dos grãos também podem ser alterados pela seca.

Os tipos de preparo do solo e as culturas antecessoras desempenham um papel importante na captação, infiltração, escoamento e evaporação da água (Fig. 1a). Os solos da região de cultivo de amendoim da Argentina, após sete anos de experiência, tiveram, em média, maior armazenamento de

água na semeadura na combinação "plantio direto na palhada de milho" (139 mm) em comparação com aqueles sob "cultivo mínimo de solo na palhada de milho" (101 mm), "plantio direto na palhada de soja" (85 mm) e "cultivo mínimo de solo na palhada de soja" (41 mm) (Haro et al., 2007) (Haro et al., 2007). A disponibilidade de água na semeadura permitiu a rápida emergência da cultura, minimizou a morte das sementes e favoreceu o estabelecimento de plantas uniformes que atenuaram as hierarquias entre plantas dominantes e dominadas. Depois que as mudas emergem, a restrição hídrica leva à diminuição da expansão celular, o que se reflete na diminuição da altura da planta e na redução da área foliar, com a consequente redução da radiação interceptada pela cultura. Foram quantificadas reduções de -32% na altura da planta e de -49% na área foliar nos sistemas de produção em que a captação de água era deficiente como consequência de alterações na estrutura do solo (quebra de agregados pela lavoura) e escassez de restolho superficial (parcelas de amendoim previamente lavradas com restolho de soja) (Tabela 1). Nesses sistemas, o consumo de água durante o ciclo da cultura foi de -12% e a eficiência do uso da água diminuiu -36%, respostas que se refletiram em quedas de -44% na produção de vagens.



Figura 1. (a) Amendoim crescendo sob cultivo mínimo do solo na palhada de soja (esquerda) vs. sob plantio direto na palhada milho (direita) (b) Sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo em amendoim (esquerda) e produção sob restrições hídricas (direita).

Tabela 1. Crescimento, consumo de água e características de rendimento da cultura de amendoim sob combinações de lavoura e culturas predecessoras.

Sistema	Altura planta (cm)	Área folíolo (cm ²)	Rendimento Vagens (kg/ha)	Consumo (mm)	EUA (kg granos/mm)
PD Milho	31	6,9	5.200	686	6,1
PD Soja	32	6,0	4.970	671	5,8
CM Milho	26	4,9	4.800	603	5,6
CM Soja	21	3,5	3.000	597	3,9

PD: plantio directa; CM: cultivo mínimo do solo; EUA: eficiência no uso do água. A produção de vagens foi expressa com 9% de umidade. Os valores representam a média de três repetições.

As comparações entre os sistemas de irrigação com limitação de água e os sistemas de irrigação subsuperficial no amendoim refletiram reduções contrastantes dos primeiros na produção total de folíolos por unidade de área (-46%), na fração máxima de radiação interceptada (-40%) e, conseqüentemente, na produção de vagens (-54%) (Figs. 1b; 2a-c) (Severina et al., 2019). As eficiências no uso da radiação e dos recursos hídricos foram acentuadamente atenuadas devido à produção de biomassa acentuadamente baixa (-76%) em relação à atenuação na captura de radiação (-25%) e no

consumo de água (-28%) (Haro et al., 2008, 2010). Por outro lado, diante das previsões de possíveis cenários climáticos de "Niña", atrasos de um mês na data de semeadura aumentaram os rendimentos em comparação com uma data de semeadura antecipada na Argentina (+52% de rendimento obtido com a semeadura no final de novembro em comparação com meados de outubro), como consequência da exposição da cultura a uma demanda ambiental menor durante o ciclo da cultura (déficit de pressão de vapor de 1,48 KPa vs. 1,66 KPa para a semeadura tardia e antecipada, respectivamente) (Haro et al., 2010) (Haro et al., 2010).

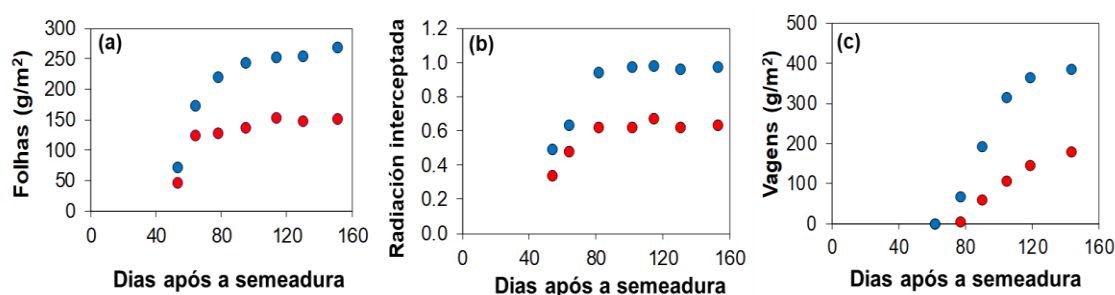


Figura 2. Produção de folhas e vagens em função da radiação interceptada durante o ciclo da cultura. Os símbolos azuis correspondem à irrigação e os símbolos vermelhos indicam seca.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A elaboração de estratégias de gerenciamento adequadas para cada sistema de produção ajudará a mitigar os efeitos negativos da seca. Em sistemas de amendoim como os da Argentina, foi comprovado que a semeadura direta com o milho como precursor foi a mais eficiente em termos de captação e uso da água, o que resultou em maior produtividade. Tanto os sistemas de irrigação que permitem estratégias de abastecimento de água quanto os atrasos na data de semeadura diante das previsões de ano seco contribuem para atenuar os efeitos negativos da seca e aumentar a produtividade.

LITERATURA CITADA

Araújo, S.S.; Beebe, S.; Crespi, M.; Delbreil, B.; González, E.M.; Gruber, V.; Lejeune-Henaut, I.; Link, W.; Monteros, M.J.; Prats, E.; Rao, I.; Vadez, V.; Vaz Patto, M.C. Abiotic Stress Responses in Legumes: Strategies Used to Cope with Environmental Challenges. 2015. *Critical Reviews in Plant Sci.* 34:1-3, 237-280.

Devi, M.J.; Sinclair, T.R. 2011. Diversity in drought traits among commercial southeastern US peanut cultivars. 2011. *International J. of Agron.* Pp. 1-7.

Hamidou, F.; Ratnakumar, P.; Halilou, O.; Mponda, O.; Kapewa, T.; Monyo, E.; Faye, I.; Ntare, B.R.; Nigam, S.N.; Upadhyaya, H.D.; Vadez, V. 2012. Selection of intermittent drought tolerant lines across years and locations in the reference collection of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Res.* 126: 189-199.

Hammons, R.O. 1994. The origin and history of the groundnut. In *The Groundnut Crop: A scientific basis for improvement.* (Ed.) J. Smartt. Pp. 24-42.

Haro, R.; Macedo, C.; Gastaldi, L.; Casini, C. 2007. Efecto de labranzas, cultivos antecesores y fechas de siembra sobre la producción y calidad del grano de maní. En: resúmenes de la XXII Jornada Nacional de Maní y Primer simposio de maní en el MERCOSUR. Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina.

Haro, R.J.; Dardanelli, J.L.; Collino, D.J.; Otegui, M.E. 2008. Seed yield determination of peanut crops under water deficit: soil strength effects on pod set, the source-sink ratio and radiation use efficiency. *Field Crops Res.* 109: 24-33.

Haro, R.J.; Dardanelli, J.L.; Collino, D.J.; Otegui, M.E. 2010. Water deficit and impaired pegging effects on peanut seed yield: links with water and photosynthetically active radiation use efficiencies. *Crop & Pasture Sci.* 61: 343-352.

Reddy, T.Y.; Reddy, V.R.; Anbumozhi, V. 2003. Physiological responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) to drought stress and its amelioration: a critical review. *Plant Growth Regul.* 41: 75-88.

Settaluri, V.S.; Kandala, C.V.K.; Pupala, N.; Sundaram, J. 2012. Peanuts and their nutritional aspects- A review. *Food and Nutrition Sci.* 3: 1644-1650.

Severina, I.; Haro, R.J.; Rosso, A.; Boccardo, M.; Salinas, A.; Giubergia, J.P.; Aimar, F. 2019. Riego por goteo subterráneo en el cultivo de maní. *Riegos & Drenajes.* 103: 56-57.

Vorasoot, N.; Songsri, P.; Akkasaeng, C.; Jogloy, S.; Patanothai, A. 2003. Effect of water stress on yield and agronomic characters of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 25, 283-284.

AVALIAÇÃO DA VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE AMENDOIM TIPO RUNNER COMO UM PARÂMETRO AUXILIAR PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES

Polyana Borges Brito¹, Vivian Mayumi Ariga¹, Amanda Magalhães de Sena¹, Giulia Muniz Peres¹, Pedro Ribeiro Lopes¹, Gian Lucas Bresqui Andrade¹, Nelson Barbosa Machado Neto², Ceci Custódio Castilho², Carlos Felipe dos Santos Cordeiro³ & Fábio Rafael Echer²

¹Graduando (a), Unoeste, ² Professor (a) do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste – ceci@unoeste.br, nbmneto@unoeste.br, fabioecher@unoeste.br, ³Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu – cordeirocfs@gmail.com

PROBLEMÁTICA

O amendoim é uma planta de origem de clima tropical cultivado principalmente em solos arenosos que podem variar quanto a fertilidade. Quando estes solos são manejados com rotação de culturas, e o amendoim é inserido, os mesmos tornam-se mais equilibrados química e fisicamente e podem ser considerados com fertilidade adequada. Todavia, o amendoim também costuma ser cultivado em sucessão para a reforma de canaviais ou pastagens, sendo produzido apenas uma vez, de modo que não há tempo para preparo adequado do solo arenoso. Porém a produção de sementes de amendoim ocorre preferencialmente em áreas assim por serem estas mais livres de inóculos causadores de doenças. A produção de sementes, além de ser afetada pela fertilidade do solo, é dependente das condições climáticas predominantes durante o cultivo, principalmente na fase de maturação, a qual deve ocorrer em ambiente seco e temperaturas amenas para a colheita de sementes sadias. Como as condições para a produção de sementes é variável, é necessário o conhecimento de formas eficientes para avaliação do vigor, permitindo que empresas produtoras classifiquem os lotes vigorosos para a comercialização.

CONHECIMENTO PRÉVIO

As sementes estão sujeitas a uma série de alterações degenerativas após a maturidade fisiológica, o que resulta em comprometimento do seu desempenho. Essas alterações são definidas, como deterioração de sementes que ocorrem ao longo do tempo, aumentando a sensibilidade das sementes aos desafios externos e reduzindo sua capacidade de sobrevivência. É um processo acumulativo, irreversível e que conduz a perda de viabilidade e vigor. Este processo pode ser associado com alterações celulares, metabólicas e químicas, incluindo peroxidação de lipídeos, danos às membranas e ao DNA. Os fatores que contribuem para a deterioração de sementes incluem temperatura, umidade relativa, teor de água das sementes e ocorrência de microrganismos e insetos (Okada et al., 2021; Moreno et al., 2023; Ranganathan e Groot, 2023).

A análise de sementes objetiva determinar parâmetros de qualidade que sejam úteis para garantir segurança aos consumidores de sementes, competição saudável da indústria sementeira e boas relações com seus colaboradores. Um dos maiores problemas encontrados pelos produtores de sementes de amendoim é conseguir uma produção com germinação suficiente (superior à 70%), garantindo estande de plantas adequado para o agricultor. Mesmo com fácil adaptabilidade, a cultura é muito influenciada pelas condições físicas (Leonel et al., 2007), químicas e ambientais. Comumente o amendoim é utilizado na renovação de canaviais ou reforma de pastagens e muitas vezes a colheita acontece antes que as sementes atinjam a maturidade fisiológica, reduzindo o rendimento e a qualidade fisiológica das mesmas (Barbosa et al., 2014). Tal problema pode ser solucionado com a nutrição adequada, definição de época mais adequada de semeadura e reserva de áreas mais equilibradas quanto à fertilidade para produção de sementes de alta qualidade.

Neste estudo avaliou-se a influência da fertilidade do solo e das condições ambientais na produção de sementes de dois cultivares de amendoim tipo Runner em áreas distintas, em dois anos de cultivo, sobre a qualidade das sementes produzidas e a eficiência dos parâmetros de qualidade relacionados à velocidade de germinação para distinção dos lotes.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em áreas comerciais de cultivo de amendoim no município de Regente Feijó-SP em solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura arenosa nas safras 2021/2022 (Ano 1) e 2022/2023 (Ano 2) e utilizando os cultivares tipo Runner IAC OL3 e IAC 503. Foram colhidas amostras em 20 parcelas de cada área (maior e menor fertilidade), para cada ano e cultivar, em delineamento inteiramente casualizado. A colheita das sementes se deu quando 70% das vagens estavam no estágio R8 – cor marrom. As vagens foram secas em estufa com circulação de ar a 35 °C por 48h. As sementes foram então estratificadas em peneiras e as frações pesadas. As retidas nas peneiras com crivo 23 (0,91 cm de diâmetro) e 21 (0,83 cm) foram somadas e consideradas as sementes úteis sendo informado o seu valor percentual.

O teste de germinação foi realizado com a fração de sementes úteis e instalado em rolos de papel com 25 sementes por repetição e quatro repetições por parcela. O substrato, constituído de 3 folhas de papel, duas como base e uma para cobertura das sementes, foi umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador tipo Mangelsdorf a 25 °C constante. As avaliações foram diárias considerando-se germinada a semente com protrusão radicular maior que 0,5 cm. A germinação estabilizou-se com 6 dias após a semente e as avaliações diárias foram inseridas no software GERMINATOR (Joosen et al., 2009) para a obtenção dos valores de porcentagem de germinação final, tempo para 10% da germinação final e tempo médio de germinação. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos experimentais foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porção de sementes úteis foi maior para a área de maior fertilidade (Figura 1 A) e ano 1 de cultivo (Figura 1 B). No ano 1 as condições climáticas favoreceram o enchimento de grãos.

A germinação máxima ou final foi maior nas sementes obtidas das áreas de maior fertilidade nos dois anos estudados, com média de 84% (Figura 1 C) e no ano 2 (Figura 1 D), cujas condições favoreceram a obtenção de sementes com alta viabilidade.

O tempo para germinação de até 10% da germinação máxima ou final é um parâmetro acessório que indica vigor e, neste estudo a germinação foi mais rápida nas áreas de maior fertilidade (Figura 2 A), para o cultivar IAC 503 (Figura 2 C) e para o ano 2 (Figura 2 B), confirmando que o ano 2 foi mais adequado para obtenção de sementes fisiologicamente superiores, embora com menores taxas de aproveitamento de sementes (Figura 1 B).

O tempo médio para a germinação foi menor nas áreas com maior fertilidade (Figura 2 D) e houve interação entre os cultivares e o ano de produção (Figura 2 E). O ano 1 apresentou maior tempo médio de germinação que o ano 2, indicando que as condições para obtenção de qualidade fisiológica das sementes foram inferiores, embora esse ano tenha permitido a obtenção de sementes com mais massa de 100 sementes para os dois cultivares (dados não mostrados). O cultivar IAC 503 germinou mais rápido no ano 1 e não houve diferença entre os cultivares quanto à velocidade de germinação no ano 2. A velocidade de germinação foi significativa para diferenciar cultivares, enquanto a germinação final ou máxima não foi.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados indicaram que a produção de sementes deve privilegiar áreas mais férteis ou com fertilidade construída com correção do solo e adubação, e áreas livres de inóculos causadores de doenças. O clima vigente durante o cultivo das sementes é extremamente importante especialmente nos dias que antecedem a colheita, pois sementes bem formadas podem perder qualidade fisiológica sob influência de um clima desfavorável no final da maturação. Além da germinação, outros parâmetros são fundamentais para eleger os melhores lotes, tais como a velocidade de germinação. O Cultivar IAC 503 apresentou germinação mais rápida. A velocidade de germinação, no entanto, não é um parâmetro prático para ser obtido em larga escala porque exige avaliações diárias.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao produtor Helder Lamberti pelo apoio na condução dos experimentos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela bolsa de doutorado de Carlos F.S. Cordeiro (processo: 2020/14810-8).

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.

FERREIRA DF. SISVAR: Um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039–1042, 2011.

JOOSEN, RV; KODDE, J, WILLEMS, LA et al. GERMINATOR: a software package for high-throughput scoring and curve fitting of Arabidopsis seed germination. **The Plant Journal**, v. 62, n. 1, p. 148-159, 2010.

LEONEL, CL; FREDDI, OS; BEUTLER, AN; CENTURION, MMAPC; CENTURION, JF. Influência da compactação do solo no crescimento radicular e na produtividade do amendoim. **Científica**, v.35, p.51-60, 2007.

MORENO, L; SANTOS, AF; TUBBS, RS; GREY, TL; MONFORT, WS; LAMB, MC; & PILON, C. Physiological components of seed quality in runner-type peanut during seed formation. **Agronomy Journal**. p.1–13. 2023.

OKADA, MH; OLIVEIRA, GRFD; SARTORI, MMP; CRUSCIOL, CAC; NAKAGAWA, J; & AMARAL DA SILVA, EA. (2021). Acquisition of the physiological quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds during maturation under the influence of the maternal environment. **Plos one**, v.16, n.5, e0250293.

RANGANATHAN, U; GROOT, SPC. **Seed Longevity and Deterioration**. In: DADLANI, M.; YADAVA, D.K. (eds) Seed Science and Technology. Springer, Singapore, 2023.

TABELAS E FIGURAS

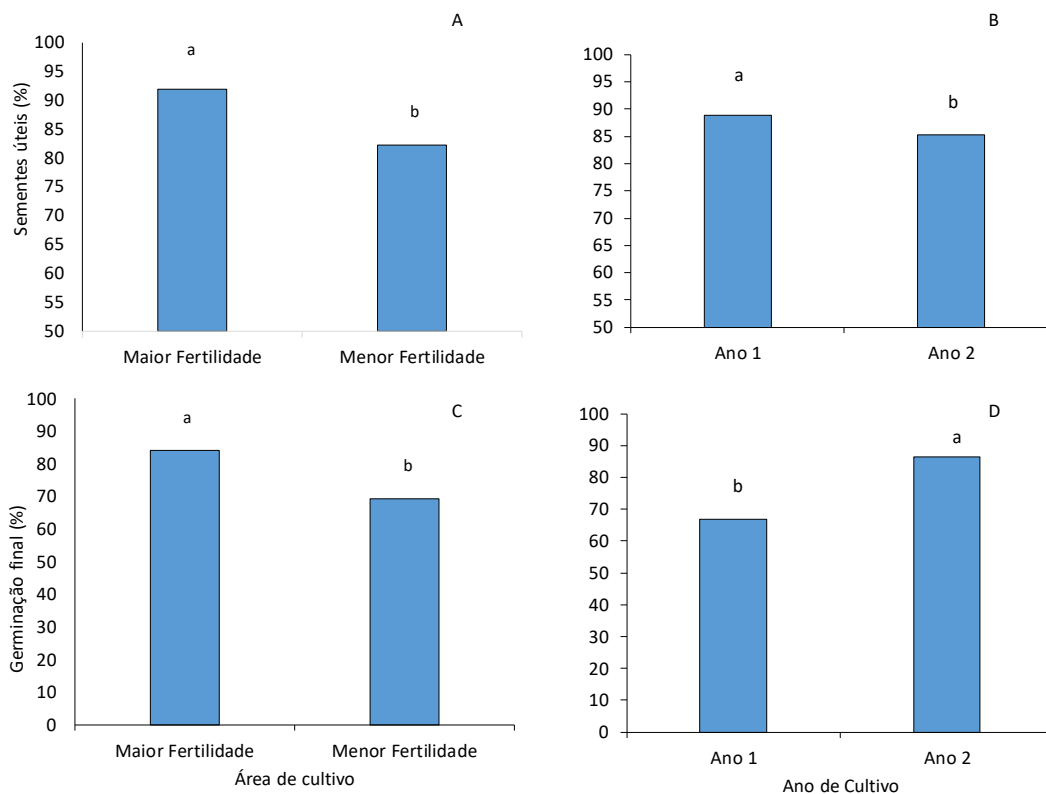


Figura 1. Sementes úteis e germinação final em função das áreas (A, C) e em função dos anos de cultivo (B, D). Barras seguidas de letras minúsculas indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. O fator cultivar e as interações entre os fatores ano de cultivo e área de cultivo foram não significativas.

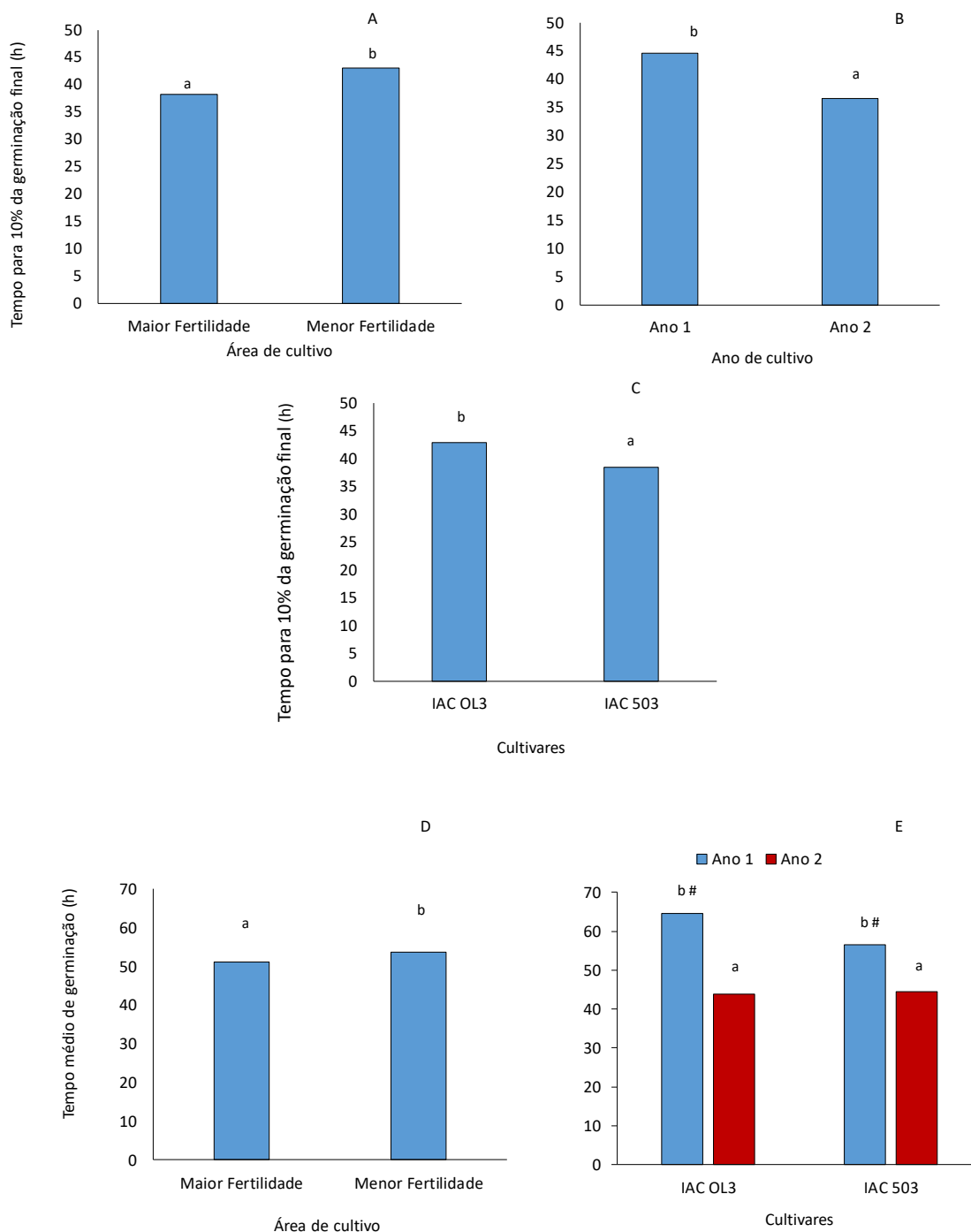


Figura 2. Tempo para 10% da germinação em função das áreas (A), de anos de cultivo (B) e dos cultivares (C). Tempo médio para germinação em função das áreas (D) e a interação entre cultivares e anos de cultivo (E). As interações entre os fatores foram não significativas para o tempo para 10% de germinação. Barras seguidas de letras minúsculas indicam diferença significativa (A, B, C e D); letras minúsculas dentro do cultivar indicam diferenças significativas e # indica diferença significativa de cultivares dentro do ano 1 de cultivo pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) (E).

AValiação DO VIGOR DE SEMENTES DE AMENDOIM TIPO RUNNER UTILIZANDO-SE MASSA DAS SEMENTES E DESENVOLVIMENTO INICIAL DAS PLÂNTULAS

Amanda Magalhães de Sena¹, Giulia Muniz Peres¹, Polyana Borges Brito¹, Vivian Mayumi Ariga¹, Pedro Ribeiro Lopes¹, Gian Lucas Bresqui Andrade¹, Nelson Barbosa Machado Neto², Ceci Custódio Castilho², Carlos Felipe dos Santos Cordeiro³ & Fábio Rafael Echer²

¹Graduando (a), Unoeste, ² Professor (a) do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste – ceci@unoeste.br, nbmneto@unoeste.br, fabioecher@unoeste.br, ³Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu – cordeirocfs@gmail.com

PROBLEMATICA

A produção de sementes, além de ser afetada pela fertilidade do solo, é dependente de condições climáticas predominantes durante o cultivo principalmente na fase de maturação, a qual deve ocorrer em ambiente seco e temperaturas amenas para a colheita de sementes sadias. Plantas vigorosas tendem a produzir sementes de maior massa desde que atendidas as premissas de fertilidade do solo e clima. O amendoim é cultivado principalmente em solos arenosos que podem variar quanto a fertilidade, tanto de alta fertilidade, quando manejados com rotação de culturas, mas que podem conter mais inóculos de patógenos causadores de doenças, ou de menor fertilidade quando o amendoim entra em sucessão a reforma de canaviais ou pastagens, não dando tempo para preparo adequado do solo arenoso, mas que podem ser mais livres de patógenos. Como as condições para a produção de sementes são variáveis, é necessário o conhecimento de formas eficientes para avaliação do vigor de sementes para permitir que empresas produtoras reservem para o comércio os lotes vigorosos.

CONHECIMENTO PRÉVIO

A massa de sementes e a sua qualidade são conceitos relacionados em biologia de plantas (Borém, Miranda e Fritsche-Neto, 2021). A qualidade de sementes pode estar relacionada a muitos fatores incluindo a base genética e as condições ambientais e edáficas durante o desenvolvimento das sementes como fertilidade do solo, temperatura e umidade relativa durante o cultivo, ocorrência de microrganismos e insetos (Kapoor et al., 2011; Ranganathan e Groot, 2023). A deterioração de sementes, que ocorre ao longo do tempo, aumenta a sensibilidade das sementes aos desafios externos e reduz sua capacidade de sobrevivência. É acumulativa, irreversível e conduz a perda de qualidade das sementes, como por exemplo, desenvolvimento inadequado de plântulas (Finch-Savage & Bassel, 2016).

Um dos maiores problemas encontrados pelos produtores de sementes de amendoim é conseguir uma produção qualidade suficiente (germinação superior à 70%) e que apresentem um bom desenvolvimento, garantindo estande de plantas adequado e plântulas com alto desenvolvimento inicial de modo a garantir agressividade na competição por água e nutrientes precocemente. A relação entre massa das sementes e crescimento das plântulas é explicado em parte porque sementes maiores produzem plântulas maiores, o que, por sua vez, têm maior chance de sobrevivência e crescimento (Kandasamy et al., 2020).

Mesmo sendo de fácil adaptabilidade, a cultura do amendoim é muito influenciada pelas condições ambientais, físicas e químicas do solo (Leonel et al., 2007). O amendoim é utilizado, frequentemente, na renovação de canaviais ou reforma de pastagens e muitas vezes a colheita acontece antes que as sementes atinjam a maturidade fisiológica, reduzindo o rendimento e a qualidade fisiológica das mesmas (Barbosa et al., 2014, Okada et al., 2021, Moreno et al., 2023), o que pode ser melhorado com a nutrição adequada, definição de época mais adequada de semeadura e reserva de áreas mais equilibradas quanto à fertilidade para produção de sementes de alta qualidade.

Neste estudo avaliou-se a influência da fertilidade na área de produção de sementes de dois cultivares de amendoim tipo Runner em áreas de primeiro ano de cultivo e com rotação de culturas e das condições ambientais em dois anos de cultivo na massa das sementes produzidas e na eficiência dos parâmetros de crescimento inicial de plântulas na distinção do vigor de sementes.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em áreas comerciais de cultivo de amendoim no município de Regente Feijó-SP em solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura arenosa nas safras 2021/2022 (Ano 1) e 2022/2023 (Ano 2) e utilizando os cultivares tipo Runner IAC OL3 e IAC 503. Foram colhidas amostras em 20 parcelas de cada área (maior e menor fertilidade), anos e cultivares em delineamento inteiramente casualizado. A colheita das sementes se deu quando 70% das vagens estavam no estágio R8 – vagem marrom. As vagens foram secas em estufa com circulação de ar a 35 °C por 48h. Após a separação das sementes de cada parcela estas foram amostradas para quantificação da massa de 100 sementes conforme as Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

O teste de germinação foi realizado com a fração sementes úteis (sementes com largura acima de 0,83 e abaixo de 0,95 cm) e instalado em rolos de papel com 25 sementes por repetição e quatro repetições por parcela. O substrato, constituído de 3 folhas de papel, duas como base e uma para cobertura das sementes, foi umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador tipo Mangelsdorf a 25 °C constante. No sexto dia quantificou-se a porcentagem de plântulas normais com 3 cm ou maiores, as quais foram seccionadas para separação dos eixos hipocótilo-raiz que foram medidos e pesados para obtenção das massas de matéria seca e comprimento. Tanto as massas como o comprimento foram calculados em função das plântulas obtidas (g. plântula^{-1} ; cm. plântula^{-1}) ou em função das sementes utilizadas para obtenção dos comprimentos e massas ($\text{g. total sementes}^{-1}$; $\text{cm. total sementes}^{-1}$).

O estudo estatístico constou de análise de variância, e as médias dos tratamentos experimentais foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa de 100 sementes foi maior nas áreas de maior fertilidade nos dois anos estudados (Figura 1 A) e houve interação entre cultivares e anos de produção. Para os dois cultivares houve maior massa de sementes no ano 1 e os cultivares diferiram apenas no ano 2, com o cultivar IAC OL3 apresentando maior massa de 100 sementes (Figura 1 B). O número de plântulas normais iguais ou acima de 3 cm produzidas foram maiores nas áreas de maior fertilidade (Figura 1 C) e no ano 2 (Figura 1 D).

A massa seca das plântulas germinadas foi maior na área de menor fertilidade para os dois cultivares (Figura 2 A) e houve interação com os cultivares pois o cultivar IAC OL3 apresentou mais plântulas normais na área de menor fertilidade diferindo do cultivar IAC 503 que foi menos resiliente a baixa fertilidade. Em relação ao ano de cultivo se observou que a massa seca por plântula foi maior no ano 1 para os dois cultivares e a interação mostrou que apenas no ano 1 os cultivares diferiram com o cultivar IAC OL3 apresentando plântulas com maior massa (Figura 2 C). Quanto maior a porcentagem de plântulas normais (Figura 1 C e D) a massa média por plântulas fica menor gerando uma distorção quanto a interpretação da qualidade fisiológica das sementes. Analisando-se pela massa total das plântulas dividindo-se pelo total de sementes essa distorção é anulada (Figura 2 B), então a área com maior fertilidade que produziu maior porcentagem de plântulas normais também produziu maior massa seca de plântula por semente.

A massa seca por plântula se mostrou um parâmetro proporcional à massa das sementes e não ao desempenho fisiológico. Esses dados corroboram o explicitado por Mahender; Anandan e Pradhan (2015) e Finch-Savage e Bassel (2016).

A área de maior fertilidade apresentou maior comprimento do eixo hipocótilo-raiz pelo total de sementes (Figura 2 D) e por plântula (Figura 2 E e F). O comprimento do eixo hipocótilo-raiz por plântula também foi significativo para o ano de produção sendo maior para o ano 2 (Figura 2 E) corroborando os outros parâmetros fisiológicos como porcentagem de plântulas normais de 3 cm ou maiores.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados indicaram que a produção de sementes deve privilegiar áreas mais férteis ou com fertilidade construída com correção do solo e adubação e que é dependente das condições climáticas para obtenção de sementes de qualidade. A massa das plântulas que mais se relaciona com os demais indicativos de vigor é a massa de plântulas dividida pelo total de sementes. O parâmetro comprimento, tanto dividido pelas plântulas como pelo total de sementes se relaciona positivamente com o vigor das sementes e assume um papel de destaque porque pode ser facilmente automatizado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao produtor Helder Lamberti pelo apoio na condução dos experimentos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela bolsa de doutorado á Carlos F. S. Cordeiro (processo: 2020/14810-8).

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.

BORÉM, A., MIRANDA, G. V., FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. Oficina de Textos, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009.

FERREIRA DF. Sisvar: Um sistema computacional de análise estatística. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039–1042, 2011.

FINCH-SAVAGE, WE; BASSEL, GW. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation, **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n.3, p.567–591, 2016.

KANDASAMY, S., WEERASURIYA, N., GRITSIUK, D., PATTERSON, G., SALDIAS, S., ALI, S., LAZAROVITS, G. Size variability in seed lot impact seed nutritional balance, seedling vigor, microbial composition and plant performance of common corn hybrids. **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 157, 2020.

KAPOOR, N; ARYA, A; SIDDIQUI, MA; KUMAR, H; AMIR, A. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in aged seeds of rice (*Oryza sativa* L.). **American Journal of Plant Physiology**, v. 6, n.1, p. 28-35, 2011.

LEONEL, CL; FREDDI, OS; BEUTLER, AN; CENTURION, MMPC; CENTURION, JF. Influência da compactação do solo no crescimento radicular e na produtividade do amendoim. **Científica**, v.35, p.51-60, 2007.

MAHENDER, A; ANANDAN, A; & PRADHAN, SK. Early seedling vigour, an imperative trait for direct-seeded rice: an overview on physio-morphological parameters and molecular markers. **Planta**, v.241, p.1027–1050, 2015.

MORENO, L; SANTOS, AF; TUBBS, RS; GREY, TL; MONFORT, WS; LAMB, MC; & PILON, C. Physiological components of seed quality in runner-type peanut during seed formation. **Agronomy Journal**. p.1–13. 2023.

OKADA, MH; OLIVEIRA, GRFD; SARTORI, MMP; CRUSCIOL, CAC; NAKAGAWA, J; & AMARAL DA SILVA, EA. (2021). Acquisition of the physiological quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds during maturation under the influence of the maternal environment. **Plos one**, v.16, n.5, e0250293.

RANGANATHAN, U; GROOT, SPC. **Seed Longevity and Deterioration**. In: DADLANI, M.; YADAVA, D.K. (eds) Seed Science and Technology. Springer, Singapore, 2023.

TABELAS E FIGURAS

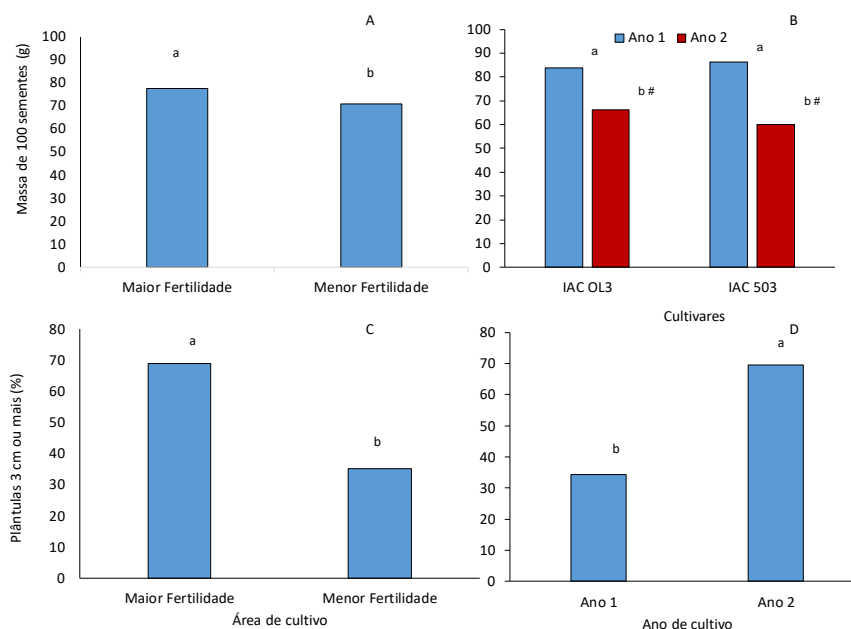


Figura 1. Massa de 100 sementes por área (A) e interação cultivar por ano de cultivo (B). Porcentagem de plântulas maiores que 3 cm por área de cultivo (C) e por ano de cultivo (D). As interações não apresentadas foram não significativas. Barras seguidas de letras minúsculas indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. # indica diferença significativa ($P < 0,05$) entre cultivares dentro do mesmo ano (B).

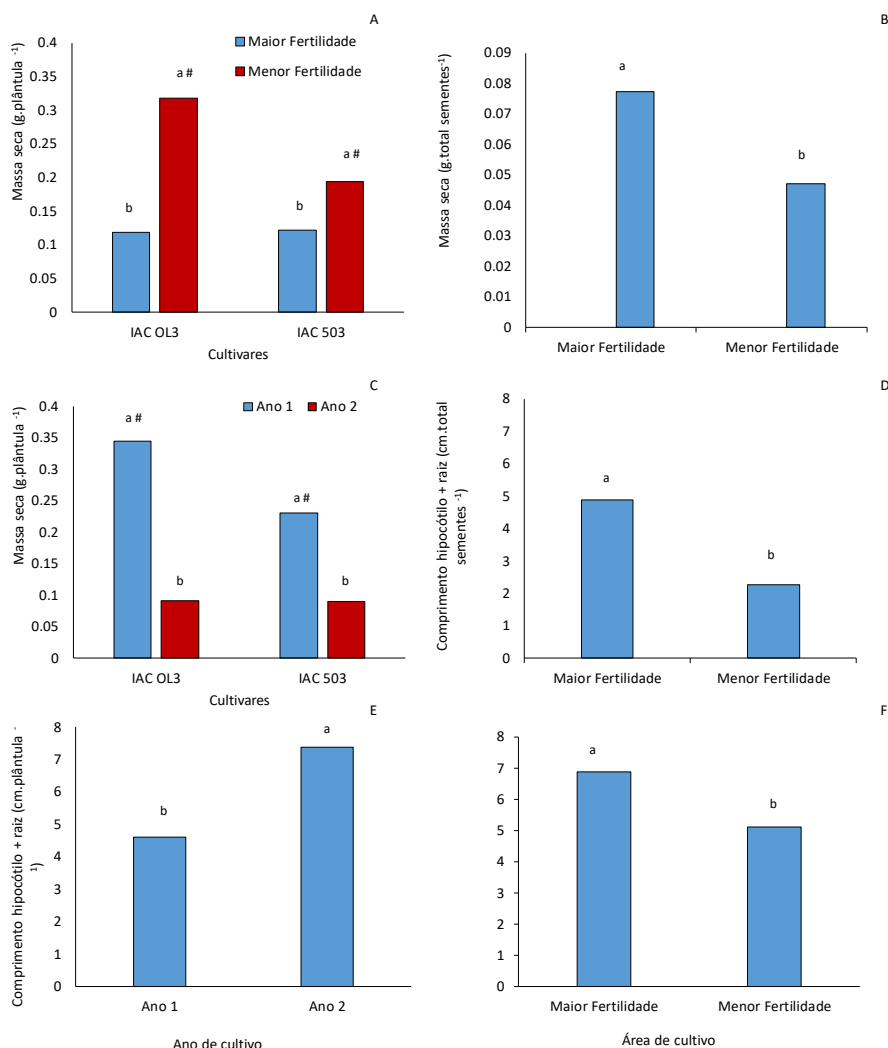


Figura 2. Massa seca em gramas por plântula na interação entre cultivar e área de cultivo (A), Massa seca por total de plântulas por área de cultivo (B), Massa seca em gramas por plântula na interação entre cultivar e ano de cultivo (C). Comprimento de Hipocótilo+raiz por total de sementes (D), Comprimento de Hipocótilo+raiz por plântula por ano cultivo (E) e Comprimento de Hipocótilo+raiz por plântula por área cultivo (F). As interações não apresentadas foram não significativas. Barras seguidas de letras minúsculas indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. # indica diferença significativa ($P < 0,05$) entre cultivares, dentro da mesma área (A) ou dentro do mesmo ano (C).

BIOESTIMULANTE STIMULATE® INFLUENCIA O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE AMENDOIM EM CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO

João Vitor Ferreira Lima Guedes¹, Isabella Santos de Oliveira¹, Fábio Steiner¹ e Jorge González Aguilera¹

Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: jorge.aguilera@uems.br

PROBLEMÁTICA

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma oleaginosa cultivada no Brasil. A composição da semente promove seu maior uso e importância econômica, assim como, se destaca por seu valor nutricional com alto teor de proteínas dos grãos (22 a 30%), tornando-se excelente opção cultivo para diversas regiões produtoras no Brasil (SOUZA et al., 2019).

Nos últimos anos, maior apelo a proteção e conservação do meio ambiente têm promovido a intensificação de políticas públicas e privadas na procura por tecnologias agrícolas sustentáveis que melhorem os sistemas agrícolas brasileiros e otimizem o uso dos recursos naturais (BERETA et al., 2022). Neste contexto, o uso de bioestimulantes pode ser excelente alternativa para melhorar o crescimento inicial de plantas submetidas ao tratamento de sementes. No entanto, poucos estudos avaliaram os efeitos do bioestimulante STIMULATE no desenvolvimento inicial na cultura do amendoim.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O tratamento de sementes (TS) garante a sanidade inicial da semente e seu estabelecimento inicial no campo (WYLOT et al., 2019). Geralmente, usa-se no TS fungicidas e inseticidas no controle de pragas e doenças que acometem a maioria das culturas desde o início de seu ciclo, assim como os bioestimulantes que promovem o desenvolvimento inicial das sementes.

Bioestimulantes são substâncias de crescimento vegetal (auxina, giberelina, citocininas etc.) que podem atuar interferindo em diversos processos fisiológicos e/ou morfológicos (BINSFELD et al. 2014; ALMEIDA; RODRIGUES, 2016; WYLOT et al. 2019). No TS do amendoim o uso de bioestimulante STIMULATE foi descrito por Salles et al. (2019) e Oliveira et al. (2021).

Este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de doses do bioestimulante STIMULATE no tratamento de sementes e a avaliação do crescimento inicial de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense em condições de casa de vegetação.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação na Estação Experimental Agrônoma da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, em Cassilândia (MS). Foram utilizados vasos plásticos com 8 dm³ de capacidade, preenchidos com 7,5 dm³ de solo arenoso classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico – NQo. Após a calagem, o solo foi fertilizado com 20 mg dm⁻³ de N (ureia), 250 mg dm⁻³ de P (superfosfato simples), 100 mg dm⁻³ de K (cloreto de potássio), 15 mg dm⁻³ de S (gesso agrícola) e 1 mg dm⁻³ de Mo (molibdato de amônio).

Os vasos foram dispostos no delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 × 4, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo uso de duas cultivares de amendoim [IAC Tatu ST (porte ereto) e Runner IAC 886 (porte rasteiro)] e o TS com quatro tratamentos de bioestimulante

STIMULATE nas sementes [controle (sem bioestimulante) e três doses diferentes (10, 20 e 30 mL kg⁻¹ de sementes)]. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso contendo cinco plantas, perfazendo um total de 24 vasos.

Foram semeadas 10 sementes por vaso, e após a estabilização da emergência das plântulas, realizou-se a avaliação de cinco plantas e logo realizado o desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso. O teor de água do solo foi monitorado diariamente e mantido próximo da capacidade de retenção de água com irrigações diárias pelo sistema de microaspersão.

Aos 21 dias após a semeadura, quando estabilizada a germinação foi avaliada a altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC); número de hastes (NH); e crescimento da raiz principal (CR). A altura e o comprimento foram mesurados com auxílio de uma régua milimetrada, e o diâmetro com um paquímetro.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias quando diferentes foram comparadas pelo teste Scott-Knott ao 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico RBio (BHERING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento das sementes com o bioestimulante STIMULATE em duas cultivares de amendoim resultou em efeito significativo ($p > 0,05$) na interação entre os dois fatores avaliados na variável NH e CR (Tabela 1). As diferentes doses de STIMULATE empregadas promoveram diferenças significativas na AP (Figura 1B) com destaque para a dose de 30 mL kg⁻¹ de sementes que se diferenciou dos demais tratamentos com 69%, 28% e 51% de incremento em relação ao tratamento 0, 10 e 20 mL kg⁻¹, respectivamente. O DC não foi influenciado pelas doses de STIMULATE (Figura 1B). Quando comparadas as cultivares Runner IAC 886 e IAC Tatu ST nenhuma das variáveis [AP (Figura 1C) e DC (Figura 1D)] manifestou diferenças significativas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

A Tabela 2 mostra a interação obtida ao avaliar os dois fatores avaliados (Doses x Cultivares) na variável NH e CR. Quando observada a comparação dentre cada uma das doses testadas para NP, apenas a doses de 20 mL kg⁻¹ de sementes manifestou diferenças entre as cultivares pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$), com a cultivar IAC Tatu ST com os maiores valores com 5,57 hastes por planta em relação a 2,22 hastes por planta na cultivar Runner IAC 886 (Tabela 2). Nas outras doses de 0, 10 e 30 mL kg⁻¹ de sementes não se manifestaram diferenças entre as cultivares. Dentre dessa mesma variável NH, ao comparar o efeito dentre de cada uma das cultivares em relação as doses aplicadas de STIMULATE, observa-se que na cultivar Runner IAC 886 as diferentes doses não se diferenciam, na Tatu as duas doses maiores (20 e 30 mL Kg⁻¹ sementes) foram as superiores com valores de 5,75 hastes e 4,0 hastes por planta, respectivamente (Tabela 2).

Para a variável CR quando consideradas as cultivares dentre de cada dose aplicada no TS observou-se diferenças estatísticas entre as cultivares quando tratadas com a doses controle e na dose de 30 mL kg⁻¹ de sementes (Tabela 2), com destaque para a cultivar IAC Tatu ST que em ambas as doses expressou os maiores valores de CR com 10,0 cm e 10,5 cm respectivamente. Quando considerada a comparação dentre de cada uma das cultivares em relação as doses empregadas, observa-se que na cultivar Runner IAC 886 os maiores valores de CR foram obtidos no controle e na dose 10 mL kg⁻¹ de sementes diferenciando-se dos demais tratamentos (Tabela 2). Na cultivar IAC Tatu ST o tratamento de 20 mL kg⁻¹ de sementes foi o que manifestou as maiores medias diferenciando-se dos outros três tratamentos empregados na TS.

O efeito do biostimulante foi contatado e teve uma resposta diferencial quanto a cultivares, entretanto, a cultivar Runner IAC 886 foi menos responsiva a este TS em relação a cultivar IAC Tatu ST, nesta última, as doses promoveram o melhor desempenho em relação ao controle empregado com destaque para a doses de 20 mL kg⁻¹ sementes (Tabela 2). Bioestimulantes tem sido empregado por

Oliveira et al. (2021) no amendoim e por Wylot et al. (2019) no feijão e constatado aumento do desempenho inicial das plântulas promovido pela composição que eles apresentam, facilitando assim o estabelecimento inicial dessas culturas. Salles et al. (2019) ao avaliar o uso do STIMULATE verificaram que o bioestimulante não melhora o crescimento inicial das plantas de amendoim, resultado que se diferencia do obtido na presente pesquisa, onde verificamos que nas condições de casa de vegetação as doses do bioestimulante promoveram variação nas variáveis avaliadas em duas cultivares diferentes.

O emprego de duas cultivares contrastantes (hábito rasteiro e ereto) evidencia que as respostas são diferentes e que as diferentes doses crescentes do bioestimulante promoveram um melhor desempenho da cultura.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação de doses do bioestimulante STIMULATE no tratamento de sementes estimula o crescimento inicial das cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense em condições de casa de vegetação, e pode ser uma alternativa eficiente para estimular o desenvolvimento de plântulas de amendoim.

LITERATURA CITADA

ALMEIDA, G. M.; RODRIGUES, J. G. L. Desenvolvimento de plantas através da interferência de auxinas, citocininas, etileno e giberelinas. **Applied Research & Agrotechology**, v. 9, n. 3, p. 111-117, 2016.

BERETA, S. F.; ROSA, E. F. F.; KASEKER, J. F.; NOHATTO, M. A.; LUZ, S. Coinoculação de produtos biológicos na cultura do amendoim. **Agrarian**, v.15, n.55, e15717, 2022.

BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017.

BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.

OLIVEIRA, E. R., PEIXOTO, C. P., ALMEIDA, A. T., COSTA, J. A., VIEIRA, E. L., CUNHA, D. O., DA SILVA PEREIRA, V. Crescimento inicial de plantas de amendoim oriundas de sementes tratadas com bioativador e bioestimulante. **South American Sciences**, v. 2, n. 1, e21110-e21110, 2021.

SALLES, J. S., DA SILVA OLIVEIRA, C. E., ABAKER, J. E. P., FERREIRA, T. S., ZOZ, T. Bioestimulante pode melhorar o crescimento inicial do amendoim quando semeados em diferentes profundidades?. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 156-171, 2019.

SOUZA, F. E. C.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; FREIRE, M. H. C.; LUZ, L. N.; SILVA, F. D. B. Produtividade de diferentes genótipos de amendoim submetidos a diferentes formas de adubação. **Nativa**, v.7, n.4, p. 383-388, 2019.

WYLOT, E., RAMOS, R. F., DE MELLO, A. M., SOBUCKI, L., DOSSIN, M. F., PAVANELO, A. M. Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. submetidas a diferentes tratamentos com bioestimulante. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 22, n. 1, p. 121-130, 2019.

Tabela 1. Resumo da ANOVA de variáveis obtidas ao avaliar plântulas de amendoim submetidas a diferentes doses do bioestimulante STIMULATE no tratamento de sementes em duas cultivares.

FV	GL	AP ¹ (cm)	DC (mm)	NH (unidade)	CR (cm)
Doses (D)	3	43,32 **	0,19 ^{NS}	5,79 ^{NS}	9,73 **
Cultivar (C)	1	22,25 ^{NS}	0,19 ^{NS}	4,66 ^{NS}	46,26 ***
D x C	3	5,37 ^{NS}	0,40 ^{NS}	7,78 *	5,47 *
CV (%)		27,56	23,48	19,73	49,12

¹AP, altura da planta; DC, diâmetro do caule; NP, número de hastes; CR, crescimento da raiz principal; GERM21, germinação aos 21 dias após a semeadura. CV, coeficiente de variação.

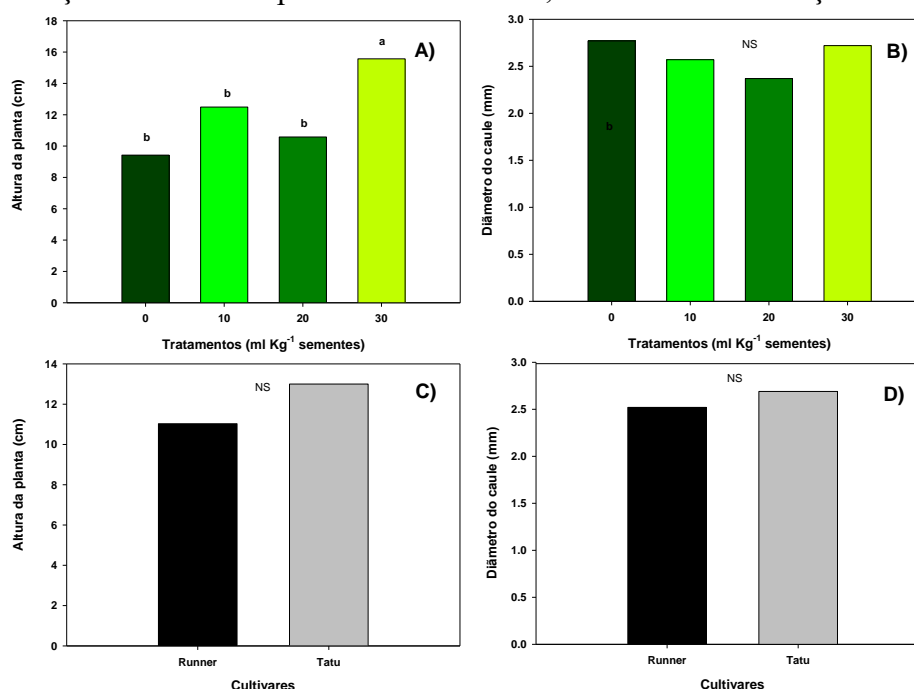


Figura 1. Comparação de médias obtida nas variáveis altura da planta (A, D), número de hastes (B, E) e crescimento da raiz principal (C, F), quando aplicado doses do bioestimulante STIMULATE (A, B, C) em duas cultivares (D, E, F). NS e letras diferentes minúsculas nas barras coloridas significa ausência e presença de diferenças estatísticas pelo teste de Scott-Knott ao 5% entre os tratamentos, respectivamente.

Tabela 2. Interação na comparação de médias obtidas ao avaliar número de hastes (NH) e comprimento da raiz principal (CR) em plântulas de amendoim submetidas a diferentes doses do bioestimulante STIMULATE no tratamento de sementes em duas cultivares.

Doses (mL kg ⁻¹ de sementes)	NH (unidade)		CR (cm)	
	Runner 886	IAC Tatu ST	Runner 886	IAC Tatu ST
0	3,06 Aa	1,72 Ab	7,55 Ba	10,00 Aa
10	2,00 Aa	1,33 Ab	8,67 Aa	10,50 Aa
20	2,22 Ba	5,75 Aa	6,00 Ab	7,28 Ab
30	2,00 Aa	4,00 Aa	5,00 Bb	10,55 Aa

Letras diferentes minúsculas na coluna e maiúsculas na linha significa diferenças estatísticas pelo teste de Scott-Knott ao 5%.

COINOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium* E *Azospirillum* PROMOVE MAIOR TOLERÂNCIA À DEFICIÊNCIA HÍDRICA EM PLANTAS DE AMENDOIM

Ana Carolina Vidal do Nascimento¹, Jorge González Aguilera¹ e Fábio Steiner¹

Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

PROBLEMÁTICA

Em todo o ciclo de vida, as plantas estão sujeitas a condições adversas, constituindo o que na ecofisiologia vegetal é denominado de estresse. São múltiplos os fatores causadores de estresse nos vegetais, afetando o desenvolvimento e a produção das culturas. Em condições adversas, a planta desvia parte de seu metabolismo para se adaptar ou sobreviver ao fator limitante, das mais variadas formas, em detrimento da produção, pois parte da energia é desviada para esse processo (TAIZ et al., 2017).

A baixa disponibilidade de água do solo é importante fator ambiental que pode limitar o crescimento e a produtividade da cultura do amendoim. Os efeitos da deficiência hídrica são variáveis em função da sua intensidade (duração da restrição hídrica: veranico ou seca prolongada), da velocidade de exposição do estresse e do estágio de desenvolvimento da planta em que a restrição hídrica ocorre (PIMENTEL, 2004). A redução na condutância estomática afeta uma série de interações entre a planta e o ambiente, isso porque os estômatos são os pontos de controle de vapor d'água e balanço de energia entre o vegetal e o ambiente. Embora a redução na taxa de perda de água possa representar vantagem imediata para prevenir a desidratação do tecido vegetal, ela, no entanto, pode afetar diretamente o balanço de calor sensível sobre o vegetal, e, ainda, a absorção de CO₂, e a taxa fotossintética (TAIZ et al., 2017).

As perdas de produtividade da cultura do amendoim em decorrência da restrição hídrica tem sido frequentes e podem atingir até 60-70% da produção, especialmente quando o amendoim é cultivado em solos arenosos, que possuem menor capacidade de retenção de água e, portanto, são mais suscetíveis à deficiência hídrica. Entretanto, pesquisas que buscam atenuar os efeitos adversos da deficiência hídrica sobre o crescimento e produção das culturas agrícolas são de grande importância para suprir as demandas de alimentos crescentes para a população mundial.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Técnicas biotecnológicas têm sido utilizadas na agricultura moderna para melhorar o desempenho das plantas em condições estressantes (SILVA et al., 2019). As bactérias encontradas na região da rizosfera (rizobactérias) podem promover o crescimento das plantas por diversos mecanismos de interação (FUKAMI et al., 2018). A inoculação de *Azospirillum brasilense* pode estimular o crescimento das plantas leguminosas por diversas maneiras, sendo as mais relevantes: capacidade de fixação biológica de nitrogênio, aumento na atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas, produção de hormônios vegetais como auxinas, citocininas e giberelina, solubilização de fosfato (HUNGRIA & NOGUEIRA, 2013; RODRIGUEZ et al., 2004; FUKAMI et al., 2018). Além disso, as rizobactérias podem atenuar os efeitos prejudiciais da deficiência hídrica através da modificação de reações químicas e bioquímicas, no interior da planta ou na rizosfera, alterando a fisiologia do vegetal e promovendo a tolerância à seca (DIMKPA et al., 2009). Santos et al. (2017) verificaram que a coinoculação das sementes de amendoim com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* melhorou a nodulação e a produção de matéria seca das plantas. No entanto, ainda permanece desconhecido os efeitos da coinoculação de *B. japonicum* e *A. brasilense* sobre a tolerância do amendoim à deficiência hídrica.

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inoculação e da coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* no crescimento e na indução da tolerância à deficiência hídrica em plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, em Cassilândia (MS). Durante o experimento, as condições ambientais no interior da casa de vegetação foram: temperatura média do ar de 26 °C (± 2 °C), umidade relativa do ar de 68% (± 6 %). Foram utilizados vasos plásticos com 12 L de capacidade, preenchidos com 15 kg de solo arenoso classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico – NQo. Após a calagem, o solo foi fertilizado com 40 mg kg⁻¹ de N (ureia), 300 mg kg⁻¹ de P (superfosfato simples), 150 mg kg⁻¹ de K (cloreto de potássio) e 15 mg kg⁻¹ de S (gesso agrícola).

Os vasos foram dispostos no delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3 × 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por três níveis de regime de irrigação [100% da capacidade de retenção de água (controle), 50% do controle (estresse moderado) e 25% do controle (estresse severo)] e por quatro tratamentos de inoculação das sementes [controle (sem inoculação); inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*; inoculação com *Azospirillum brasilense*; e, coinoculação com *B. japonicum* + *A. brasilense*]. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso contendo duas plantas, perfazendo um total de 48 vasos.

A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* foi realizada com o inoculante líquido Simbiose Nod Soja[®] (Simbiose: Agrotecnologia Biológica) contendo as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 (concentração mínima de 7,2 x 10⁹ células viáveis por mL), na dose de 3 mL kg⁻¹ de semente. Para a inoculação com *Azospirillum brasilense* foi utilizado o inoculante líquido AzoTotal[®] (Total Biotecnologia) que contém as estirpes AbV5 e AbV6 (concentração mínima de 2,0 x 10⁸ células viáveis por mL), na dose de 3 mL kg⁻¹ de semente. A coinoculação foi realizada misturando as duas rizobactérias, nas mesmas proporções utilizadas quando inoculadas isoladamente, ou seja, 3 mL do inoculante contendo *B. japonicum* + 3 mL de inoculante contendo *A. brasilense* para cada quilograma de sementes de amendoim.

Foram semeadas oito sementes de amendoim cv. RUNNER IAC 886 por vaso, e após o desbaste foram deixadas duas plantas por vaso. Até os 35 dias após a emergência das plantas, todos os tratamentos foram irrigados para manter a umidade do solo em 100% da capacidade de retenção de água. Posteriormente, a imposição da restrição hídrica (50% e 25% da capacidade de retenção de água do solo) foi realizada por 18 dias.

Após 18 dias de exposição das plantas às condições de restrição hídrica foram determinadas a altura de planta, área foliar, volume radicular, matéria seca da parte aérea e das raízes. A matéria seca da parte aérea (folhas e hastes) e das raízes foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação de ar forçada com temperatura de 65 °C ($\pm 2,0$ °C) até obter massa constante e, então, pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância, e as médias foram comparadas pelo teste t (LSD), ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o software estatístico Sisvar versão 5.6 para Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância reportaram efeitos significativos ($p < 0,05$) para a interação entre os fatores inoculação e níveis de deficiência hídrica para todas as características morfológicas, exceto para altura de planta (Tabelas 1). A inoculação das sementes com *B. japonicum* e *A. brasilense* de

forma isolada resultou na maior altura das plantas. Segundo Fukami et al. (2018), a bactéria *Azospirillum* possui a capacidade de produzir hormônios vegetais que promove o crescimento dos vegetais, tais como o ácido indol-3-acético (IAA).

A área foliar sob condições controle foi significativamente maior com a coinoculação de *B. japonicum* e *A. brasilense* e nas plantas não inoculadas, ao passo que sob deficiência hídrica moderada e severa os maiores valores de área foliar foram obtidos apenas com o uso combinado de *B. japonicum* e *A. brasilense* (Tabela 1). A inoculação combinada de *B. japonicum* e *A. brasilense* resultou em maior produção de massa seca da parte aérea, independentemente das condições de disponibilidade de água (Tabela 1). De maneira geral, esses resultados sugerem que a coinoculação de *B. japonicum* e *A. brasilense* levou ao aumento do crescimento de plantas de amendoim, resultando em maior área foliar e maior produção de matéria seca das plantas de amendoim (Tabela 1).

Em condições de controle, o volume radicular foi maior nas plantas coinoculadas e não inoculadas, enquanto a maior matéria seca das raízes foi obtida nas plantas não inoculadas (Tabela 1). O crescimento das raízes sob deficiência hídrica moderada não foi significativamente afetado ($p > 0,05$) pela inoculação ou não inoculação das plantas (Tabelas 1). No entanto, a inoculação de *A. brasilense* isolada ou combinada com *B. japonicum* sob deficiência hídrica severa resultou no maior volume radicular e matéria seca das raízes, sugerindo que o crescimento radicular foi aumentado pelo uso de *Azospirillum* (Tabela 1). As rizobactérias podem promover o crescimento de plantas através da produção de hormônios vegetais, principalmente ácido indol-3-acético (IAA), que pode ajudar as plantas a superar os estresses ambientais, induzindo a formação de raízes laterais e aumento do crescimento das raízes (VURUKONDA et al., 2016).

APLICAÇÃO PRÁTICA

As plantas de amendoim (co)inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* possuem maior tolerância aos efeitos adversos da deficiência hídrica, com maior área foliar e maior produção de matéria seca da parte aérea quando submetidas aos níveis de restrição hídrica moderada e severa.

LITERATURA CITADA

DIMKPA, C.; WEINAND, T.; ASCH, F. Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. **Plant, Cell and Environment**, v.32, p.1682–1694, 2009.

FUKAMI, J.; CERZINI, P.; HUNGRIA, M. *Azospirillum*: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. **AMB Express**, v. 8, n. 73, p. 1-12, 2018.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Efeitos da co-inoculação. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 170, n. 1, p. 40-41, 2013.

PIMENTEL, C. **A relação da água com a planta**. Seropédica, Rio de Janeiro. EDUR, 2004. 192p.

RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, T.; GOIRE, I.; BASHAN, Y. Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* spp. **Naturwissenschaften**, v. 91, p. 552-555, 2004.

SANTOS, D. M. S.; BUSH, A.; SILVA, E. R.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F. Bactérias fixadoras de nitrogênio e molibdênio no cultivo do amendoim em solo do Cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n.1, p. 84-92, 2017.

SILVA, E. R.; ZOZ, J.; OLIVEIRA, C. E. S.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F.; ZOZ, T. & VENDRUSCOLO, E. P. Can co-inoculation of *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* alleviate adverse

effects of drought stress on soybean (*Glycine max* L. Merrill.)? **Archives of Microbiology**, v. 201, n. 3, p. 325-335, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento** vegetal. Porto Alegre: Artmed., 2017. 685p.

VURUKONDA, S. S. K. P.; VARDHARAJULA, S.; SHRIVASTAVA, M.; SKZ, A. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. **Microbiological Research**, v. 184, p. 13-24, 2016.

Tabela 1. Efeito da (co)inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e dos níveis de deficiência hídrica na altura de planta, área foliar, volume radicular e matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de amendoim cv. RUNNER IAC 886 após 18 dias de exposição das plantas à deficiência hídrica

Inoculação das sementes	Nível de deficiência hídrica			Média
	Controle (100% CC)	Moderada (50% CC)	Severa (25% CC)	
Altura de planta (cm)				
Controle	54,2	49,7	40,2	48,0 b
<i>B. japonicum</i>	56,0	49,5	43,5	49,7 a
<i>A. brasilense</i>	55,2	49,7	42,0	48,9 ab
<i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i>	53,3	47,7	42,3	47,8 b
Média	54,7 A	49,1 B	42,0 C	
Área foliar (dm ²)				
Controle	2,41 abA	1,66 cB	1,35 cC	1,80
<i>B. japonicum</i>	2,28 bcA	1,93 bB	1,46 bcC	1,89
<i>A. brasilense</i>	2,22 cA	1,71 cB	1,57 abB	1,83
<i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i>	2,52 aA	2,09 aB	1,60 aC	2,07
Média	2,36	1,85	1,49	
Volume radicular (cm ³ planta ⁻¹)				
Controle	38,5 abA	31,7 abB	23,7 bcC	31,3
<i>B. japonicum</i>	30,4 cA	31,0 abA	27,6 abA	29,7
<i>A. brasilense</i>	33,4 bcA	35,8 aA	30,8 aA	33,4
<i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i>	42,7 aA	28,2 bB	26,2 abB	32,4
Média	36,3	31,7	27,1	
Matéria seca da parte aérea (g/planta)				
Controle	13,70 abA	8,30 bB	6,40 bcC	9,47
<i>B. japonicum</i>	13,43 bA	10,10 aB	6,38 bcC	9,96
<i>A. brasilense</i>	11,80 cA	9,02 bB	7,33 aC	9,38
<i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i>	14,62 aA	10,51 aB	6,79 abC	10,70
Média	13,39	9,48	6,77	
Matéria seca das raízes (g/planta)				
Controle	5,94 aA	3,99 aB	3,11 bcC	4,34
<i>B. japonicum</i>	4,80 bA	3,74 aB	3,13 bcC	3,89
<i>A. brasilense</i>	4,80 bA	4,04 aB	3,83 aB	4,22
<i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i>	5,09 bA	3,83 aB	3,70 aB	4,21
Média	5,16	3,90	3,44	

Média seguida pela mesma letra minúscula, na coluna ou mesma letra maiúscula, na linha não diferem entre si pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

EFEITO DO BIOESTIMULANTE SEED+ NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE AMENDOIM

Isabella Santos de Oliveira¹, João Vitor Ferreira Lima Guedes¹, Fábio Steiner¹ e Jorge González Aguilera¹

Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: isaoliveiraahh0502@gmail.com, joaovitorflguedes@gmail.com, steiner@uems.br, jorge.aguilera@uems.br

PROBLEMÁTICA

No Brasil, o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma das principais culturas oleaginosas cultivadas (SOUZA et al., 2019), especialmente devido à sua importância econômica e seu valor nutricional com alto teor de proteínas dos grãos (22 a 30%), tornando-se excelente opção cultivo para a rotação de culturas na região do Cerrado (SOUZA et al., 2019).

Nos últimos anos, tem-se intensificado a busca por tecnologias biológicas e práticas agrícolas sustentáveis que melhorem os sistemas agrícolas brasileiros e otimizem o uso dos recursos naturais (BERETA et al., 2022). Neste contexto, o uso de bioestimulantes no tratamento das sementes pode ser excelente alternativa para melhorar o crescimento inicial das plantas. No entanto, são escassos os estudos que avaliaram os efeitos do bioestimulante Seed+ no desenvolvimento inicial na cultura do amendoim.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Dentre as práticas que contribuem para o adequado estabelecimento inicial das plantas no campo está o tratamento de sementes (TS), que garante a sanidade inicial da semente e seu estabelecimento (WYLOT et al. 2019). Geralmente, usa-se no TS fungicidas e inseticidas no controle de pragas e doenças que acometem a maioria das culturas desde o início de seu ciclo.

No amendoim, o TS é realizado principalmente com o objetivo de proteger a planta, entretanto, o uso de bioestimulantes é ainda escasso. Bioestimulantes são substâncias de crescimento vegetal (auxina, giberelina, citocininas etc.) que podem atuar interferindo em diversos processos fisiológicos e/ou morfológicos (BINSFELD et al. 2014; ALMEIDA, RODRIGUES, 2016; WYLOT et al. 2019).

No TS o uso de bioestimulante pode influenciar o crescimento radicular, porcentagem e velocidade de germinação (BEZERRA et al., 2015; WYLOT et al. 2019). A germinação uniforme é desejável, pois diminui o tempo em que as sementes estarão expostas às condições adversas do solo, aumentando as chances de sucesso no estabelecimento inicial da cultura (ALVES et al, 20,14; WYLOT et al. 2019).

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de doses do bioestimulante SEED+ no tratamento de sementes e a avaliação do crescimento inicial de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense em condições de casa de vegetação.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, em Cassilândia (MS). Foram utilizados vasos plásticos com 8 dm³ de capacidade, preenchidos com 7,5 dm³ de solo arenoso classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico – NQo. Após a calagem, o solo foi

fertilizado com 20 mg dm^{-3} de N (ureia), 250 mg dm^{-3} de P (superfosfato simples), 100 mg dm^{-3} de K (cloreto de potássio), 15 mg dm^{-3} de S (gesso agrícola) e 1 mg dm^{-3} de Mo (molibdato de amônio).

Os vasos foram dispostos no delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2×4 , com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo uso de duas cultivares de amendoim [IAC Tatu ST (porte ereto) e Runner IAC 886 (porte rasteiro)] e pela aplicação de quatro tratamentos do bioestimulante Seed+ nas sementes [controle (sem bioestimulante) e três doses de Seed+ ($3, 6$ e 9 mL kg^{-1} de sementes)]. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso contendo cinco plantas, perfazendo um total de 24 vasos.

Foram semeadas 10 sementes por vaso, e após a estabilização da emergência das plântulas, realizou-se a avaliação de cinco plantas e logo realizado o desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso. O teor de água do solo foi monitorado diariamente e mantido próximo da capacidade de retenção de água com irrigações diárias pelo sistema de microaspersão.

Aos 21 dias após a semeadura, quando estabilizada a emergência das plântulas, foram avaliadas a altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC); número de hastes (NH); e crescimento da raiz principal (CR). A altura e o comprimento foram mesurados com auxílio de uma régua milimetrada, e o diâmetro com um paquímetro.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias quando diferentes foram comparadas pelo teste Tukey ao 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico RBio (BHERING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento das sementes com o bioestimulante SEED+ em duas cultivares de amendoim resultou em efeito significativo ($p > 0,05$) na interação entre os dois fatores avaliados apenas para o diâmetro do caule (Tabela 1). As diferentes doses de SEED+ empregadas promoveram diferenças significativas no número de hastes por planta (Figura 1B) com destaque para a dose de 9 mL kg^{-1} de sementes, com 3,11 hastes por planta. Quando comparadas as cultivares apenas a variável altura da planta (Figura 1D) manifestou diferenças significativas pelo teste Tukey ($p < 0,05$), com destaque para a cultivar IAC Tatu ST com 75% a mais de altura em relação a Runner IAC 886. A Tabela 2 mostra a interação obtida ao avaliar os dois fatores avaliados (Doses x Cultivares) na variável DC. Quando observada a comparação dentre cada uma das doses testadas, as doses 0 (controle sem aplicação de bioestimulante) as cultivares se diferenciaram pelo teste Tukey ($p < 0,05$), com a cultivar Runner manifestando os maiores valores com 3,07 mm em relação a 2,41 mm da Tatu. A doses de 6 mL kg^{-1} de sementes promoveu diferenças entre as cultivares, com um maior efeito na cultivar IAC Tatu ST (3,57 mm) (Tabela 2). Já nas doses de 3 e 9 mL kg^{-1} de sementes não se manifestaram diferenças entre as cultivares.

Quando feito a comparação dentre de cada uma das cultivares em relação as doses aplicadas de SEED+ observa-se que na cultivar Runner IAC 886 os maiores valores de DC foram obtidos nos tratamentos 0, 3 e 9 mL kg^{-1} de sementes que não se diferenciaram entre eles (Tabela 2). Na cultivar IAC Tatu ST observou-se que todos os tratamentos com bioestimulante SEED+ não se diferenciaram entre eles (Tukey, $p < 0,05$) e foram diferentes ao controle (doses 0) (Tabela 2).

O efeito do bioestimulante foi contatado e teve resposta diferencial quanto a cultivares, entretanto, a cultivar Runner IAC 886 foi menos responsiva a este TS em relação a cultivar IAC Tatu ST, nesta última, as doses promoveram o melhor desempenho em relação ao controle empregado (Tabela 2). Bioestimulantes tem sido empregados por BEZERRA et al. (2015) no amendoim e por WYLOT et al. (2019) no feijão, e contatado aumento do desempenho inicial das plântulas promovido pela composição que eles apresentam facilitando assim o estabelecimento inicial dessas culturas.

O emprego de duas cultivares contrastantes (hábito rasteiro e ereto) evidencia que as respostas são diferentes e que as diferentes doses crescentes do bioestimulante promoveram melhor desempenho da cultura.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação de doses do bioestimulante SEED+ no tratamento de sementes estimula o crescimento inicial das cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense em condições de casa de vegetação, e pode ser uma alternativa eficiente para estimular o desenvolvimento de plântulas de amendoim.

LITERATURA CITADA

ALMEIDA, G. M.; RODRIGUES, J. G. L. Desenvolvimento de plantas através da interferência de auxinas, citocininas, etileno e giberelinas. **Applied Research & Agrotechology**, v. 9, n. 3, p. 111-117, 2016.

BERETA, S. F.; ROSA, E. F. F.; KASEKER, J. F.; NOHATTO, M. A.; LUZ, S. Coinoculação de produtos biológicos na cultura do amendoim. **Agrarian**, v.15, n.55, e15717, 2022.

BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017.

BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.

SOUZA, F. E. C.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; FREIRE, M. H. C.; LUZ, L. N.; SILVA, F. D. B. Produtividade de diferentes genótipos de amendoim submetidos a diferentes formas de adubação. **Nativa**, v.7, n.4, p. 383-388, 2019.

WYLOT, E., RAMOS, R. F., DE MELLO, A. M., SOBUCKI, L., DOSSIN, M. F., PAVANELO, A. M. Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. submetidas a diferentes tratamentos com bioestimulante. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 22, n. 1, p. 121-130, 2019.

Tabela 1. Resumo da ANOVA de variáveis obtidas ao avaliar plântulas de amendoim submetidas a diferentes doses do biostimulante SEED+ no tratamento de sementes em duas cultivares.

FV	GL	AP ¹	DC	NH	CR
Doses (D)	3	7,10 ^{NS}	1,28 ^{NS}	6,04 **	55,09 ^{NS}
Cultivar (C)	1	139,35 **	1,69 **	0,007 ^{NS}	19,20 ^{NS}
D x C	3	67,37 ^{NS}	7,70 ***	1,61 ^{NS}	4,76 ^{NS}
CV (%)		27,58	14,19	24,32	40,83

¹AP, altura da planta; DC, diâmetro do caule; NH, número de hastes; CR, crescimento da raiz principal. CV, coeficiente de variação.

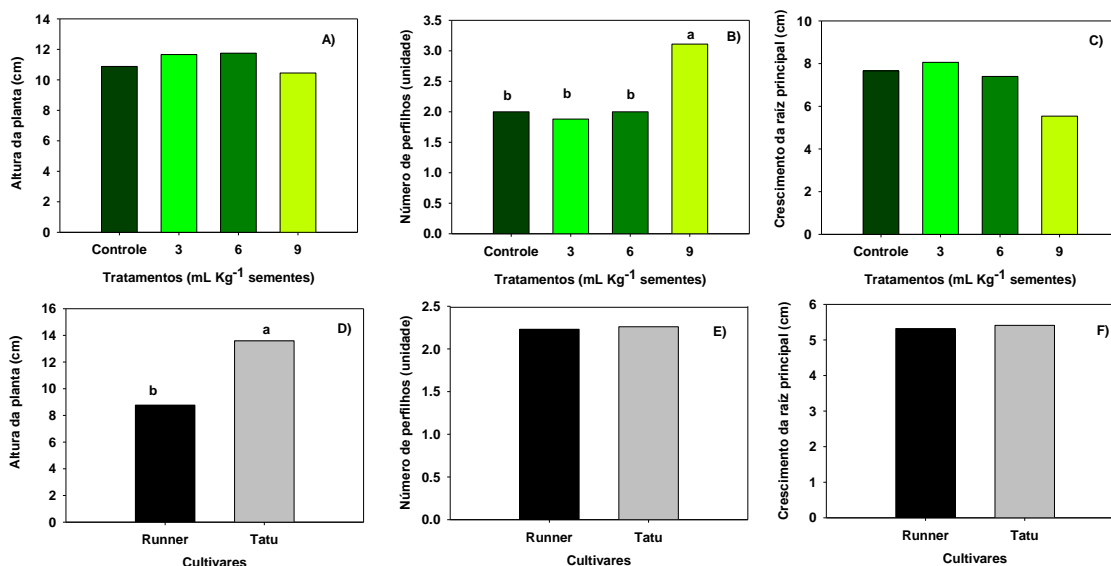


Figura 1. Comparação de médias obtida nas variáveis altura da planta (A, D), número de perfilhos (B, E) e crescimento da raiz principal (C, F), quando aplicado doses do biostimulante SEED+ (A, B, C) em duas cultivares (D, E, F). Letras diferentes minúsculas nas barras coloridas significa diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ao 5% entre os tratamentos.

Tabela 2. Interação na comparação de médias obtidas ao avaliar plântulas de amendoim submetidas a diferentes doses do biostimulante SEED+ no tratamento de sementes em duas cultivares.

Doses (mL Kg ⁻¹ sementes)	DC ¹ (mm)	
	Runner IAC 886	IAC Tatu ST
0	3,07 Aa	2,41 Bb
3	2,45 Aa	2,38 Ab
6	1,20 Bb	3,57 Aa
9	2,70 Aa	3,18 Aab

¹DC, diâmetro do caule. Letras diferentes minúsculas na coluna e maiúsculas na linha significa diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ao 5%.

FERTILIZAÇÃO COM ENXOFRE E BORO VIA SOLO MELHORA A PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM CULTIVADO EM SOLOS ARENOSOS

Caio Augusto Bais¹; Carlos Felipe dos Santos Cordeiro²; Gilmar Santos Martins Junior¹; Gian Lucas Bresqui Andrade¹; Antonio Cesar Padovan¹; Adenilson José de Souza¹; Leonardo Vesco Galdi¹; & Fábio Rafael Echer¹

¹Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Campus de Presidente Prudente – fabioecher@unoeste.br

²Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu – cordeirocfs@gmail.com

PROBLEMÁTICA

O boro (B) e o enxofre (S) são dois nutrientes essenciais às plantas, e solos arenosos normalmente possuem baixos teores de ambos, o que demanda reposição via adubação para exploração do potencial de cultivo. A peculiaridade desses nutrientes é que possuem alto potencial de lixiviação, pois o boro não forma cargas no solo e o enxofre na forma aniônica SO_4^{2-} , o que limita ou impede sua ligação com os minerais de argila e com a matéria orgânica do solo. Entretanto ainda não se qual é a dose adequada desses nutrientes para o amendoim, e se há vantagens da aplicação via solo desses dois nutrientes de forma associada.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O S é um macronutriente que atua principalmente na biossíntese de aminoácidos, ou seja, é importante para formação das proteínas, além de atuar no processo fotossintético da planta e fixação biológica de nitrogênio (Poisson et al., 2019). Entre as culturas cultivadas nos trópicos o amendoim é uma das mais exigentes em S (Marschner, 1995). Lavouras de alta produtividade de amendoim no Brasil absorvem em torno de 22 kg ha⁻¹ de S e exportam cerca de 12 kg ha⁻¹ (Cordeiro et al., 2023). Na literatura internacional foi reportado produtividade máxima do amendoim com aplicação entre 30 e 40 kg ha⁻¹ de S, via sulfato de amônio, porém essas lavouras atingiram produtividades máximas de 3,8 t ha⁻¹ de amendoim em casca (Hoang et al., 2020). Atualmente no Brasil as cultivares modernas tipo *runner* têm produtividades entre 6 e 7 t ha⁻¹ de amendoim em casca (Bassanezi et al., 2021), ou seja, possivelmente a máxima produtividade pode ser obtida com dose superior ao que foi reportado na literatura internacional. Além disso, quando se utiliza enxofre elementar deve-se considerar a taxa de oxidação do S, que pode ser menor em solos arenosos.

A deficiência de B no amendoim causa deformidades na formação dos cotilédones, levando a ocorrência do coração oco nas sementes, o que reduz sua qualidade e a produtividade (Harris e Brolmann, 1966; Rerkasem et al., 1993; Cordeiro et al., 2024). Por outro lado, a nutrição adequada com B melhora a absorção de nitrogênio e cálcio pelo amendoim, além de aumentar o número de vagens, produtividade e rendimento de grãos (Mantovani et al., 2013), reflexo do aumento da taxa fotossintética e síntese e carboidratos (Mousavi et al., 2022). O amendoim extrai cerca de 95 g de B para cada tonelada de amendoim em casca produzido (Cordeiro et al., 2023) e tem sido reportado incremento de produtividade com adubação via solo e via foliar (Cordeiro et al., 2024). Entretanto ainda não se sabe se há benefício da adubação com S e B de forma associada sobre a produtividade do amendoim. O objetivo do estudo foi avaliar a produtividade do amendoim em função da adubação com S e B de forma isolada ou associada.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Os experimentos foram conduzidos em áreas comerciais de produção de amendoim, nos municípios de Regente Feijó – SP (22° 13' 7" S, 51° 18' 21" O), Latossolo Vermelho Distrófico, textura arenosa, e em Tupã – SP (22° 12' 08" S, 50° 39' 60" O), em um Latossolo Vermelho Distrófico, textura arenosa, na safra 2022/2023. Os teores iniciais de S no solo em Regente Feijó e Tupã (0 – 20 cm) eram de 3,5 e 4,0 mg dm⁻³, respectivamente, e de B eram 0,19 e 0,34 mg dm⁻³, respectivamente. A precipitação foi de 950 mm em Tupã-SP e 1240 mm em Regente Feijó-SP durante o ciclo do amendoim.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições em esquema de parcelas sub-divididas, onde, nas parcelas foram alocadas as fontes de S e B: Ulexita acidulada (10% B), S-elementar (90% S), Ulexita acidulada (10%) + enxofre elementar (90%) e Ulexita acidulada + S-elementar no mesmo grânulo (72% S e 2% B). Nas sub-parcelas foram alocadas as doses de S e B: sem aplicação (dose zero), 0,83 kg ha⁻¹ de B e 30 kg ha⁻¹ de S (dose baixa), 1,7 kg ha⁻¹ de B e 60 kg ha⁻¹ de S (dose intermediária) e 3,3 kg ha⁻¹ de B e 120 kg ha⁻¹ de S (dose alta), aplicado via solo no momento da semeadura, manualmente. As parcelas tiveram dimensões de 3,6 m (largura) x 6 m (comprimento).

A semeadura foi realizada no dia 17/10/2022 no município de Tupã e 25/10/2022 em Regente Feijó, mecanicamente, com 32 sementes por metro e espaçamento de 0,73x0,17 m entre linhas, em sistema de linha dupla, com a cultivar Granoleico. Foi realizada a aplicação de 12, 90 e 30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Por ocasião da maturidade fisiológica dos frutos, em torno de 130 dias após a emergência, quando 70% de vagens estavam maduras (R8-R9), foram colhidas as plantas em 1 metro de cada uma das duas linhas centrais de cada unidade experimental para avaliação de produtividade de amendoim em casca, sendo a umidade dos grãos de amendoim corrigida à 7%. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade média dos experimentos foi de 6135 kg ha⁻¹ (Tupã-SP) e 5149 kg ha⁻¹ (Regente Feijó-SP) (Figura 1), estando acima da produtividade média da região do Oeste de São Paulo (4000 kg ha⁻¹) (Conab, 2023). A fertilização com S e B aumentou a produtividade do amendoim, sendo o incremento médio de 15% (850 kg ha⁻¹ de amendoim em casca) quando aplicado a dose adequada (dependente da fonte e ambiente de produção) em relação ao controle.

Quando aplicado apenas B, a máxima produtividade foi com a dose intermediária de B (1,7 kg ha⁻¹) resultando em incremento médio de 6% (300 kg ha⁻¹) e 15% (750 kg ha⁻¹) em Tupã – SP e Regente Feijó-SP, respectivamente. Esses dados estão de acordo com resultados recentes que pesquisa, que reportaram máxima produtividade do amendoim com doses de B entre 1,5 e 3,0 kg ha⁻¹ dependendo da solubilidade da fonte utilizada (Cordeiro et al., 2024).

Com relação ao enxofre, a máxima produtividade também foi com uso da dose intermediária (60 kg ha⁻¹), resultando em incremento médio de 10% (520 kg ha⁻¹) em ambos os locais. Foi reportado anteriormente que a máxima produtividade foi com dose de 30 e 40 kg ha⁻¹ de S quando a fonte usada foi o sulfato de amônio (Hoang et al., 2020), isso mostra que a dose de S deve ser ajustada em função da fonte utilizada. Uma vez que a fonte S-elementar precisa ser oxidada para que o amendoim possa absorver o S.

Entretanto a máxima produtividade do estudo foi obtida com aplicação associada de enxofre e boro com dose intermediária (1,7 kg ha⁻¹ de B e 60 kg ha⁻¹ de S), com incremento médio de 20% (1100 kg ha⁻¹ de amendoim em casca) comparado ao controle (média duas áreas). Além disso, não houve diferença entre os tratamentos B+S I (aplicado em grânulos separados) e B+S II (aplicado no mesmo grânulo). Adicionalmente, deve-se atentar para a aplicação de alta dose de B, pois o uso de 3,3 kg ha⁻¹ –

Ulexita acidulada, reduziu a produtividade do amendoim, em relação a dose baixa e intermediária. A aplicação de 120 kg ha⁻¹ de S em Regente Feijó-SP também reduziu a produtividade do amendoim, comparado a dose baixa e intermediária (Figura 1).

APLICAÇÃO PRÁTICA

Em solos arenosos com deficiência de S e B, a máxima produtividade do amendoim é obtida com aplicação de 60 kg ha⁻¹ de enxofre (S) e 1,7 kg ha⁻¹ de boro (B). Se aplicado de forma associada esse manejo aumentou a produtividade do amendoim em até 20% (1100 kg ha⁻¹ de amendoim em casca). Não há diferença entre a aplicação do enxofre e boro em grânulos separados ou no mesmo grânulo, mas a aplicação de um único fertilizante com os dois nutrientes no mesmo grânulo melhora a eficiência operacional.

AGRADECIMENTOS

Ao produtor Helder Lamberti e ao Grupo Beatrice pelo apoio na condução dos estudos e a empresa ICL por financiar o estudo.

LITERATURA CITADA

Bassanezi, I. L. A., Rodrigues, D. R., dos Santos Cordeiro, C. F., & Echer, F. R. (2021). Produtividade de cultivares de amendoim no Oeste Paulista–safra 2020/2021. *South American Sciences*, 2(edesp1), e21120-e21120.

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento, 2023. Download disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/47457_c679632d468e7e3b773692c53d1e4c05. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

Cordeiro, C.F.S., Galdi, L.V., Aandrade, G.L.B., Junior, G.S.M., Echer, F.R. Extração e exportação de nutrientes por cultivares modernas de amendoim. *Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UNOESTE*. v. 4, 2023, p. 88-93.

Cordeiro, C. F. S., Galdi, L. V., Silva, G. F. D., 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 (Online)*, 2024. (no prelo).

Hoang, T. T. H., Do, D. T., Nguyen, H. N., Nguyen, V. B., Mann, S., & Bell, R. W. (2021). Sulfur management strategies to improve partial sulfur balance with irrigated peanut production on deep sands. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(11), 1465-1478.

Harris, H. C., & Brolmann, J. B. (1966). Comparison of Calcium and Boron Deficiencies of the Peanut II. Seed Quality in Relation to Histology and Viability 1. *Agronomy Journal*, 58(6), 578-582.

Mantovani, J. P. M.; Calonego, J. C.; Foloni, J. S. S. (2013). Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. *Revista Ceres*, 60, 270-278.

Mousavi, S. M., Nejad, S. A. G., Nourgholipour, F., & Zoshkey, S. A. (2022). Agronomic aspects of boron: fertilizers, agronomical strategy, and interaction with other nutrients. In *Boron in Plants and Agriculture* (pp. 249-270). Academic Press.

Marschner H. 1995. Functions of mineral nutrients micronutrients. In: mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. London: Academic Press; p. 313–404.

Poisson, E., Trouverie, J., Brunel-Muguet, S., Akmouche, Y., Pontet, C., Pinochet, X., & Avice, J. C. (2019). Seed yield components and seed quality of oilseed rape are impacted by sulfur fertilization and its interactions with nitrogen fertilization. *Frontiers in plant science*, 10, 458.

Rerkasem, B., Bell, R. W., Lodkaew, S., & Loneragan, J. F. (1993). Boron deficiency in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] peanut (*Arachis hypogaea* L.) and black gram [*Vigna mungo* (L.) Hepper]: Symptoms in seeds and differences among soybean cultivars in susceptibility to boron deficiency. *Plant and Soil*, 150(2), 289-294.

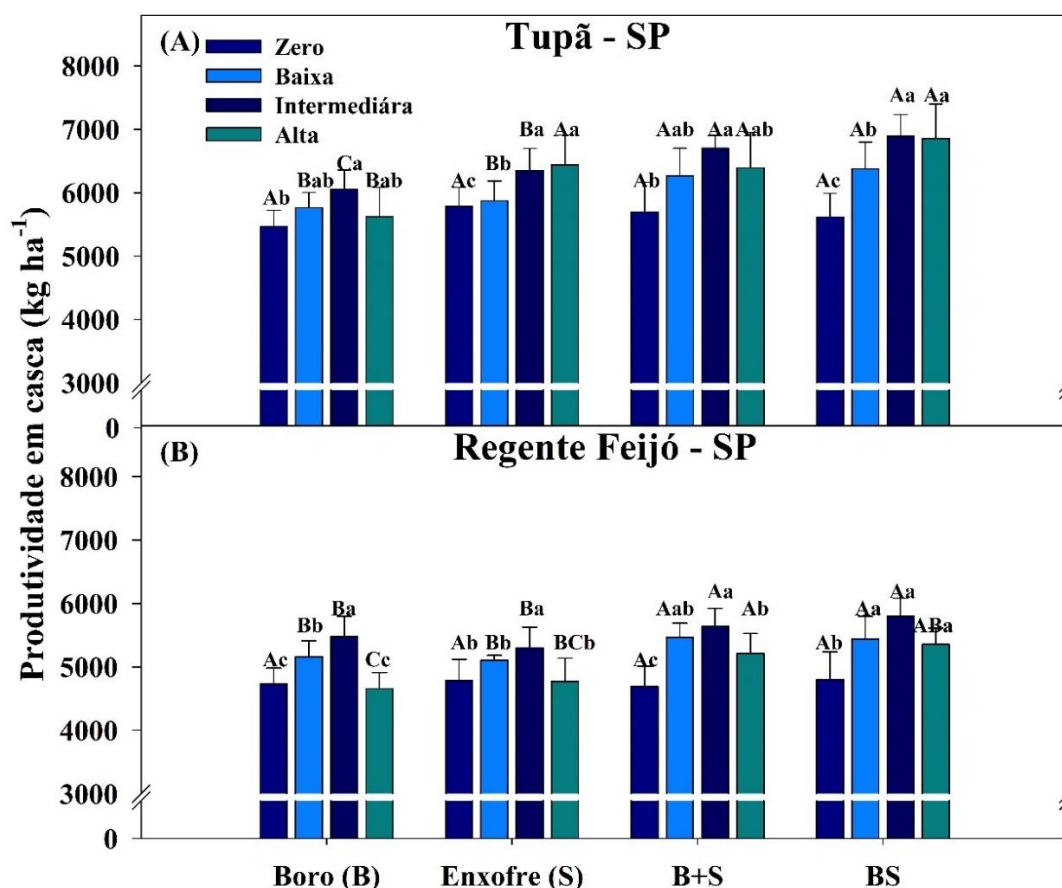


Figura 1. Produtividade do amendoim em casca em função de diferentes doses, fontes e métodos de adubação com enxofre e boro via solo em Tupã-SP e Regente Feijó-SP. Letras maiúsculas compararam fontes de enxofre e boro. Letras minúsculas comparam doses de enxofre e boro. Dose zero (sem aplicação); dose baixa (0,83 kg ha⁻¹ de B e 30 kg ha⁻¹ de S); dose intermediária (1,7 kg ha⁻¹ de B e 60 kg ha⁻¹ de S) e dose alta (3,3 kg ha⁻¹ de B e 120 kg ha⁻¹ de S). B+S: boro e enxofre aplicados de forma associada em grânulos diferentes. BS: boro e enxofre aplicados de forma associada no mesmo grânulo.

GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DAS PLANTAS DE AMENDOIM INOCULADAS COM *Bacillus aryabhattai* EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE

João Pedro Barreto Tenório¹, Leonardo Borges Vasconcelos Meira¹, Bruno Henrique Rodrigues de Souza¹ e Marcos Naum Rodrigues Lima¹

¹ Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: joaotenorio016@hotmail.com

PROBLEMÁTICA

A salinidade causada pelo excesso de sais na solução do solo ou na água de irrigação é um dos principais estresses abióticos que limita o desenvolvimento das plantas e a produtividade das culturas. Atualmente, o estresse salino tem se intensificado devido ao uso inadequado e excessivo de fertilizantes minerais, manejo inadequado da irrigação e da drenagem ou da irrigação com águas salinas (OLIVEIRA et al., 2014). O aumento da concentração de sais solúveis na solução no solo altera a germinação e o crescimento das plantas em virtude do aumento do potencial osmótico da solução, que reduz a absorção de água pelas sementes, da acumulação de quantidade elevadas e fitotóxicas de vários íons, especialmente de sódio (Na^+) e cloro (Cl^-), e de distúrbios no balanço de íons (ACOSTA-MOTOS et al., 2017). Esses efeitos causam alterações adversas no metabolismo fisiológico e bioquímico do processo de germinação das sementes (NOBRE et al., 2013). Altos níveis de salinidade podem inibir a absorção de água pelas sementes, tornando a germinação impossível, enquanto o nível mais baixo de salinidade resulta no atraso do processo de germinação das sementes (STEINER et al., 2019).

A germinação das sementes é a primeira e a fase mais sensível e crítica para o ciclo de vida das plantas, e a salinidade é um dos principais fatores abióticos que restringem o adequado estabelecimento das culturas no campo. Oliveira et al. (2020) verificaram que sementes de milho submetidas à irrigação com água salina possuem menor porcentagem de germinação e menor taxa de crescimento inicial das plântulas. Oliveira et al. (2016) também constataram que o uso de água salina na irrigação provocou menor produção de matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de milho pipoca. Portanto, surge a necessidade da adoção de práticas agrônômicas que minimizem os efeitos deletérios da salinidade no crescimento das plantas.

CONHECIMENTO PRÉVIO

A busca por atenuadores que possuem a capacidade de amenizar os efeitos negativos do estresse salino na germinação, crescimento e na produção das culturas agrícolas tem sido crescente nas últimas décadas. Uma das alternativas que podem ser utilizadas para atenuar os efeitos adversos da salinidade é o uso de inoculantes contendo bactérias promotoras de crescimento de planta, uma vez que estes produtos atuam na melhoria do metabolismo hormonal e fisiológico das plantas (PARK et al., 2017).

Seido et al. (2019) verificaram que a inoculação de isolados de *Pseudomonas* spp. foram capazes de promover maior crescimento das plantas de melão em condições de salinidade e foram eficientes em atenuar os efeitos deletérios da concentração excessiva de sais solúveis na solução do solo. Ji et al. (2022) constataram que a inoculação de cepas de *Bacillus subtilis* HG-15 ocasionou aumento na produção de matéria seca das plantas de trigo; porém, não resultou em efeito sobre a altura da planta e comprimento das raízes. No entanto, não há estudos que comprovaram a eficiência da inoculação de *Bacillus aryabhattai* em melhorar a germinação e o crescimento das plântulas de amendoim expostas ao estresse salino.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da inoculação de *Bacillus aryabhattai* na indução da tolerância das plântulas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) expostas à níveis de salinidade da água de irrigação.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O bioensaio foi conduzido no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia, MS (19°05'30" S; 51°48'55" W e altitude média de 510 m), durante os meses de outubro e novembro de 2023. Sementes de amendoim (cv. RUNNER IAC 886) foram previamente desinfecionadas, por imersão durante 5 min. em solução de hipoclorito de sódio à 2% (v/v). Em seguida, procedeu-se à lavagem em água corrente e, então, as sementes foram secas em ambiente de laboratório (à sombra) por 24h e utilizadas neste estudo.

Para avaliar o efeito da inoculação de *Bacillus aryabhattai* na indução da tolerância das plantas à salinidade, as sementes foram expostas as soluções com potencial osmótico de 0,0; -0,10; -0,40 e -0,80 MPa preparadas com cloreto de sódio (NaCl). A quantidade de NaCl adicionada para obter as soluções salinas com os distintos níveis de potencial osmótico foi calculada com base na Equação 1 de van't Hoff proposta por Hillel (1971): $\Psi_s = -RTC_i$, sendo que, Ψ_s é o potencial osmótico da solução (MPa); R é a constante universal dos gases nobres ($0,008314 \text{ MPa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$); T é a temperatura absoluta ($273,15 + ^\circ\text{C}$); C é a concentração molar do soluto (mol L^{-1}); e i é o fator de van't Hoff, ou seja, a razão entre a quantidade de partículas na solução e a quantidade de íons dissolvidos [isto é, para NaCl este valor é 2,0 (Na^+ e Cl^-)]. Como tratamento controle (sem estresse) foi utilizado água destilada com potencial osmótico $\Psi_s = 0,0 \text{ MPa}$.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 2×4 , com quatro repetições de 50 sementes. Os tratamentos foram constituídos pela inoculação ou não inoculação das sementes com 20 mL kg^{-1} de inoculante contendo *Bacillus aryabhattai* e por quatro níveis de salinidade da água de irrigação [0,0 MPa (controle); -0,1 MPa (estresse salino suave); -0,4 MPa (estresse salino moderado) e -0,8 MPa (estresse salino severo)].

A inoculação das sementes com *Bacillus aryabhattai* foi realizada com a utilização do inoculante comercial líquido Acta Ary[®] (Acta Bio, Jaboticabal, São Paulo) desenvolvido à partir da estirpe CMAA 1363 isolada da rizosfera do mandacaru (*Cereus jamacaru* L.), importante cacto da região da Caatinga, com concentração mínima de $1,0 \times 10^9$ unidades formadoras de colônias por mililitro de solução (UFC/mL).

No dia 23 de outubro de 2023, quatro subamostras de 50 sementes foram semeadas em bandejas plásticas ($42 \times 28 \times 6 \text{ cm}$) contendo areia grossa lavada, na profundidade de 2,0 cm. Após a semeadura, o substrato de germinação (areia) foi umedecido com água destilada (controle) ou com as soluções salinas contendo os diferentes níveis de estresse salino (suave, moderado ou severo) até próximo da capacidade de retenção de água. Em seguida, as bandejas foram mantidas em condições de laboratório por um período de 15 dias. A temperatura do ar durante a condução do ensaio experimental variou de $21,8 \text{ }^\circ\text{C}$ a $29,4 \text{ }^\circ\text{C}$, com valor médio de $25,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Aos 15 dias após a semeadura, foram contabilizados a porcentagem de emergência das plântulas de amendoim. Dez plântulas por repetição foram escolhidas aleatoriamente para a mensuração do comprimento e da matéria seca da parte aérea e das raízes. O comprimento da parte aérea (CPA) e das raízes (CR) foram determinados com auxílio de uma régua graduada em milímetros. A matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) foram determinadas em balança analítica (precisão de $\pm 0,0001 \text{ g}$) após secagem do material vegetal em estufa com circulação forçada de ar à $85 \text{ }^\circ\text{C}$, por 48 h.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico Sisvar[®] versão 5.6 para Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação das sementes com *Bacillus aryabhattai* não resultou em efeito significativo ($p > 0,05$) na emergência das plantas de amendoim (Tabela 1). No entanto, as plântulas inoculadas com *B. aryabhattai* possuem maior comprimento da parte aérea e das raízes e maior matéria seca da parte aérea e das raízes quando comparado às plantas não inoculadas (Tabela 1). Estes resultados indicaram que a inoculação *B. aryabhattai* estimulou o crescimento inicial das plantas de amendoim. Este aumento do crescimento das plantas de amendoim com a inoculação das sementes pode estar relacionado aos benefícios oriundos da inoculação de *B. aryabhattai*, o qual promove a regulação e produção de hormônios, como o ácido abscísico (ABA) e o ácido jasmônico (AJ), que possuem ação efetiva no crescimento das plantas (JI et al., 2022). Antil et al. (2021) constataram que as cepas KMT-4 de *Bacillus aryabhattai* possuem inúmeros efeitos diretos e indiretos para promover o crescimento das plantas, tais como produção de sideróforos, produção de hormônio de crescimento (IAA), excreção de amônia, produção de cianeto de hidrogênio e atividade de quitinase. Park et al. (2017) reportaram que a inoculação de *B. aryabhattai* cepa SRB02 promoveu o crescimento das plantas de soja mediante a regulação da produção de hormônios vegetais, melhor disponibilidade de nutrientes e efeitos antagônicos sobre patógenos de plantas.

O aumento do nível de salinidade da água de irrigação afetou negativamente a emergência e o crescimento inicial das plântulas de amendoim (Tabela 1). Oliveira et al. (2016) também mostraram que a salinidade inibiu a germinação e o crescimento das plântulas de milho pipoca. A menor taxa de emergência e menor crescimento das plantas em condições de salinidade está relacionado ao atraso do processo de embebição das sementes e a redução da expansão e do alongamento celular, tendo em vista que o estresse salino além de promover o estresse osmótico, simulando uma condição de restrição hídrica, também promove efeitos fitotóxicos específicos causados pela presença dos íons Na^+ e Cl^- no protoplasma das células (ACOSTA-MOTOS et al., 2017).

APLICAÇÃO PRÁTICA

A inoculação das sementes de amendoim com *Bacillus aryabhattai* pode proporcionar sustentabilidade para os sistemas de produção de amendoim irrigados com águas salinas ou cultivados em solos salinos por melhorar o crescimento inicial e a produção de matéria seca das plantas.

LITERATURA CITADA

ACOSTA-MOTOS, J.R.; ORTUÑO, M.F.; BERNAL-VICENTE, A.; DIAZ-VIVANCOS, P.; SANCHEZ-BLANCO, M.J.; HERNANDEZ J.A. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, v.7, p. 1-18, 2017.

ANTIL, S.; KUMAR, K.; PATHAK, D. V.; KUMAR, A.; PANWAR, A.; KUMARI, A.; KUMAR, V. On the potential of *Bacillus aryabhattai* KMT-4 against *Meloidogyne javanica*. *Journal of Biological Pest Control*, v. 31, e67, 2021.

HILLEL, D. *Soil water* –Physical principles and process. New York, Academic Press, 1971.

JI, C., TIAN, H., WANG, X., SONG, X., JU, R., LI, H., GAO, Q., LI, C., ZHANG, P., LI, J., HAO, L., WANG, C., ZHOU, Y., XU, R., LIU, Y., DU, J., & LIU, X. *Bacillus subtilis* HG-15, a halotolerant rhizoplane bacterium, promotes growth and salinity tolerance in wheat (*Triticum aestivum*). *BioMed Research International*, v. 7, e9506227, 2022.

NOBRE, R. G.; LIMA, G.S.; GHEYI, H.R.; LOURENÇO, G.S.; SOARES, L.A.A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013.

OLIVEIRA, F. A.; PINTO, K.S.O.; BEZERRA, F. M. S.; LIMA, L.A.; CAVANCANTE, AL.G.; OLIVEIRA, M.K.T.; MEDEIROS, J.F. Tolerância do maxixeiro, cultivado em vasos, a salinidade da água de irrigação. **Revista Ceres**, v. 61 n. 1, p. 147- 154, 2014.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L.; LIMA, L.A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 307-315, 2016.

OLIVEIRA, H.; NASCIMENTO, R.; NASCIMENTO, E. C. S.; LIMA, R.F.; BEZERRA, C.V.C. Emergência e crescimento de milho submetido a doses de inoculante associadas à irrigação com água salina. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e66102, 2020.

PARK, Y.G.; MUN, B.G.; KANG, S.M.; HUSSAIN, A.; SHAHZAD, R.; SEO, C.W. *Bacillus aryabhattai* SRB02 tolerates oxidative and nitrosative stress and promotes the growth of soybean by modulating the production of phytohormones. **PLoS ONE**, v. 12, n. 3, e0173203, 2017.

SEIDO, S. L.; SOUSA, L. P.; SILVA, M. J.; DONZELI, V. P.; QUEIROZ, S. O. P. Rizobactérias promotoras de crescimento em melão sob estresse. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, p. 1-9, 2019.

STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; BUSCH, A.; SOUSA, T. O.; ZOZ, T. Does seed size affect the germination rate and seedling growth of peanut under salinity and water stress? **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e54353, 2019.

Tabela 1. Efeito da inoculação de *Bacillus aryabhattai* e do nível de salinidade da água de irrigação sobre a emergência das plântulas (E), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento das raízes (CR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR) de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. Runner IAC 886) em condições de laboratório

Fatores de variação	E (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (mg/planta)	MSR (mg/planta)
Inoculação das sementes					
Controle (sem inoculação)	80,5 a	7,5 b	9,5 b	95,0 b	35,0 b
<i>Bacillus aryabhattai</i>	82,5 a	9,4 a	13,4 a	113,7 a	41,2 a
Nível de salinidade					
Controle (sem estresse)	91 a	12,5 a	12,7 b	137,5 a	67,5 a
Estresse suave	87 a	11,0 a	14,0 a	112,5 b	37,5 b
Estresse moderado	78 b	5,5 b	11,0 b	95,0 c	27,5 c
Estresse severo	70 b	4,8 b	8,0 a	72,5 d	20,0 d
CV (%)	5,82	18,50	11,98	12,35	14,21

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cada fonte de variação não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E ACÚMULO DE BIOMASSA DO AMENDOIM SOB DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS

Gilmar Santos Martins Junior¹; Carlos Felipe dos Santos Cordeiro²; Leonardo Vesco Galdi¹; & Fábio Rafael Echer¹

¹Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Campus de Presidente Prudente –
gilmartinsjnr@gmail.com

²Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu – cordeirocfs@gmail.com

PROBLEMÁTICA

Os produtores de amendoim no Brasil utilizam densidade de plantas entre 100 e 300 mil plantas por hectare, mas ainda não há consenso se a densidade deve variar com a adoção do sistema de linha simples ou dupla. Na região do Oeste de São Paulo predomina o sistema de linha dupla associado a alta densidade de plantas (entre 180 e 300 mil plantas por hectare), o que pode antecipar o pico de desenvolvimento do índice de área foliar das lavouras, aumentar o consumo de água e reduzir a partição de matéria seca nas vagens, devido ao desbalanço na relação fonte e dreno, especialmente em áreas com histórico de cultivo de amendoim, cuja fertilidade é maior. Assim há necessidade do melhor entendimento do acúmulo de matéria seca e índice de área foliar durante o ciclo do amendoim em função da densidade de plantas, sistema de linhas simples e dupla e histórico da área.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Altas densidades de plantas estão associadas ao maior índice de área foliar, maior acúmulo de matéria seca, mas nem sempre a maior produtividade de vagens do amendoim (Cordeiro et al., 2023). Isso acontece devido ao crescimento exagerado do dossel, e maior a perda da área por transpiração, o que pode ser intensificado em solos arenosos sem irrigação e de maior fertilidade, uma vez que solos de maior fertilidade resultam em maior crescimento do dossel devido à maior oferta de nutrientes (Cordeiro et al., 2023). Dessa forma em ambientes de clima tropical sob restrição hídrica menores densidade de plantas podem melhorar a eficiência do uso da água, mas ainda não se sabe se a densidade é dependente do sistema de semeadura adotado pelo produtor.

Foi relatado recentemente que para condições edafoclimáticas da Argentina que o estreitamento das entrelinhas do amendoim melhora o crescimento do dossel, índice de área foliar, interceptação da energia luminosa e produtividade do amendoim (Haro et al., 2022). Em condições de clima tropical na Índia, o sistema de linha dupla melhorou a interceptação da energia luminosa e produtividade de vagens, desde que não ocorra restrição hídrica (Mandal et al., 2019). Nos Estados Unidos também foi reportado maiores produtividades com sistema de linha dupla (Balkcom et al., 2018). Porém em áreas tropicais sujeitas à seca, ainda não há relatos sobre efeitos interativos entre densidade de plantas e sistema de semeadura sobre o crescimento do dossel do amendoim tipo Runner. O objetivo do estudo foi avaliar a índice de área foliar e o acúmulo de matéria seca do amendoim em função do sistema de semeadura e densidade de plantas em áreas com diferentes históricos de cultivo.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido em lavoura comercial localizada em Regente Feijó- SP, nas safras de 2021/2022 e 2022/2023, em área de solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO, de textura arenosa. Foram conduzidos dois experimentos simultaneamente, em cada safra, um em área de primeiro ano de amendoim - após pastagem degradada - solo de baixa fertilidade (área nova); e outro

em área com histórico de rotação entre amendoim e pastagem – dois anos de rotação - solo de média fertilidade (área velha).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram alocados os arranjos de plantas (linha simples – 0,90 m entre linhas e linha dupla – 0,17x0,73 m entre linhas) e nas sub-parcelas as densidades de plantas (88.888, 111.110, 133.332 e 155.554 plantas por hectare). A sub-parcela teve dimensões de 3,6 m (largura) (quatro linhas) x 6 m (comprimento). A semeadura (cultivar Granoleico –tipo Runner de ciclo médio-precoce) foi realizada em outubro (dia 06 – 2021 e 25 – 2022), de forma mecanizada, utilizando 32 sementes por metro de linha em sistema de linha dupla. A adubação de semeadura nas duas áreas foi realizada com aplicação de 12, 90, 30, 22 e 18 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, Ca e S, respectivamente. Também foi aplicado 0,5 kg ha⁻¹ de B e Zn. Aos 15 DAE do amendoim foi feito o desbaste com objetivo de estabelecer o sistema de linha simples (foi retirada uma das linhas, ficando espaçamento de 0,9 m entre linhas) e a densidade desejada em cada tratamento.

No início do florescimento (R1 30-DAE), período de formação das vagens (R3 50-DAE), formação de enchimento dos grãos (R6-70 DAE), enchimento dos grãos (R7 90-DAE) e maturação (R8 120 DAE) (classificação dos estádios fenológicos de acordo com Boote, (1982), foi avaliado o índice de área foliar (IAF) utilizando o ceptômetro (LP80, Decagon Devices) e coletado três plantas por parcela para determinar o acúmulo de matéria seca. Após a coleta das plantas, as mesmas foram levadas à estufa por 70 horas a 65°C, e pesadas em balança de precisão 0,01g, para estimar o acúmulo de matéria seca em kg ha⁻¹. O estudo estatístico constou de análise de variância e regressão, e as médias dos tratamentos experimentais foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra com restrição hídrica (2021/2022) o IAF máximo observado foi entre os 50 e 70 DAE na área velha, enquanto na área nova o pico do IAF foi entre 70 e 90 DAE (Figura 1 a-d). Adicionalmente, o IAF máximo foi com 135.222 (linha simples aos 80 DAE) e 151.105 (linha dupla – 86 DAE) na área nova e 150.568 (linha simples – 61 DAE) e 154.222 (linha dupla – 55 DAE) plantas ha⁻¹ na área velha. Em 2022/2023, safra com alta precipitação, o IAF máximo ocorreu aos 70 DAE, e não houve diferença entre as áreas de cultivo. O IAF máximo foi com 131.025 (linha simples) 133.833 (linha dupla), linha simples e 112.011 (linha dupla) plantas ha⁻¹, nas áreas nova e velha, respectivamente (Figura 1 e-h). Tana (2017) também observou aumento do IAF com o aumento da densidade no Sul da Etiópia, indicando que com menor espaçamento, há maior interceptação de luz. Porém em áreas de maior fertilidade pode-se obter alto IAF com menores densidades de plantas. Em todas as áreas aos 70 DAE (estádio R5) o sistema de linha dupla teve maior IAF comparado o sistema de linha simples, sendo 11% (área nova), 22% (área velha), 19% (área nova), 19% (área velha) maior nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente (dados não mostrados). Isso ratifica o estudo de Haro et. al. (2022) onde a área fotossintética foi maior no período de formação das vagens (R3-R6) em fileiras estreitas, que acelerou o processo de fechamento do dossel e cobertura do solo, resultando em um índice de área foliar acima de um valor crítico durante a maior parte do ciclo de crescimento.

Nas duas safras, o maior acúmulo de matéria seca foi constatado com densidades de plantas entre 133.333 e 155.555 ha⁻¹ e ocorreram entre 85 e 120 DAE (Figura 2). Na safra 2021/2022, o máximo acúmulo de matéria foi com 133.333 (linha simples – 103 DAE) e 133.333 (linha dupla - 105) na área nova e 155.555 (linha simples – 85 DAE) e 133.333 (linha dupla – 91 DAE) plantas ha⁻¹ na área velha. Em 2022/2023 o máximo acúmulo de matéria seca foi com 133.333 (linha simples – 120 DAE) e 133.333 (linha dupla – 109 DAE) na área nova, e 155.555 (linha simples – 111 DAE) e 133.333 (linha dupla – 120 DAE) plantas ha⁻¹ na área velha (Figura 2 e-h). Apesar do maior e mais precoce máximo

acúmulo de matéria seca em área velha, atingindo seu pico por volta do estágio R6 (90 DAE), observou-se uma queda acentuada do acúmulo de MS no final do ciclo, podendo ser explicada pela alta pressão de cercosporioses em áreas com histórico de amendoim. Na safra 2022/2023 notou-se maior acúmulo de matéria seca no sistema de linha simples em relação ao sistema de linha dupla (dados não mostrados). Adicionalmente, na safra com alta precipitação (2022/2023), o maior acúmulo de matéria seca no estágio R5 foi com a maior densidade de plantas (155.555) utilizando o sistema de linha simples em ambas as áreas, porém depois disso, menores densidades se equivalem (111.111 e 133.332).

APLICAÇÃO PRÁTICA

O índice de área foliar máximo do amendoim oscilou entre 3 e 6, ocorrendo entre os estádios R3 e R6, dependendo da safra, histórico da área, densidade e arranjo de plantas. Em áreas com solo de maior fertilidade o pico de IAF é mais precoce em relação a áreas de baixa fertilidade, especialmente em anos secos. Não há necessidade da maior densidade de plantas para obter o máximo acúmulo de matéria seca, especialmente em anos chuvosos. Assim a densidade de plantas em torno de 133 mil ha⁻¹ é suficiente para maximizar a produção de matéria seca e índice de área foliar do amendoim cultivado em solos arenosos.

AGRADECIMENTOS

Ao produtor rural Helder Lamberti pela disponibilidade da lavoura para condução do ensaio e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo seu apoio por meio de uma bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor (Processo 2022/15912-4).

LITERATURA CITADA

- Balkcom, K. S., Tubbs, R. S., & Balkcom, K. B. (2018). Strip tillage implements for single and twin row peanut. **Agronomy Journal**, 110(3), 1136-1146.
- Boote, K. J. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Peanut science**, v. 9, n. 1, p. 35-40, 1982.
- 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.
- Haro, R. J., Carrega, W. C., & Otegui, M. E. (2022). Row spacing and growth habit in peanut crops: Effects on seed yield determination across environments. **Field Crops Research**, 275, 108363.
- Mandal, K. G., Thakur, A. K., & Mohanty, S. (2019). Paired-row planting and furrow irrigation increased light interception, pod yield and water use efficiency of groundnut in a hot sub-humid climate. **Agricultural water management**, 213, 968-977.
- Tana, Mulatu Gabisa1 Tamado; URAGE, Elias. Effect of planting density on yield components and yield of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varieties at Abeya, Borena **Zone Southern Ethiopia**. 2017.

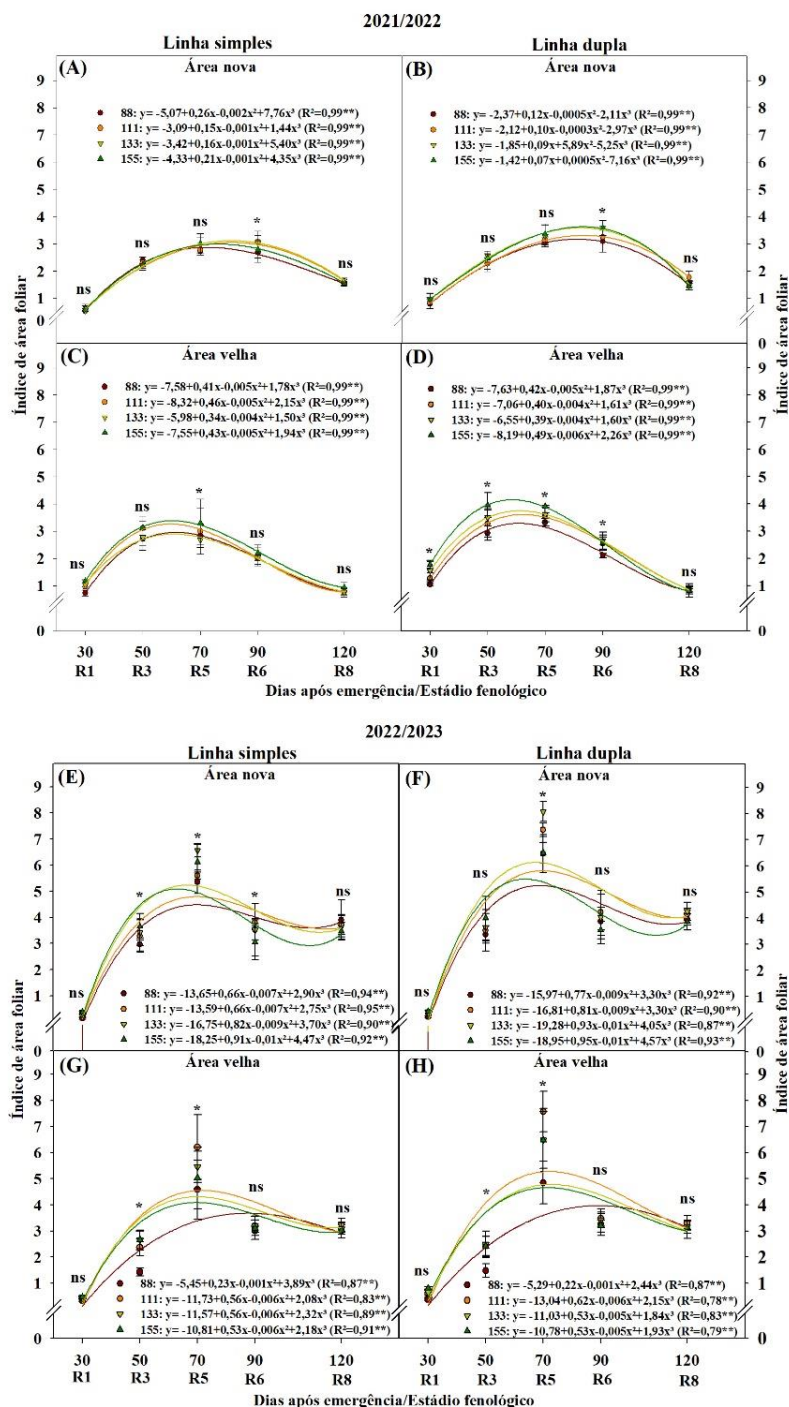


Figura 1. Índice de área foliar do amendoim aos 30-50-70-90-120 DAE (R1, R3, R5, R6 e R8, respectivamente).

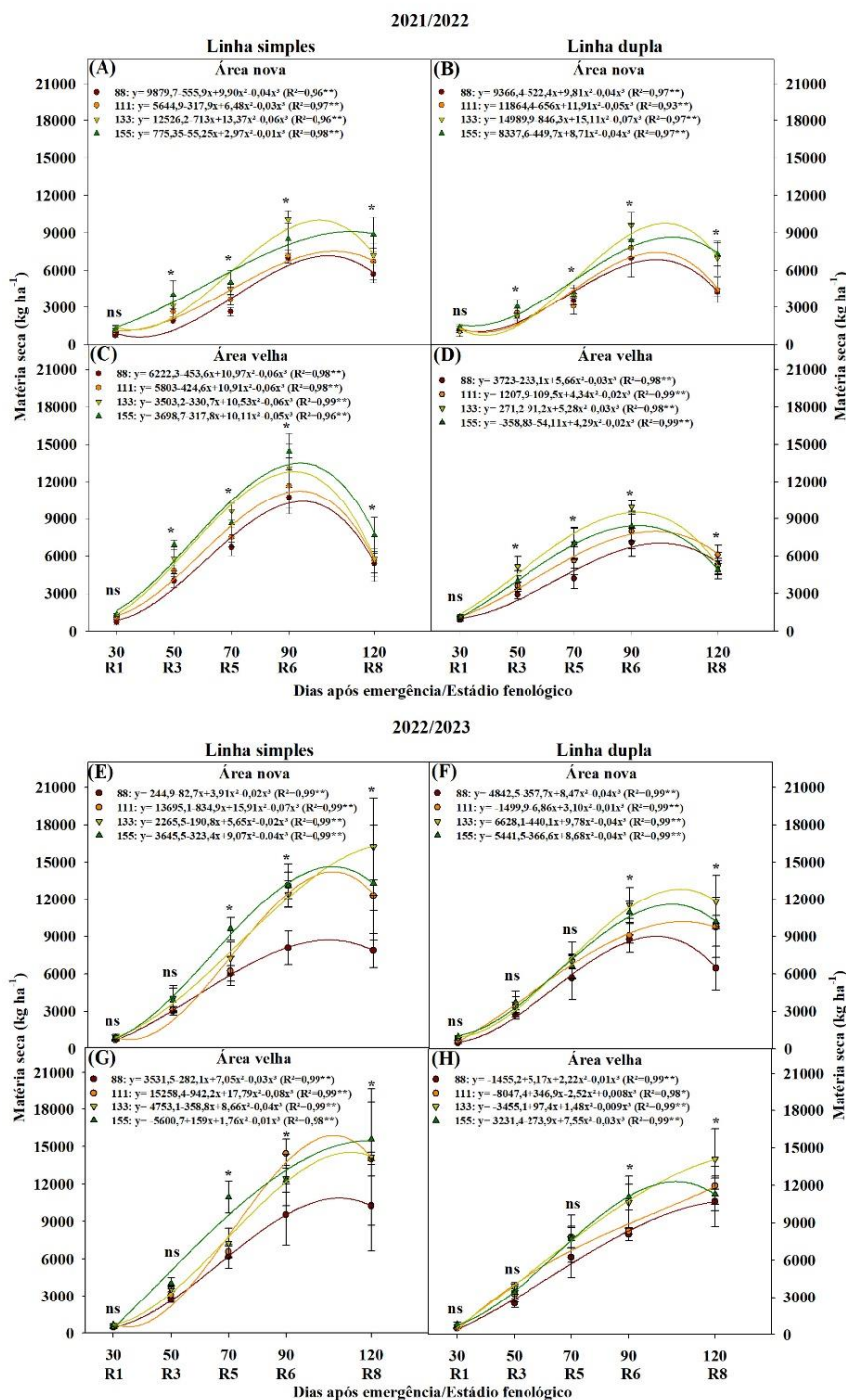


Figura 2. Acúmulo de matéria seca do amendoim aos 30-50-70-90-120 DAE (R1, R3, R5, R6 e R8, respectivamente).

INFLUÊNCIA DA FERTILIZAÇÃO COM ENXOFRE E BORO NA QUALIDADE DE SEMENTE DE AMENDOIM

Jaqueline Cristina da Rosa Capeli¹, Ceci Custódio Castilho², Carlos Felipe dos Santos Cordeiro³,
Leonardo Vesco Galdi¹ & Fábio Rafael Echer²

¹Pós graduanda (o), Unoeste - jaqueline.capeli@gmail.com, leo.galdi@gmail.com, ² Professor (a) do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste – ceci@unoeste.br, fabioecher@unoeste.br, ³Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu – cordeirocfs@gmail.com

PROBLEMÁTICA

O amendoim é cultivado principalmente em solos arenosos com baixo teor de enxofre e boro. Ainda que seja uma cultura com alto potencial produtivo, para atingir alta produtividade e sementes de alta qualidade fisiológica, necessita técnicas e manejos cuidadosos. Um problema comum entre os produtores é garantir sementes com germinação suficiente para estande adequado de plantas. Mesmo em propriedades com maior nível tecnológico, percebe-se a ausência de adubação com enxofre e boro. Sendo assim, há necessidade de estudos de visem ajustar o manejo do S e B para produção de sementes na cultura do amendoim.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Um dos maiores problemas encontrados pelos produtores de sementes de amendoim é conseguir uma produção com germinação suficiente (superior à 70%), garantindo estande de plantas adequado. Comumente o amendoim é utilizado na renovação de canaviais ou reforma de pastagens e muitas vezes a colheita acontece antes que as sementes atinjam a maturidade fisiológica, o que reduz o rendimento e a qualidade fisiológica das sementes produzidas (BARBOSA et al., 2014), o que pode ser melhorado com a nutrição adequada.

Dentre os nutrientes o enxofre (S) atua principalmente na biossíntese de aminoácidos, ou seja, é essencial para formação das proteínas. A melhor nutrição com S, e a relação N:S equilibrada melhora a qualidade nutricional das sementes de oleaginosas (POISSON et al., 2019). Entre as culturas cultivadas nos trópicos o amendoim é uma das mais exigentes em S (MARSCHNER, 1995). O amendoim é cultivado principalmente em solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica, o que limita a disponibilidade de S, pois a matéria orgânica do solo é uma das principais reserva de S (HOANG et al., 2020). Na literatura internacional foi reportado produtividade máxima do amendoim com aplicação entre 30 e 40 kg ha⁻¹ de S, via sulfato de amônio, porém essas lavouras atingiram produtividades máximas de 3,8 t ha⁻¹ de amendoim em casca (HOANG et al., 2020), todavia, ainda não se sabe a influência dessas doses de S na qualidade da semente, e se são suficientes.

Outro nutriente essencial é o boro, sendo responsável pela divisão e alongação da parede celular, germinação do pólen, alongação do tubo polínico e fecundação, agindo diretamente na formação de frutos ou sementes (RIOS et al., 2022). A deficiência de boro (B) acarreta acúmulo de açúcares e amido nas folhas, diminuindo a translocação de fotoassimilados da fonte ao dreno (ZHAO, OOSTERHUIS, 2002). A carência de boro no amendoim causa deformidades na formação dos cotilédones, o que leva a ocorrência do coração oco nas sementes, e reduz sua qualidade e a produtividade (HARRIS e BROLMANN, 1966; RERKASEM et al., 1993). Entretanto ainda não se sabe quais são os benefícios da adubação com enxofre e boro de forma associada e isolada na qualidade de sementes de amendoim. Dessa forma há necessidade em novos estudos para ajustar a dose de enxofre e boro para cultura do amendoim.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em área comercial de cultivo de amendoim no município de Regente Feijó-SP em solo classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura arenosa. A concentração de enxofre e boro em profundidade de 0-20 cm no solo era de $3,5 \text{ mg dm}^{-3}$ e $0,19 \text{ mg dm}^{-3}$ respectivamente, e em profundidade de 20-40 cm a concentração era de $2,8 \text{ mg dm}^{-3}$ e $0,20 \text{ mg dm}^{-3}$ de S e B. As análises de sementes foram realizadas no laboratório de sementes da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, localizado em Presidente Prudente – SP.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas a fonte de S e B, sendo elas: S elementar com bentonita (90% S), Ulexita acidulada (10% B), S elementar com bentonita + Ulexita acidulada (72% S e 2% B), no mesmo grânulo e a combinação de S elementar com bentonita (90% S) + Ulexita acidulada (10% B) em grânulos separados. Nas sub-parcelas foram alocadas as doses de S (0, 30, 60 e 120 kg ha^{-1}) e B (0, 0,83, 1,7 e $3,3 \text{ kg ha}^{-1}$). A aplicação dos fertilizantes foi em pré semeadura do amendoim, manualmente.

No momento da colheita foi retirado uma sub-amostra de 200 g sementes, que estavam maduras fisiologicamente (estádio R8), para avaliar a qualidade das sementes. O teste de germinação foi instalado em rolos de papel com 25 sementes. O substrato, constituído de 3 folhas de papel, duas como base e uma para cobertura das sementes, foi umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador tipo Mangelsdorf a 25 °C constante. As avaliações foram diárias considerando-se germinada a semente com protrusão radicular maior que 0,5 cm. A germinação estabilizou-se com 6 dias após a semeadura e as avaliações diárias foram inseridas no software GERMINATOR (Joosen et al., 2009) para a obtenção dos valores de germinação máxima (expressa em porcentagem). Aos 6 dias após semeadura também foram contadas e separadas as plântulas normais com raiz maior de 3 cm (expressa em porcentagem).

O estudo estatístico constou de análise de variância, e as médias dos tratamentos experimentais foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido às condições climáticas adequadas, a qualidade fisiológica das sementes de amendoim foi favorecida, visto que não houve adversidades como falta ou excesso de chuvas. E ainda assim ocorreu melhoria na qualidade das sementes com a adubação da dose adequada de enxofre e boro. A aplicação da menor dose de B ($0,83 \text{ kg ha}^{-1}$) isolada e associada com a menor dose de S (30 kg ha^{-1}) aumentou a taxa de germinação do amendoim em 5% na média dos tratamentos (Tabela 1), porém, em todos os níveis de aplicação observamos melhores resultados, comparado com a não aplicação dos nutrientes. Não houve benefício com aplicação de doses maiores. O efeito dos tratamentos sobre a porcentagem de plântulas normais ($>3\text{cm}$) foi pequeno, e cerca de 88% das plântulas germinadas foram consideradas normais, assim como no tempo médio de germinação, houve pouco efeito dos tratamentos e o tempo médio para germinação foi de 66,9 horas.

O B é um ativador de enzimas que atua em diversos processos metabólicos, tais como transporte de carboidratos, metabolismo das auxinas e formação de raízes por meio da divisão, alongamento celular e junção da parede celular e atividade das membranas celulares (MARSCHNER, 1995; LUND et al., 1996; ONO; RODRIGUES, 1996). Afirmar essa que pode explicar a melhora na qualidade das sementes com tratamentos contendo fontes de boro.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Baixas doses aplicadas via solo no plantio de enxofre e boro apresentaram melhor resultado na qualidade fisiológica das sementes. Dessa forma, não é vantajoso aplicar altas doses dos nutrientes (S e B) em solos arenosos. Não houve diferença na aplicação dos nutrientes de forma individual ou conjunta (no mesmo grânulo ou em grânulo separado), sendo assim, a aplicação em um único fertilizante de forma associada melhora o desempenho operacional do produtor.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao produtor Helder Lamberti pelo apoio na condução dos experimentos, a empresa ICL pelo financiamento para o desenvolvimento dos estudos e a UNOESTE por fornecer todo aporte para que as análises fossem realizadas.

LITERATURA CITADA

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

HARRIS, H. C., & Brolmann, J. B. (1966). Comparison of Calcium and Boron Deficiencies of the Peanut II. Seed Quality in Relation to Histology and Viability 1. **Agronomy Journal**, 58(6), 578-582.

HOANG, T. T. H., Do, D. T., Nguyen, H. N., Nguyen, V. B., Mann, S., & Bell, R. W. (2021). Sulfur management strategies to improve partial sulfur balance with irrigated peanut production on deep sands. **Archives of Agronomy and Soil Science**, 67(11), 1465-1478.

MARSCHNER H. Functions of mineral nutrients micronutrients. In: mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. London: **Academic Press**; p. 313–404, 1995.

POISSON, E., et al.; Seed yield components and seed quality of oilseed rape are impacted by sulfur fertilization and its interactions with nitrogen fertilization. **Frontiers in plant science**, 10, 458, 2019.

RIOS, C. V. et al. Efeito do cálcio, boro e potássio no crescimento inicial de hortelã-verde (*Mentha spicata* L.) em solução nutritiva. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2022.

ZHAO, D., OOSTERHUIS, D.M., 2002. Cotton carbon exchange, nonstructural carbohydrates, and boron distribution in tissues during development of boron deficiency. **Field Crops Res.** 78, 75–87.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Germinação, tempo médio de germinação, plântulas >3 cm, matéria seca e comprimento de plântulas de amendoim em função de diferentes doses, fontes e métodos de adubação com enxofre e boro via solo em Regente Feijó-SP.

Doses de enxofre e boro	Regente Feijó - SP			
	Germinação (%)			
	Boro	Enxofre	B+S	BS
Zero	90,0 Ab	89,0 Ab	90,0 Ab	89,5 Ab
Baixa	97,0 Aa	92,5 Ba	95,7 ABa	92,0 Ba
Intermediária	94,0 Aa	94,0 Aa	93,0 Aa	95,0 Aa
Alta	92,0 Ba	98,0 Aa	91,2 Ba	93,0 Ba
CV%	5,1			
	Tempo médio de germinação (h)			
Zero	69,7 Aa	70,1 Aa	69,3 Aa	73,1 Aa
Baixa	66,4 Ab	70,2 Aa	65,5 Ab	70,5 Aa
Intermediária	65,1 Ab	63,1 Ab	64,9 Ab	75,6 Aa
Alta	68,9 Aa	62,0 Ab	67,6 Aa	68,6 Ab
CV%	10,8			
	Plântulas >3cm (%)			
Zero	89,0 Aa	87,0 Aa	91,0 Aa	84,0 Aa
Baixa	92,0 Aa	87,0 ABa	91,7 Aa	78,0 Ba
Intermediária	89,0 Aa	90,0 Aa	87,0 Aa	79,0 Aa
Alta	88,0 ABa	95,0 Aa	92,0 Aa	80,0 Ba
CV%	9,7			
	Matéria seca (mg plântula ⁻¹)			
Zero	49,5 Ab	49,9 Ab	51,9 Ab	49,6 Ab
Baixa	59,8 ABa	56,1 Bb	60,9 ABa	65,1 Aa
Intermediária	57,2 Aab	65,1 Aa	63,1 Aa	67,5 Aab
Alta	55,8 Bab	65,7 Aa	61,5 Aa	62,4 Aa
CV%	10,5			
	Comprimento plântula (cm)			
Zero	6,4 Ac	6,5 Ab	6,5 Ab	6,2 Ac
Baixa	8,5 Aa	7,0 Bab	7,4 Aa	7,2 Ba
Intermediária	7,9 Aab	7,7 Aa	7,8 Aa	7,1 Aa
Alta	7,5 Ab	7,7 Aa	8,0 Aa	7,2 Aa
CV%	6,8			

Letras maiúsculas compararam fontes de enxofre e boro. Letras minúsculas comparam doses de enxofre e boro. Dose zero (sem aplicação); dose baixa (0,83 kg ha⁻¹ de B e 30 kg ha⁻¹ de S); dose intermediária (1,7 kg ha⁻¹ de B e 60 kg ha⁻¹ de S) e dose alta (3,3 kg ha⁻¹ de B e 120 kg ha⁻¹ de S). B+S: boro e enxofre aplicados de forma associada em grânulos diferentes. BS: boro e enxofre aplicados de forma associada no mesmo grânulo.

INFLUÊNCIA DO MANEJO DE SOLO ASSOCIADO À PRESSÃO DE TRABALHO DA MOLA NA LINHA DE SEMEADURA E POPULAÇÃO DE PLANTAS NO ESTABELECIMENTO INICIAL DA CULTURA DO AMENDOIM EM REFORMA DE PASTAGEM DEGRADADA

Fernando Shintate Galindo^{1*}, José Vitor Chimirri Biasotto¹, Brendon de Alcântara Santos¹, Yasmin Zanardi Correia de Souza¹, Angelo Geraldo Codonho Junior¹, Thiago de Lima Martins¹, Hugo Rocha Silva¹ e Beatriz Bruno Ré¹

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

PROBLEMÁTICA

Apesar do Brasil ser um dos principais países do mundo em manejo de solo conservacionista, como exemplo a utilização da técnica da semeadura direta em grandes culturas anuais, grande parte do sistema de produção da cultura do amendoim é cultivado em preparo convencional. Isso decorre em função de alguns fatores como a dificuldade de adequada distribuição e cobertura de sementes frente ao grande volume de palhada deixado sobre o solo por culturas no qual o amendoim é tradicionalmente cultivado em rotação, como a cana-de-açúcar e pastagem, além das características morfológicas da cultura, que desenvolve suas vagens abaixo do solo, sendo então necessário o arranquio/inversão das vagens para a superfície e depois recolhimento. Em função da possibilidade de compactação do solo elevada, relacionado ao intenso tráfego de máquinas (cana-de-açúcar) e pisoteio animal (pastagem), e o risco de maiores perdas de vagens e conseqüentemente grãos aderidas ao solo, o produtor acaba optando pelo preparo convencional.

Ainda, no que tange à “plantabilidade”, em função da baixa germinação das sementes de amendoim, usualmente em torno de 60 a 80% aliado à características peculiares de sua semente, como tamanho grande e formato elíptico, impurezas formadas principalmente por sementes quebradas, conhecidas como “bandinhas”, que dificultam a distribuição vertical e horizontal, bem como dificuldades no cobrimento do sulco de semeadura, fazem com que os produtores de amendoim utilizem alta densidade de plantas, com distribuição por vezes superior à 25-30 sementes por m². A utilização de densidade de plantas acima do ideal aumenta o custo de produção do amendoim, e pode estar reduzindo a produtividade da lavoura em função do maior consumo de água e auto sombreamento da planta. Aliado a isso, alguns ajustes na semeadora-adubadora, como exemplo a pressão de trabalho da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha de semeadura podem contribuir com a distribuição e cobrimento das sementes, demandando menor quantidade de sementes para o adequado estabelecimento e desenvolvimento inicial da cultura.

Baseado no exposto, é preciso entender como a população de plantas aliado à pressão de trabalho da mola na linha de semeadura podem influenciar o estabelecimento inicial e desenvolvimento do amendoim. Em complemento, é preciso avaliar como tais fatores são relevantes em dois tipos de manejo de solo (preparo convencional e semeadura direta). Tais estudos são extremamente relevantes para entender como melhorar/viabilizar a semeadura direta na cultura do amendoim em reforma de pastagem degradada.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa de grande importância ao setor agropecuário, devido ao seu alto potencial de produção oleaginosa e elevado teor proteico e energético, além de ser amplamente utilizado como uma alternativa viável para sistemas de rotação de culturas e recuperação de pastagens e canaviais (Grotta et al., 2008). Tradicionalmente, o cultivo do amendoim é realizado em sistema de plantio convencional, no qual ocorre o revolvimento do solo, proporcionando incorporação de matéria orgânica, corretivos e fertilizantes, além de favorecer a colheita e desenvolvimento de raízes, devido a menor compactação do solo durante o ciclo da cultura. No entanto ao decorrer do tempo o preparo convencional, modifica as estruturas físicas do solo, influenciando diretamente na taxa de infiltração de água, consequentemente contribuindo para a erosão e perda da camada agricultável do solo (Panachuki et al., 2006). Deste modo, a semeadura direta pode ser uma alternativa sustentável ao cultivo de amendoim, sendo que, a principal vantagem desse manejo de solo reside no fato de não haver revolvimento da área, o qual pode favorecer os aspectos físicos e químicos do solo à longo prazo (Salomão, et al., 2020), proporcionar redução de custos com operações mecanizadas, gerar maior aporte de palhada e consequentemente favorecer a comunidade microbiológica do solo.

Outro aspecto importante relacionado à qualidade de implantação e desenvolvimento da cultura refere-se ao ajuste de densidade de plantas, diretamente relacionadas à eficiência no uso da água, da energia luminosa e consequentemente a produtividade do amendoim. Lavouras com baixa densidade de plantas atrasam o fechamento do dossel, principalmente em solos de baixa fertilidade, e isso aumenta a competição com plantas daninhas, além de limitar a interceptação de energia luminosa (Cordeiro et al., 2023). Por outro lado, lavouras com alta densidade de plantas resultam em rápido fechamento do dossel, principalmente quando cultivados em solos de maior fertilidade, e em alguns casos levam ao sombreamento das folhas que estão na parte inferior da planta, reduzindo a taxa fotossintética e a produtividade (Cordeiro et al., 2023; Haro et al., 2022). No Brasil os produtores de amendoim utilizam densidade entre 10 e 25 plantas por metro, e considerando-se que o custo de sementes representa até 20% do custo total de produção, é importante avaliar a influência da densidade de plantas na produtividade da cultura do amendoim. Em estudo recente utilizando a cultivar “Granoleico” na região Oeste Paulista, Cordeiro et al., (2023) relataram máxima produtividade com densidade de plantas entre 10 (em solos de melhor fertilidade) e 18 plantas por metro de linha (em solos de baixa fertilidade).

Ainda se tratando de qualidade de distribuição horizontal e vertical das sementes no sulco, alguns ajustes na semeadora-adubadora, como exemplo a pressão de trabalho da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha de semente podem contribuir com a distribuição, uniformidade de profundidade e cobertura das sementes adequado, demandando menor quantidade de sementes para o adequado estabelecimento e desenvolvimento inicial da cultura. As semeadoras-adubadoras apresentam discos duplos para a realização do sulco de semeadura e controle de profundidade de semente por meio de duas rodas paralelas a estes discos. A pressão exercida sobre os discos duplos é realizada de forma mecânica por molas em espiral, que devem ser reguladas fileira por fileira da máquina. As molas apresentam os movimentos de compressão e extensão, seu comprimento e o número de espirais proporcionam variação da pressão exercida sobre os discos duplos com bastante frequência, principalmente quando reguladas em baixa pressão, o que ocasionaria maiores variações na distribuição em profundidade das sementes, influenciando o desenvolvimento da cultura e potencialmente a produtividade de grãos.

Dessa forma, objetivou-se 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), visando entender como melhorar/viabilizar a semeadura direta na cultura do amendoim em reforma de pastagem degradada.

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 × 2 × 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 4×2, 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 avaliações de emergência de plântulas (população de plantas no estabelecimento inicial da cultura) iniciaram-se aos 5 dias após semeadura (DAS), e foram realizadas diariamente, no mesmo período (manhã), do 5° ao 18° DAS, primeiro dia no qual não foi constatada emergência em todos os tratamentos (Tabela suplementar). 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

As interações entre **1)** manejo do solo (M) × população final de plantas (Pop), **2)** M × pressão de trabalho da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha de semente (Pr) e **3)** Pop × Pr foram significativas (Tabela 1).

A maior população final de plantas desejada (220.000 plantas ha⁻¹) proporcionou maior população de plantas no estabelecimento inicial da cultura, independentemente manejo de solo e pressão da mola, como era esperado (Tabelas 2 e 4). O manejo de solo em semeadura direta não diferiu do preparo

convencional, independentemente da população final de plantas e pressão da mola (Tabelas 2 e 3). No entanto, na semeadura direta, a pressão de mola pesada propiciou maior população de plantas no estabelecimento inicial da cultura comparativamente as pressões média e leve (Tabela 3). Em contrapartida, em plantio convencional, a pressão de mola pesada propiciou maior população de plantas no estabelecimento inicial da cultura comparativamente à pressão leve, não diferindo da pressão média (Tabela 3). Ainda, independentemente da população final de plantas estudada (220.000 ou 170.000 plantas ha⁻¹), a pressão de mola pesada propiciou maior população de plantas estabelecidas comparativamente as pressões de mola média e leve (Tabela 4).

APLICAÇÃO PRÁTICA

Baseado nos resultados obtidos no estabelecimento inicial da cultura do amendoim, é possível trabalhar em semeadura direta, em área de reforma de pastagem com um solo de textura leve (9% de argila) sem maiores prejuízos. É preciso analisar com cautela o crescimento e desenvolvimento da cultura do amendoim no decorrer do experimento, bem como as perdas na colheita, notadamente na operação de arranquio.

Com relação à pressão da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha da semente, independentemente do manejo do solo, quer seja em semeadura direta ou plantio convencional, e população final de plantas desejada (220.000 ou 170.000 plantas ha⁻¹), uma maior pressão incidente beneficia a distribuição, desenvolvimento inicial e emergência da cultura do amendoim, sendo recomendada.

A maior população de plantas desejada foi atingida de maneira satisfatória, no entanto, é preciso analisar se de fato essa maior população (220.000 x 170.000 plantas estabelecidas ha⁻¹) vai refletir em maior produtividade e rendimento da cultura. Em caso de não diferença, o produtor poderia trabalhar com uma menor densidade de distribuição de sementes, economizando com o custo de sementes, que é um custo 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

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.

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.

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.

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.

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.

Tabela 1. Valores de P calculado para população de plantas estabelecida da cultura do amendoim 18 dias após semeadura em função do manejo do solo (M), população final de plantas (Pop) e pressão de trabalho da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha de semente (Pr).

Variáveis	População de plantas estabelecida
Manejo do solo (M)	0.837
População de plantas (Pop)	0.001
Pressão de mola (Pr)	0.001
M × Pop	0.001
M × Pr	0.023
Pop × Pr	0.005
M × Pop × Pr	0.871

Tabela 2. Interação entre manejo do solo (M) e população final de plantas (Pop) na população de plantas estabelecida da cultura do amendoim. Dracena – SP, 2023.

População de plantas estabelecida		
M/Pop	170.000	220.000
Preparo convencional	13.83 bA	17.33 aA
Semeadura direta	13.83 bA	17.16 aA
D.M.S. Pop (5%)	1.16	
D.M.S. M (5%)	1.16	

Letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre Pop dentro de cada nível de M (linhas) e M dentro de cada nível de Pop (colunas) pelo Teste de Tukey $p < 0,05$. D.M.S. = diferença mínima significativa.

Tabela 3. Interação entre manejo do solo (M) e pressão de trabalho da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha de semente (Pr) na população de plantas estabelecida da cultura do amendoim. Dracena – SP, 2023.

População de plantas estabelecida			
M/Pr	Leve	Média	Pesada
Preparo convencional	14.87 bA	15.12 abA	16.75 aA
Semeadura direta	14.50 bA	14.75 bA	17.25 aA
D.M.S. Pr (5%)	1.71		
D.M.S. M (5%)	1.42		

Letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre Pr dentro de cada nível de M (linhas) e M dentro de cada nível de Pr (colunas) pelo Teste de Tukey $p < 0,05$. D.M.S. = diferença mínima significativa.

Tabela 4. Interação entre população final de plantas (Pop) e pressão de trabalho da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha de semente (Pr) na população de plantas estabelecida da cultura do amendoim. Dracena – SP, 2023.

População de plantas estabelecida			
Pop/Pr	Leve	Média	Pesada
170.000	13.25 bB	13.00 bB	15.25 aB
220.000	16.12 bA	16.87 bA	18.75 aA
D.M.S. Pr (5%)	1.71		
D.M.S. Pop (5%)	1.42		

Letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre Pr dentro de cada nível de Pop (linhas) e Pop dentro de cada nível de Pr (colunas) pelo Teste de Tukey $p < 0,05$. D.M.S. = diferença mínima significativa.

Tabela suplementar. Número de plântulas emergidas em função da pressão de trabalho da mola sobre os discos duplos desencontrados na linha de semente (Pr), população final de plantas (Pop) e manejo do solo na cultura do amendoim do 5º ao 18º dia após semeadura (DAS). Dracena – SP.

Pr	Pop	M	5º DAS	6º DAS	7º DAS	8º DAS	9º DAS	10º DAS	11º DAS	12º DAS
Leve	170.000	SD	1 ± 2	2 ± 1	3 ± 2	2 ± 0	1 ± 0	2 ± 1	0 ± 1	0 ± 1
Leve	220.000	SD	0 ± 1	2 ± 1	5 ± 3	2 ± 1	3 ± 2	1 ± 1	1 ± 1	1 ± 1
Média	170.000	SD	1 ± 1	3 ± 1	4 ± 2	2 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 1
Média	220.000	SD	1 ± 1	5 ± 3	5 ± 2	2 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 1
Pesada	170.000	SD	1 ± 1	3 ± 1	5 ± 1	3 ± 1	2 ± 1	0 ± 0	1 ± 1	1 ± 1
Pesada	220.000	SD	1 ± 2	6 ± 2	4 ± 1	3 ± 2	3 ± 2	1 ± 1	1 ± 1	1 ± 1
Leve	170.000	CONV	1 ± 1	3 ± 3	3 ± 2	2 ± 1	1 ± 1	0 ± 1	1 ± 1	0 ± 0
Leve	220.000	CONV	1 ± 1	7 ± 3	2 ± 2	2 ± 1	1 ± 0	0 ± 1	1 ± 1	2 ± 2
Média	170.000	CONV	2 ± 2	4 ± 3	2 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	1 ± 1
Média	220.000	CONV	3 ± 3	8 ± 4	3 ± 1	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 0	1 ± 1	1 ± 1
Pesada	170.000	CONV	0 ± 0	7 ± 3	3 ± 2	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 1	1 ± 1	1 ± 1
Pesada	220.000	CONV	1 ± 1	5 ± 2	4 ± 2	2 ± 2	2 ± 1	0 ± 1	1 ± 1	2 ± 1
Pr	Pop	M	13º DAS	13º DAS	14º DAS	15º DAS	16º DAS	17º DAS	18º DAS	
Leve	170.000	SD	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	
Leve	220.000	SD	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 0	
Média	170.000	SD	0 ± 0	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	
Média	220.000	SD	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
Pesada	170.000	SD	1 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	
Pesada	220.000	SD	1 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
Leve	170.000	CONV	1 ± 1	0 ± 1	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
Leve	220.000	CONV	1 ± 2	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
Média	170.000	CONV	0 ± 1	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
Média	220.000	CONV	0 ± 1	1 ± 1	0 ± 0	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 1	0 ± 0	
Pesada	170.000	CONV	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 0	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
Pesada	220.000	CONV	1 ± 1	1 ± 1	1 ± 1	0 ± 0	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	

± refere-se ao desvio padrão da média. $n = 4$.

MELHORANDO A DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES EM SOLOS ARENOSOS COM CULTIVO DE AMENDOIM VIA ADUBAÇÃO

Antonio Cesar Padovan¹, Carlos Felipe dos Santos Cordeiro², Gian Lucas Bresqui Andrade¹, Giovanna Maniezzo de Mattos¹, Gilmar Santos Martins Junior¹, Leonardo Vesco Galdi¹ & Fábio Rafael Echer¹

¹Universidade do Oeste Paulista, Departamento de Agronomia – UNOESTE-Presidente Prudente-SP. fabioecher@unoeste.br

²Universidade Estadual Paulista, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – UNESP-Botucatu-SP. cordeirocfs@gmail.com

PROBLEMÁTICA

O amendoim é cultivado principalmente em ambientes de solos arenosos que têm baixa disponibilidade de micronutrientes, e, aliado ao alto potencial produtivo das cultivares modernas de amendoim, pode limitar a produtividade da cultura, uma vez que a adubação com doses adequadas de micronutrientes ainda não é adotada pela maioria dos produtores. Portanto, melhorar a disponibilidade de micronutrientes em solos arenosos cultivados com amendoim é um dos fatores que podem contribuir para o aumento da produtividade.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O nível crítico dos micronutrientes no solo é de 0,6, 0,8, 5,0 e 1,2 mg dm⁻³ (DTPA) para boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), respectivamente (Raij et al., 2001). Entretanto, na maioria das vezes o teor dos micronutrientes no solo em ambientes com cultivo de amendoim é baixo, principalmente para B e Zn. Normalmente os produtores não realizam adubações com micronutrientes ou fazem aplicações com doses baixas, o que não é suficiente para aumentar o teor no solo e nem para suprir a demanda da planta. Estudos recentes mostram que há dificuldade em aumentar o teor de B em solos arenosos, principalmente quando há o preparo convencional do solo e uso de fontes de alta solubilidade como o ácido bórico (Cordeiro et al., 2022). Além disso, em casos que o teor inicial de B no solo era menor que 0,2 mg dm⁻³ a fertilização com B via solo aumentou a produtividade do amendoim (Cordeiro et al., 2024). Adicionalmente, não há relatos sobre adubação de Zn, Cu e Mn para aumentar o teor nesses nutrientes em solos arenosos e esse efeito sobre a produtividade do amendoim. O objetivo do estudo foi avaliar os teores de B, Cu, Zn e Mn no solo em função de aplicação via solo desses micronutrientes de forma isolada ou associada.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido nas safras 2021/2022 e 2022/2023 em área comercial localizada em Regente Feijó- SP (22° 13' 7" S, 51° 18' 21" O e 440 metros de altitude). O solo da área é classificado como Latossolo de textura arenosa (14% de argila). O teor inicial de B, Cu, Mn e Zn no solo (0-20 cm) antes da semeadura do amendoim era de 0,2, 0,7, 9,1 e 0,6 mg dm⁻³ – 2021/2022 e 0,19, 0,7, 1,9 e 0,7 mg dm⁻³ – 2022/2023, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram a aplicação de micronutrientes via solo: B, Cu, Mn, Zn, B+Cu+Mn, B+Cu+Zn, B+Zn+Mn, Cu+Mn+Zn, B+Cu+Mn+Zn e um tratamento controle sem aplicação de micronutrientes. A aplicação dos micronutrientes foi realizada no dia da semeadura do amendoim, via solo. Foi utilizado 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). A dose dos micronutrientes aplicada seguiu a recomendação de Souza e Lobato (2004). Os fertilizantes foram diluídos em água e aplicados em área total na parcela com

auxílio de um pulverizador pressurizado a CO₂, com vazão de 200 L ha⁻¹. As parcelas tiveram dimensões de 3,6 m (largura) (quatro linhas) x 6 m (comprimento).

O amendoim foi semeado no mês de outubro (cultivar Granoleico – tipo runner) de cada safra e a colheita foi realizada aproximadamente 120 dias após a emergência do amendoim. Logo após a colheita do amendoim foi realizada a coleta de solo na camada de 0-20 cm com cinco subamostras por parcela para avaliar os teores de micronutrientes no solo. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Rajj et al., (2001). O estudo estatístico constou de análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da adubação com boro aumentar o teor desse micronutriente no solo, em nenhum caso o teor B no solo após a colheita do amendoim foi maior que 0,6 mg dm⁻³ – nível crítico (Figura 1a), o que reflete a dinâmica desse nutriente no solo, pois por não formar cargas, ele fica livre na solução do solo, o que aumenta sua mobilidade para camadas mais profundas. Assim parte desse B foi absorvida pelo amendoim e o restante pode estar em camadas mais profundadas do solo. Assim, a adubação com B deve ser realizada todos os anos quando o teor no solo for baixo, optando-se por fontes de menor solubilidade.

Com relação ao Zn, em ambas as safras os tratamentos que receberam a adubação de zinco aumentaram o teor no solo em relação aos demais tratamentos (Figura 1b). Porém apenas na safra 2021/2022 os teores foram maiores que 1,2 mg dm⁻³. Uma possível explicação para isso foi que na safra 2022/2023 houve alta precipitação e alta produtividade havendo maior extração de Zn pelo amendoim. Assim a adubação deve ser ajustada em função no nível produtivo da lavoura. Algo similar ocorreu para Cu e Mn que tiveram teores maiores na safra 2021/2022 (Figura 1c;d).

Na safra 2021/2022 sempre que houve aplicação de Cu o teor no solo foi maior que 0,8 mg dm⁻³, enquanto no tratamento controle o teor foi de 0,6 mg dm⁻³ (Figura 1c). Porém na safra 2022/2023 o maior teor de Cu no solo foi de apenas 0,45 mg dm⁻³ (B+Cu+Mn) sendo 89% maior que o controle.

O teor de Mn antes da semeadura do amendoim na safra 2021/2022 já era alto (9,1 mg dm⁻³), mas ainda assim a aplicação de B+Zn+Mn aumentou o teor de Mn no solo em 28% em relação ao controle (Figura 1d). Na segunda safra o teor inicial de Mn no solo era baixo (1,9 mg dm⁻³) e quando não foi realizada adubação com esse micronutriente o teor reduziu (1,09 mg dm⁻³), e isso se deve a alta extração de Mn pelo amendoim, 120 g por tonelada de amendoim em casca produzido (Cordeiro et al., 2023). Além disso, foi realizada calagem nessas áreas e a medida que o pH do solo aumenta a disponibilidade de Mn, Cu e Zn no solo reduz (Peng et al., 2023).

APLICAÇÃO PRÁTICA

Os teores de B, Cu, Mn e Zn no solo aumentaram sempre que a adubação continha esses nutrientes. Porém o teor de B sempre esteve menor que o nível crítico, sendo necessário a aplicação desse micronutriente em áreas de cultivo de amendoim em ambientes de solos arenosos de baixa fertilidade. Para os demais micronutrientes a aplicação via solo deve ser avaliada a cada ano, conforme o histórico de adubação do ano anterior e a taxa exportação de nutrientes da cultura.

AGRADECIMENTOS

Ao produtor rural Helder Lamberti pela parceria para condução do ensaio em sua propriedade.

LITERATURA CONSULTADA

CORDEIRO, C.F.S.; GALDI, L.V., ANDRADE, G.L.B., JUNIOR, G.S.M., ECHER, F.R. Extração e exportação de nutrientes por cultivares modernas de amendoim. Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UNOESTE. v. 4, 2023, p. 88-93.

CORDEIRO, L.F.S.; CORDEIRO C.F.S.; FERRARI, S. Cotton yield and boron dynamics affected by cover crops and boron fertilization in a tropical sandy soil. Field Crops Research. 284:108575 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108575>

CORDEIRO, C. F. S.; GALDI, L. V.; SILVA, GUSTAVO FERREIRA DA; CUSTODIO, C. C.; ECHER, FÁBIO R. Boron nutrition improves peanuts yield and seed quality in a low B sandy soil. REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (ONLINE), 2024. (no prelo).

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 2001.

SOUSA, D.M.; LOBATO, E. Cerrado, correção do solo e adubação. 2004 (2º ed), p. 202–203.

PENG, Z.; LIU, Y.; AN, Y.; WANG, Z.; LI, X.; GAO, H.; JIAO, S. Contrasting patterns and drivers of soil micronutrient availability in paddy and maize fields of eastern China. Geoderma, v.431, p.116342. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116342>

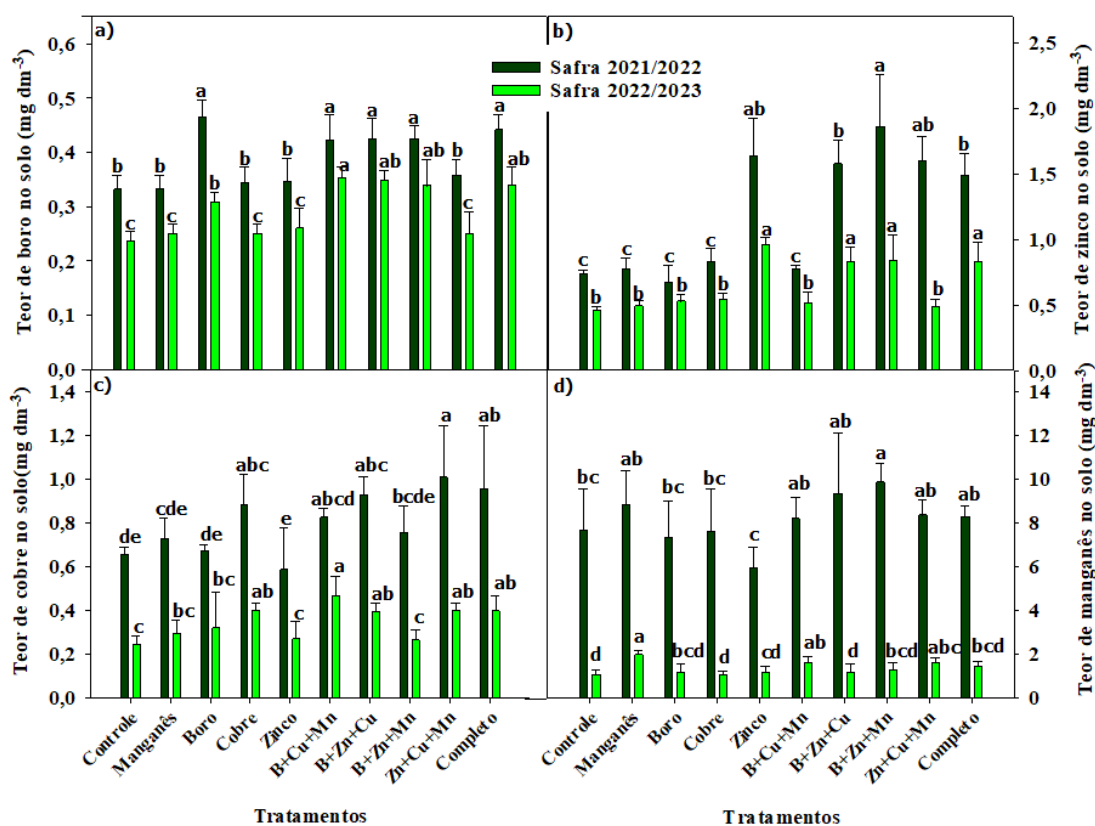


Figura 1. Teores dos micronutrientes no solo (mg dm⁻³) na camada de 0-20 cm do solo, nas safras de 2021/2022 e safra 2022/2023, após a colheita do amendoim em função dos diferentes tratamentos. Letras minúsculas comparam manejos de adubação com micronutrientes e se diferenciam pelo teste Tukey a 5%.

NODULAÇÃO E CRESCIMENTO DO AMENDOIM EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium elkanii* E DA APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO

Pedro Barbosa Silva¹, Lucas Emanuel Lopes¹, Myrella de Mello Domingues¹, Jorge González Aguilera¹ e Fábio Steiner¹

Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

PROBLEMÁTICA

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma da cultura leguminosa que vem sendo amplamente cultivado em áreas de reformas de canaviais e pastagens degradadas (CRUSCIOL et al., 2019; STEINER et al., 2021). No entanto, os sistemas de produção de amendoim ainda precisa superar alguns desafios devido à baixa fertilidade e alta acidez dos solos tropicais do Cerrado. O molibdênio (Mo) é um micronutriente importante para o crescimento das plantas, especialmente para as espécies leguminosas, como o amendoim, que tem capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico (N₂). A importância do Mo deve-se à sua participação como elemento estrutural da nitrogenase, enzima que controla o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) através dos rizóbios (FAGERIA et al., 2015). Portanto, a baixa disponibilidade de Mo no solo pode impactar severamente a FBN e a absorção de N (CRUSCIOL et al., 2019).

Os solos do Cerrado brasileiro são geralmente ácidos. Nessas condições, quando o pH do solo é menor que 5,2, a disponibilidade de Mo para as plantas é extremamente baixa, o que resulta na deficiência desse micronutriente nas plantas (QUAGGIO et al. 2004). Portanto, em muitas situações, as aplicações de calcário e de Mo são necessárias para fornecer disponibilidade adequada de Mo às plantas (CRUSCIOL et al., 2019). O Mo é requerido em pequenas quantidades pelas plantas e pode, portanto, ser aplicado via tratamento das sementes ou via aplicação foliar (NUNES et al. 2017; CRUSCIOL et al. 2019; STEINER et al. 2021). A aplicação foliar de Mo tem sido mais eficazes do que a aplicação no solo, especialmente em solos ácidos, devido ao menor efeito do processo de adsorção deste micronutriente no solo (VALENCIANO et al., 2011). No entanto, estudos que avaliaram a eficiência da adubação foliar de Mo em lavouras de amendoim inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium* sp. na região do Cerrado Sul-Mato-Grossense ainda são escassos e incipientes.

CONHECIMENTO PRÉVIO

As respostas de produtividade à adubação foliar de Mo em culturas leguminosas têm sido reportadas em solos tropicais ácidos, como soja (DOURADO-NETO et al., 2012), amendoim (CRUSCIOL et al., 2019) e feijão comum (SILVA et al., 2017). Crusciol et al. (2019) relataram que a inoculação de *Bradyrhizobium* sp. e a adubação foliar de Mo pode aumentar a produtividade de vagens do amendoim.

A resposta da adubação foliar de Mo em melhorar a produtividades das culturas leguminosas está frequentemente relacionada ao aumento da nodulação e da capacidade da planta de fixar nitrogênio (N). A adubação foliar de Mo pode aumentar a atividade das enzimas nitrogenase e nitrato redutase, aumentando a absorção de N pelas plantas (SILVA et al., 2017). Portanto, práticas agrícolas sustentáveis que otimizem a FBN, como a fertilização com Mo e a inoculação com rizóbios, são essenciais para aumentar a produtividade e a rentabilidade do amendoim no Brasil.

Este estudo foi realizado para avaliar a eficiência da inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* e da adubação foliar de Mo na nodulação e no crescimento das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. IAC Tatu ST) cultivadas em solo arenoso moderadamente ácido do Cerrado brasileiro.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento de campo foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia – MS (51°48' W, 19°05' S e altitude média de 470 m). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação pluvial e temperatura média anual de 1.520 mm e 24,1 °C, respectivamente.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico órtico latossólico (NQo), profundo, bem drenado e de textura arenosa (95 g kg⁻¹ de argila, 50 g kg⁻¹ de silte e 855 g kg⁻¹ de areia). Antes do início do experimento, área experimental vinha sendo ocupada com pastagem em alto nível de degradação.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pela inoculação ou não das sementes com *Bradyrhizobium elkanii*. As subparcelas foram constituídas pela aplicação de cinco doses de molibdênio (0, 25, 50, 100 e 150 g ha⁻¹) via aplicação foliar, no pré-florescimento do amendoim aos 32 dias após a emergência das plantas (DAE). A fonte de molibdênio utilizada foi o fertilizante Nodulus[®] Premium 125, foliar, contendo 10% de Mo. A inoculação das sementes com *B. elkanii* foi realizada com o inoculante líquido Gelfix 5[®] contendo as estirpes Semia 587 e SEMIA 5019 (concentração mínima de 5 x 10⁹ células viáveis por mL), na dosagem de 4 mL kg⁻¹ de semente. Cada unidade experimental foi constituída de quatro linhas de amendoim no espaçamento entrelinhas de 0,50 m, sendo que as avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

A semeadura do amendoim foi realizada utilizando-se o cultivar IAC Tatu ST de porte ereto, ciclo curto de 90 a 100 dias. A adubação de semeadura foi realizada com aplicação de 900 kg ha⁻¹ da formulação NPK 04-14-08 no sulco de semeadura.

Aos 50 dias, no estágio entre o início do florescimento e início da formação dos ginóforos, foram coletadas 5 plantas aleatórias por parcela, utilizando-se um enxadão na profundidade de 0,0 a 0,25 m. Em seguida, as plantas foram levadas ao laboratório para lavagem do sistema radicular e contagem do número de nódulos por planta. Após a secagem do material vegetal em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas determinou-se a matéria seca de nódulos, da parte aérea e das raízes. As folhas de amendoim também foram utilizadas para a avaliação dos teores de N no tecido foliar.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão polinomial e as equações significativas ($p \leq 0,05$) com os maiores coeficientes de determinação (R^2) foram ajustadas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sisvar[®] versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação das sementes com *B. elkanii* afetou significativamente ($P < 0,05$) o número de nódulos por planta, matéria seca de nódulos, teor de N foliar e matéria seca da parte aérea das plantas (Tabela 1). Os resultados reportaram que a inoculação resultou no aumento de 52% no número de nódulos por planta, de 32% na matéria seca de nódulos por planta e de 27% no teor de N nas folhas de amendoim em relação as plantas não inoculadas. Este aumento no estabelecimento de nódulos nas raízes das plantas pode ter sido melhorado em decorrência do baixo número de rizóbios nativos no solo, pois pode-se verificar baixa nodulação das plantas no tratamento controle. Segundo Crusciol et al. (2019), em algumas condições a população de rizóbios nativos do solo pode estar reduzida, tais como em áreas submetidas a temperaturas elevadas ou à baixa umidade do solo, ou em áreas sem histórico de cultivo anterior com leguminosas, como em área de reforma de pastagem degradadas. Portanto, a inoculação

das sementes pode ser um fator determinante para o aumento da produtividade do amendoim em regiões tropicais.

O número de nódulos e a matéria seca dos nódulos aumentaram linearmente com o aumento da dose de Mo aplicada via foliar (Figura 1). O número de nódulos aumentou de 227 para 338 nódulos por planta, indicando que houve aumento de 49% comparando-se o número de nódulos na ausência de Mo e com a aplicação foliar de 150 g ha⁻¹ de Mo (Figura 1A). A matéria seca de nódulos aumentou de 218,4 mg planta⁻¹ para 337,4 mg planta⁻¹, indicando que houve aumento de 54% comparando-se a massa de matéria seca de nódulos na ausência de Mo e com a aplicação foliar de 150 g ha⁻¹ de Mo (Figura 1B).

Os teores mais elevados de N nas folhas de amendoim (42,5 g kg⁻¹) foram obtidos com a aplicação foliar de 90 g ha⁻¹ de Mo (Figura 1C). Este aumento nos teores de N nas folhas de amendoim com as doses de Mo pode ter ocorrido devido ao fato desse micronutriente desempenhar um papel indispensável na atividade das enzimas nitrogenase. Segundo Fageria et al. (2015), o Mo é cofator das enzimas nitrogenase e nitrato redutase e, estas enzimas são responsáveis pela assimilação do N atmosférico e pela conversão do N na forma de nitrato e nitrito, respectivamente. A maior produção de matéria seca da parte aérea das plantas de amendoim foi obtida com a aplicação foliar de 80 g ha⁻¹ de Mo (Figura 1D). Por sua vez, a aplicação foliar de Mo não afetou significativamente a produção de matéria seca das raízes de amendoim.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* e a aplicação foliar de molibdênio são práticas agrícolas eficientes e sustentáveis que podem ser recomendadas aos produtores brasileiros de amendoim na região do Cerrado brasileiro, por melhorarem a nodulação, a fixação biológica de N e o crescimento das plantas de amendoim. A dose ótima de aplicação foliar de Mo na cultura do amendoim para os solos arenosos na região do Cerrado brasileiro pode variar de 80 a 90 g ha⁻¹ de Mo.

LITERATURA CITADA

CRUSCIOL, C. A. C.; FERRARI-NETO, J.; MUI, T. S.; FRANZLUEBBERS, A. J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A.; RIBEIRO, L. C.; COSTA, N. R. 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**, v. 43, e0170399, 2019.

DOURADO-NETO, D.; DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; SILVA, M. R.; PAVINATO, P. S.; HABITZREITER, T. L. Mineral fertilizer with cobalt and molybdenum in soybean crops. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p.:2741-52, 2012.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. Molybdenum requirements of dry bean with and without liming. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.46, n.8, p.965-78, 2015.

NUNES, R. T. C.; SOUZA, U. O.; ARAUJO NETO, A. C.; MORAIS, O. M. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de doses de molibdênio e da população de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3. p. 533-42, 2017.

QUAGGIO, J. A.; GALLO, P. B.; OWINO-GERROH, C.; ABREU, M. F.; CANTARELLA, H. Peanut response to lime and molybdenum application in low pH soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 659-664, 2004.

SILVA, A.; FRANZINI, V. I.; PICCOLLA, C. D.; MURAOKA, T. Molybdenum supply and biological fixation of nitrogen by two Brazilian common bean cultivars. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.2, p.100-105, 2017.

STEINER, F., L. F. M. QUEIROZ, A. M. ZUFFO, K. C. SILVA, AND I. M. O. LIMA. 2021. Peanut response to co-inoculation of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* and molybdenum application in sandy soil of the Brazilian Cerrado. *Agronomy Journal*, v.113, n.1, p.623-632, 2021.

Tabela 1. Efeito da inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* no número de nódulos por planta, matéria seca de nódulos, teor foliar de nitrogênio, e matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cultivar IAC Tatu ST) cultivadas em solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

Inoculação das sementes	Número de nódulos por planta	Matéria seca de nódulos (mg)	Teor de N foliar (g kg ⁻¹)	Matéria seca da parte aérea (g)	Matéria seca das raízes (g)
Controle	218 b	233 b	35,3 a	29,1 b	12,1 a
<i>Bradyrhizobium elkanii</i>	332 a	307 a	36,7 a	34,7 a	13,7 a
CV (%)	17,42	18,78	8,12	10,87	17,41

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

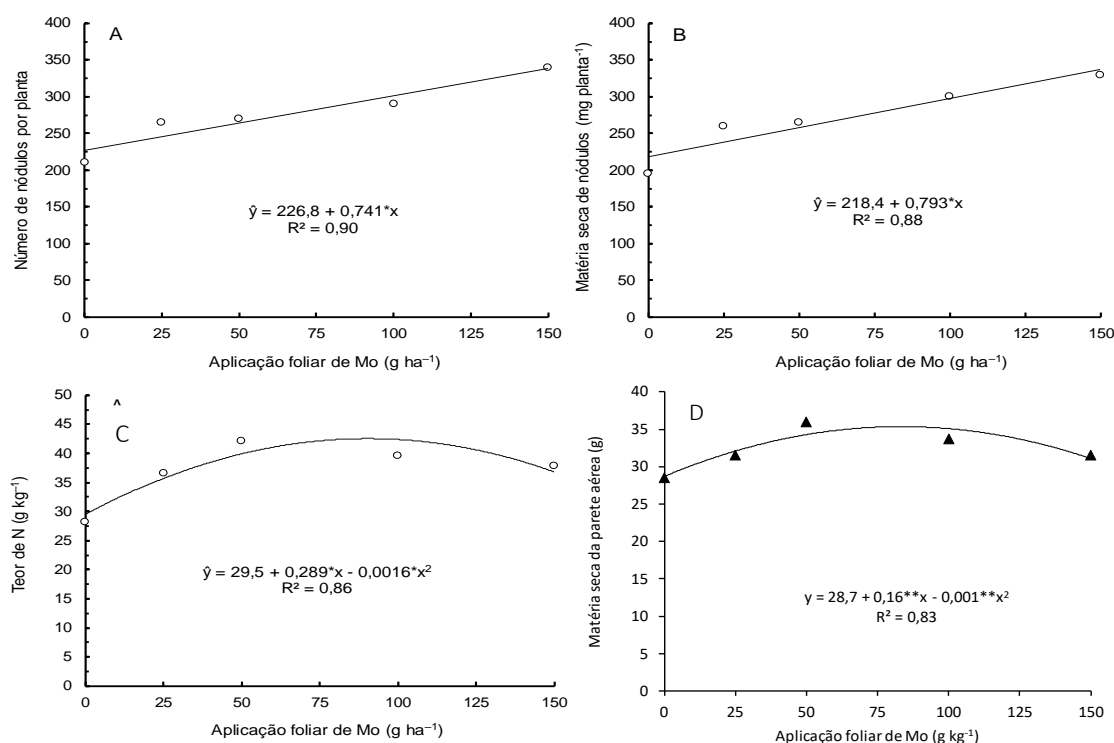


Figura 1. Efeito da adubação foliar de molibdênio no número de nódulos por planta (A), matéria seca de nódulos (B), teor de N foliar (C) e matéria seca da parte aérea (D) das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cultivar IAC Tatu ST) cultivado em solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

NODULAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DO AMENDOIM EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA SEMENTE E DA INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum*

Leonardo Borges Vasconcelos Meira¹, Bruno Henrique Rodrigues de Souza¹, João Pedro Barreto Tenório¹, Marcos Naum Rodrigues Lima¹, Jorge González Aguilera¹ e Fábio Steiner¹

Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

PROBLEMÁTICA

O cultivo de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é excelente opção de diversificação para os produtores rurais, especialmente devido à suas múltiplas utilidades na alimentação humana e na produção de óleo e farelo, dentre outros produtos. Esta cultura possui inúmeras vantagens quando cultivado em sistemas de rotação de culturas, pois a cultura tem como característica: ciclo curto, resistência à seca e cultivo totalmente mecanizado, sendo dessa forma muito empregado em áreas de reforma de canaviais e de pastagens (GROTTA et al., 2008). No entanto, o cultivo de amendoim não tem sido explorado na da região do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

O amendoim por ser uma espécie leguminosa, possui a capacidade de associação com bactérias fixadoras de N (*Bradyrhizobium* sp.), o que lhe permite eficiência no processo de absorção desse nutriente. No entanto, a prática de inoculação com *Bradyrhizobium* (rizóbio) nas áreas de cultivos comerciais de amendoim no Brasil não tem sido muito comum, principalmente, devido a ampla faixa de rizóbios nativos presentes nos solos tropicais com capacidade de colonizar as raízes de amendoim (THIES et al., 1991). Contudo, em algumas situações, como em áreas de primeiro cultivo de plantas leguminosas, onde não existem populações consideráveis de rizóbio no solo, a prática de inoculação tem sido recomendada com a finalidade de aumentar o rendimento da cultura, como reportado por Crusciol e Soratto (2007).

Outro fator que pode afetar o crescimento e a produtividade da cultura do amendoim é o tamanho das sementes utilizadas na semeadura. A semente caracteriza-se como o elemento básico para a formação de um estande adequado e, conseqüente, pode afetar o desenvolvimento e a produtividade da cultura. O tamanho da semente é um importante indicador físico da qualidade fisiológica das sementes, pois pode afetar a taxa de germinação e o crescimento inicial das plântulas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Apesar do alto potencial de cultivo do amendoim para a região do Cerrado Sul-Mato-Grossense, há poucas pesquisas sobre os efeitos promovidos pela inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e a influência do tamanho das sementes na nodulação e no crescimento inicial da cultura na região Leste do Mato Grosso do Sul.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Estudos conduzidos em outras regiões reportaram efeitos benéficos da inoculação com estirpes específicas de *Bradyrhizobium* sp. sobre a produção da cultura do amendoim (CRUSCIOL et al., 2019). As estirpes de rizóbio, além da eficiência em fixar o nitrogênio atmosférico, devem possuir a habilidade de competir com as estirpes nativas do solo. Esse é um dos fatores limitantes que mais favorece para o insucesso da inoculação em condições de campo. Quanto ao tamanho das sementes, estudos realizados por Carvalho (1972), reportaram que sementes de amendoim maiores são responsáveis por dar origem a plântulas mais vigorosas quando comparadas as plantas oriundas de sementes pequenas. Por sua vez, Queiroga et al. (2011) constataram que as sementes pequenas se destacaram nos testes de germinação e

vigor em relação as sementes de maior tamanho, sendo que o tamanho das sementes não influenciou na qualidade fisiológica.

Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tamanho da semente e da inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* sobre a nodulação e o crescimento inicial das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em solo arenoso do Cerrado.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, em Cassilândia (MS). Foram utilizados vasos plásticos com 8 dm³ de capacidade, preenchidos com 7,5 dm³ de solo arenoso classificado como Neossolo Quartzarênico – NQ. Após a calagem, o solo foi fertilizado com 40 mg kg⁻¹ de N (ureia), 300 mg kg⁻¹ de P (superfosfato simples), 150 mg kg⁻¹ de K (cloreto de potássio) e 15 mg kg⁻¹ de S (gesso agrícola).

Os vasos foram dispostos no delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3 × 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por três tamanho de sementes (pequena, média e grande) e do uso de sementes inoculadas e não inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso contendo duas plantas, perfazendo um total de 24 vasos.

Sementes da cultivar de amendoim IAC Tatu ST oriundas de um experimento de campo instalado no município de Cassilândia-MS, foram separadas em três classes de tamanho a partir das diferenças de massa, definindo-se os seguintes grupos: i) Sementes pequenas (P), massa variando de 0,16–0,24 g; ii) Sementes médias (M), massa variando de 0,32–0,40 g; e, iii) Sementes grandes (G), massa variando de 0,48–0,56 g.

A inoculação com *B. japonicum* foi realizada com o inoculante líquido Simbiose Nod Soja[®] (Simbiose) contendo as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 (concentração mínima de 7,2 x 10⁹ células viáveis por mL), na dose de 3 mL kg⁻¹ de semente.

Foram semeadas oito sementes de amendoim cv. RUNNER IAC 886 por vaso, e 8 dias após a emergência foi efetuado o desbaste, deixando duas plantas por vaso. O teor de água do solo foi monitorado diariamente e mantido próximo da capacidade de retenção de água com irrigações diárias pelo sistema de microaspersão.

Aos 12 dias após a semeadura, foram contabilizados a porcentagem de emergência das plântulas. Aos 40 dias após a semeadura, no início do florescimento do amendoim, foram avaliados a altura de planta, área foliar, número de nódulos por planta, matéria seca dos nódulos, da parte aérea e das raízes. Os nódulos, a parte aérea (folhas + caules) e as raízes foram secos em estufa à 65 °C por 72 horas, e pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g.

Os dados foram submetidos às análises de variância, e as médias foram comparadas pelo teste t (LSD), ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o software estatístico Sisvar versão 5.6 para Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho das sementes e a inoculação de *B. japonicum* não influenciaram significativamente ($p < 0,05$) a porcentagem de emergência das plântulas de amendoim (Tabela 1). Estes resultados indicam que o tamanho da semente e a inoculação das sementes com *B. japonicum* não comprometeu o estabelecimento inicial das plantas.

O tamanho das sementes e a inoculação com *B. japonicum* influenciaram significativamente ($p < 0,05$) o número de nódulos por planta e a matéria seca dos nódulos (Tabela 1). Os maiores valores de número de nódulos por planta e matéria seca dos nódulos foram obtidos para as sementes grandes em

comparação as sementes pequenas (Tabela 1). Estes resultados evidenciam que o tamanho das sementes exerce influência direta na formação e no tamanho dos nódulos radiculares do amendoim; sendo que as sementes grandes resultam em plantas com maior quantidade de nódulos, além de aumentar o tamanho dos nódulos em comparação as plantas oriundas de sementes pequenas.

A inoculação das sementes com *B. japonicum* resultou no aumento do número de nódulos por planta e na matéria seca de nódulos por planta em comparação as plantas não inoculadas (Tabela 1). O aumento na quantidade e no tamanho dos nódulos por planta obtido com a inoculação das sementes com *B. japonicum* pode ter sido devido ao efeito desta rizobactérias em melhorar a capacidade da formação dos nódulos radiculares em plantas leguminosas. Resultados semelhantes foram reportados por Santos et al. (2017), os quais concluíram que a inoculação das sementes de amendoim com *B. japonicum* pode proporcionar sustentabilidade para o sistema de produção de amendoim na região do Cerrado por melhorar a nodulação das raízes e a fixação biológica de nitrogênio.

O tamanho das sementes afetou significativamente ($p < 0,05$) a altura das plantas, a área foliar e a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de amendoim (Tabela 2). A maior taxa de crescimento e produção de matéria seca das plantas de amendoim foi obtida quando se utilizou sementes grandes, ao passo que as sementes pequenas originaram plantas menores e com menor matéria seca. Estes resultados reportam que a quantidade de reserva das sementes utilizadas na semeadura exerce efeito direto no crescimento e desenvolvimento inicial das plantas de amendoim. Sementes grandes com maior quantidade de reserva podem resultar em plantas com maior taxa de crescimento inicial e maior produção de matéria seca da parte aérea e das raízes (Tabela 2). Conforme Carvalho e Nakagawa (2000), a quantidade de reserva da semente influencia no vigor e no crescimento inicial da planta, originando plântulas mais nutridas, por fornecer dessa forma, maior nutrição à plântula, como reportado neste estudo.

A inoculação das sementes com *B. japonicum* influenciou significativamente ($p < 0,05$) a altura das plantas, mas não interferiu ($p > 0,05$) na área foliar, matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de amendoim (Tabelas 2). Estes resultados indicam que a inoculação de bactérias simbióticas nas sementes de amendoim tem pouco efeito no crescimento inicial das plantas quando cultivadas em condições controladas.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A implantação da cultura do amendoim, sempre que possível, deve ser realizada com a utilização de sementes de maior tamanho (grandes), por melhorar a nodulação das raízes e promover o maior crescimento e produção de matéria seca das plantas quando comparado a utilização de sementes menores (pequenas e médias).

A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* melhorou a nodulação das raízes e a altura das plantas; no entanto, não teve efeito benéfico sobre o crescimento e a produção de matéria seca das plantas de amendoim, quando cultivadas em condições controladas.

LITERATURA CITADA

CARVALHO, N. M. Efeitos do tamanho sobre o comportamento da semente de amendoim. **Ciência e Cultura**, v. 24, n.1, p. 64-69, 1972.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CRUSCIOL, C. A. C.; FERRARI-NETO, J.; MUI, T. S.; FRANZLUEBBERS, A. J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A.; RIBEIRO, L. C.; COSTA, N. R. 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**, v. 43, e0170399, 2019.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 1-8, 2007.

GROTTA, D. C. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; REIS, G. N.; CORTEZ, J. W.; 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.

QUEIROGA, V. P.; FREIRE, R. M. M.; ARAÚJO, M. E. R.; LIMA, V. I.; QUEIROGA, D. A. N. Influência do tamanho da semente de amendoim sobre sua qualidade fisiológica. **Revista Agroambiente**, v. 5, n. 1, p. 30-34, 2011.

SANTOS, D. M. S.; BUSH, A.; SILVA, E. R.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F. Bactérias fixadoras de nitrogênio e molibdênio no cultivo do amendoim em solo do Cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 1-9, 2017.

THIES, J. E.; SINGLETON, P. W.; BOHLOOL B. B. Influence of the size of indigenous rhizobial populations on establishment and symbiotic performance of introduced rhizobia on field-grown legumes. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 57, n. 1, p. 19-28, 1991.

Tabela 1. Efeito do tamanho da semente e da inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* sobre a emergência, número de nódulos e a matéria seca dos nódulos das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. IAC Tatu ST) cultivadas em condições de casa de vegetação

Fatores de variação	Emergência de planta (%)	Número de nódulos por planta	Matéria seca dos nódulos (mg/planta)
Tamanho da semente			
Pequena	88,1 a	46,3 b	12,1 c
Média	94,4 a	58,3 b	20,6 b
Grande	90,6 a	80,8 a	31,8 a
Inoculação das sementes			
Controle (não inoculadas)	90,0 a	50,4 b	14,9 b
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	92,5 a	78,3 a	28,9 a
CV (%)	5,82	18,50	11,98

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cada fonte de variação não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Tabela 2. Efeito do tamanho da semente e da inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* na altura de planta, área foliar, matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. IAC Tatu ST) cultivadas em condições de casa de vegetação

Fatores de variação	Altura de planta (cm)	Área foliar (dm ²)	Matéria seca da parte aérea (g/planta)	Matéria seca das raízes (g/planta)
Tamanho da semente				
Pequena	8,87 c	0,24 c	1,68 c	0,98 c
Média	10,40 b	0,31 b	2,50 b	1,45 b
Grande	11,69 a	0,39 a	3,13 a	1,71 a
Inoculação das sementes				
Controle (não inoculadas)	9,75 b	0,30 a	2,32 a	1,33 a
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	11,32 a	0,32 a	2,48 a	1,43 a
CV (%)	6,88	7,61	10,35	9,61

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cada fonte de variação não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM FUNÇÃO DA COINOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* EM ÁREA DE REFORMA DE PASTAGEM

Mariela Fernandes da Silva¹, Lucas Emanuel Lopes¹, Myrella de Mello Domingues¹, Pedro Barbosa Silva¹, Jorge González Aguilera¹ e Fábio Steiner¹

Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

PROBLEMÁTICA

O Brasil possui cerca de 30 milhões de hectares de áreas de pastagens em algum estágio de degradação, com baixíssima produtividade para o alimento animal (MAPA, 2023). O adequado uso de tecnologias e de boas práticas de manejo torna possível reinserir estas áreas ao processo produtivo. A degradação do solo é uma consequência de a perda da capacidade física, química e biológica de um solo continuar produtivo, o que o impossibilita o aporte de carbono orgânico com a retenção de dióxido de carbono (CO₂). A degradação ambiental impõe elevados custos à sociedade, além do empobrecimento do produtor rural (MAPA, 2023). Isso nos leva a refletir que a recuperação dessas áreas degradadas é fundamental para a pecuária, para o solo e todos os seus recursos, evitando impactos negativos na sociedade.

Entre as tecnologias aplicáveis para a recuperação dessas áreas degradadas, destacam-se a adoção de sistemas conservacionistas com o uso de plantas leguminosas adaptadas ao sistema de produção da região (CARNEIRO et al., 2011). As plantas leguminosas têm a capacidade de fornecer nitrogênio (N) para o solo utilizando o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) (SANTOS et al., 2018), e, assim, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de produção. Neste contexto, a cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) pode ser utilizada na recuperação e/ou renovação das áreas de pastagens degradadas da região Leste do Estado de Mato Grosso do Sul, onde está inserido o município de Cassilândia.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O amendoim é uma espécie leguminosa com capacidade de fixar nitrogênio atmosféricos (N₂) em solos menos ácidos. No entanto, pesquisas com o cultivo de amendoim nas condições brasileiras não reportaram efeitos positivos, na produtividade de grãos, decorrente da inoculação com estirpes específicas de *Bradyrhizobium* spp. Estes resultados são em decorrência da elevada população de rizóbios nativos existente nas condições edafoclimáticas brasileiras. Apesar dessas constatações, existem certas condições em que a população de rizóbios nativos do solo pode estar reduzida, como exemplo, quando do cultivo do amendoim em sucessão a pastagens em área sem histórico de cultivo com leguminosas, podendo a inoculação aumentar a produtividade da cultura (CRUSCIOL & SORATTO, 2007; STEINER et al., 2021).

Considerando as limitações da FBN do amendoim inoculado com *Bradyrhizobium* spp. e os efeitos benéficos das rizobactérias do gênero *Azospirillum* no crescimento das plantas, iniciou-se, nos últimos anos, os estudos com co-inoculação de *Bradyrhizobium* spp. e *A. brasilense* em plantas de soja, buscando ganho em nodulação e suprimento de nitrogênio, resultando em maior produção da planta (HUNGRIA et al., 2013; FUKAMI et al. 2018). A tecnologia de co-inoculação consiste na utilização de combinações de diferentes microrganismos, os quais produzem efeito sinérgico, em que se superam os resultados produtivos obtidos quando utilizados na forma isolada (HUNGRIA et al., 2013). Nos casos em que é utilizado *A. brasilense* em plantas leguminosas, o efeito benéfico da associação com o *Bradyrhizobium* spp. se deve, na maior parte, a capacidade que a rizobactéria tem de produzir

hormônios vegetais, que resulta em maior crescimento do sistema radicular, e, portanto, a possibilidade de explorar um volume mais amplo de solo (FUKAMI et al., 2018). No entanto, não há estudos que comprovam os efeitos benéficos da coinoculação de *Bradyrhizobium* spp. e *A. brasilense* na cultura do amendoim.

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na nodulação e na produtividade da cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. RUNNER IAC 886), cultivado em área de reforma de pastagens degradadas no município de Cassilândia-MS.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento de campo foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia – MS (51°48' W, 19°05' S e altitude média de 470 m). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco (precipitação no inverno menor que 60 mm), com precipitação pluvial e temperatura média anual de 1.520 mm e 24,1 °C, respectivamente.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico órtico latossólico (NQo), profundo, bem drenado e de textura arenosa (95 g kg⁻¹ de argila, 50 g kg⁻¹ de silte e 855 g kg⁻¹ de areia). Antes do início do experimento, área experimental vinha sendo ocupada com pastagem em elevado nível de degradação, em decorrência do inadequado uso e manejo do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelos diferentes tratamentos de inoculação das sementes [controle (sem inoculação), inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, inoculação com *Azospirillum brasilense* e coinoculação com *B. japonicum* e *A. brasilense*]. Cada unidade experimental foi constituída de quatro linhas de semeadura de amendoim no espaçamento entrelinhas de 0,75 m, sendo que as avaliações de nodulação e de produtividade foram realizadas nas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades de cada fileira de plantas (totalizando uma área útil de 3,75 m² (1,5 m de largura × 2,5 m de comprimento).

A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* foi realizada com o inoculante comercial líquido Simbiose Nod Soja[®] (Simbiose: Agrotecnologia Biológica) contendo as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 (concentração mínima de 7,2 x 10⁹ células viáveis por mL), na dose de 3 mL kg⁻¹ de semente. Para a inoculação com *Azospirillum brasilense* foi utilizado o inoculante comercial líquido AzoTotal[®] (Total Biotecnologia) que contém as estirpes AbV5 e AbV6 (concentração mínima de 2,0 x 10⁸ células viáveis por mL), na dose de 4 mL kg⁻¹ de semente. A coinoculação foi realizada misturando as duas rizobactérias, nas mesmas proporções utilizadas quando inoculadas isoladamente, ou seja, 3 mL do inoculante contendo *B. japonicum* + 4 mL de inoculante contendo *A. brasilense* por quilograma de semente de amendoim.

A semeadura do amendoim foi realizada utilizando-se o cultivar RUNNER IAC 886 de porte rasteiro, ciclo longo de 125 a 130 dias. A adubação de semeadura foi realizada com aplicação de 800 kg ha⁻¹ da formulação NPK 04-14-08 no sulco de semeadura.

Aos 65 dias após a emergência das plantas, foram coletadas cinco plantas aleatórias para a avaliação do número de nódulos por planta e a matéria seca dos nódulos. Os nódulos foram secos em estufa à 65 °C, por 72 horas, e pesados. Na colheita do amendoim foram avaliados o número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a produtividade de vagens.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sisvar[®] versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* influenciou significativamente ($p < 0,05$) a nodulação, número de vagens por plantas e a produtividade de vagens (Tabela 1). De acordo com Silva et al. (2009), essa prática é vantajosa em aspecto econômico por proporcionar o total aproveitamento do N fixado, diferente da utilização de fertilizantes químicos. Nesse sentido, Spolaor et al. (2016), relatou que a fixação biológica de N pode diminuir o uso de fertilizantes nitrogenados.

A inoculação de *B. japonicum* de forma isolada e a coinoculação de *B. japonicum* e *A. brasilense* resultaram em ganhos na produtividade de vagens se diferenciando do controle (Tabela 1). Sizenando (2015) corrobora com este trabalho pois ele obteve resultados em que a inoculação com três isolados do gênero *Bradyrhizobium* incrementaram a produtividade de vagens em amendoim, sendo significativamente superior ao controle. Estudos realizado por Torneli et al. (2015), obtiveram resultados idênticos a este trabalho em relação ao rendimento de grãos em soja, sendo que a inoculação de *B. japonicum* e a coinoculação se diferenciaram do controle.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A coinoculação das sementes de amendoim com de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* resultou no aumento da nodulação das plantas de amendoim. A inoculação de *B. japonicum* de forma isolada e a coinoculação de *B. japonicum* e *A. brasilense* pode proporcionar sustentabilidade para o sistema de produção de amendoim em áreas de reformas de pastagem por incrementar a produtividade de amendoim em vagem.

LITERATURA CITADA

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1553-1560, 2007.

FUKAMI, J.; CERZINI, P.; HUNGRIA, M. *Azospirillum*: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. **AMB Express**, v. 8, n. 73, p. 1-12, 2018.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology Fertility of Soils**, v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Recuperação de Áreas Degradadas**, 2023.

SANTOS, D. M. S.; BUSH, A.; SILVA, E. R.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F. Bactérias fixadoras de nitrogênio e molibdênio no cultivo do amendoim em solo do Cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n.1, p. 84-92, 2017.

SILVA, A. L. P.; SANTOS, L. P.; CERDEIRO, A. P.; OBERLE, R. Adubação nitrogenada na formação de amendoim forrageiro. **Ciência e Cultura**, v.40, p.82-85, 2009.

SIZENANDO, C. I. T. **Estimativa de produção de genótipos de amendoim inoculados com isolados de *Bradyrhizobium***. 2015. 47p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Biotecnologia e Melhoramento Vegetal) – Universidade Estadual da Paraíba/ Embrapa Algodão, CAMPINA GRANDE – PB, 2015.

SPOLAOR, L. T.; GONÇALVES, L. S. A.; SANTOS, O. J. A. P.; OLIVEIRA, A. L. M.; SCAPIM, C. A.; BERTAGNA, F. A. B.; KUKI, M. C. Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação

nitrogenada de cobertura no desempenho agrônômico de milho pipoca. **Bragantia**. v.75, n.1, p.33-40, 2016.

STEINER, F.; QUEIROZ, L.F.M.; ZUFFO, A.M.; SILVA, K.C.; LIMA, I.M.O. Peanut response to co-inoculation of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* and molybdenum application in sandy soil of the Brazilian Cerrado. **Agronomy Journal**. v.113:623-632, 2021.

TORNELI, I. M. B.; LIBÓRIO, P. H. S.; NÓBILE, F. O.; TREVISOLI, S. H. U.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. desempenho de cultivares de soja em resposta a co-inoculação nas sementes. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**, v. 7, 2015.

Tabela 1. Efeitos da inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e/ou *Azospirillum brasilense* na nodulação e na produtividade da cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. RUNNER IAC 886), cultivado em área de reforma de pastagens degradadas no município de Cassilândia-MS

Inoculação das sementes	Nódulos por planta (n°.)	Matéria seca de nódulos (mg/planta)	Vagens por planta (n°.)	Grãos por vagem (n°.)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Controle	170 b	82,5 a	11,7 b	1,48 a	1.595 b
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	211 b	103,6 a	14,5 a	1,41 a	2.100 a
<i>Azospirillum brasilense</i>	204 b	112,7 a	12,6 ab	1,50 a	1.872 ab
<i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i>	268 a	144,7 a	11,8 b	1,47 a	1.907 a
CV (%)	18,52	15,70	19,86	9,73	15,73

Valores médios representados por letras diferentes nas colunas são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO E A INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium elkanii* EM SOLO ARENOSO DO CERRADO

Lucas Emanuel Lopes¹, Myrella de Mello Domingues, Pedro Barbosa Silva, Jorge González Aguilera¹ e Fábio Steiner¹

Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

PROBLEMATICA

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma das leguminosas mais importantes cultivadas no mundo, principalmente devido ao seu alto valor nutritivo e baixo custo de produção. O amendoim possui alto teor de óleo nas sementes (45–50%) e alto teor de proteína (22–30%), o que torna esta cultura excelente fonte de alimento e de proteínas para a população mundial (AKRAM et al., 2018). O Brasil é um dos maiores produtores de amendoim do mundo, o qual vem sendo amplamente utilizado no cultivo de rotação de culturas em áreas de reformas de canaviais e pastagens degradadas (CRUSCIOL et al., 2019; STEINER et al., 2021). No entanto, o cultivo de amendoim ainda precisa superar alguns desafios devido à baixa fertilidade e alta acidez dos solos tropicais do Cerrado.

O molibdênio (Mo) é um micronutriente importante para o crescimento das plantas, principalmente para espécies leguminosas, como o amendoim, que pode fixar o nitrogênio atmosférico (N₂). A importância do Mo se deve principalmente à sua participação como elemento estrutural da nitrogenase, enzima que controla o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) através dos rizóbios (FAGERIA et al., 2015). Portanto, a deficiência de Mo no solo pode impactar severamente a FBN e a absorção de N (CRUSCIOL et al., 2019). Os sintomas de deficiência de Mo em plantas de amendoim se assemelham aos da deficiência de N, ou seja, amarelecimento das folhas, crescimento atrofiado e baixo rendimento de grãos (QUAGGIO et al. 2004).

Os solos do Cerrado brasileiro são geralmente ácidos. Nessas condições, quando o pH do solo é menor que 5,2, a disponibilidade de Mo para as plantas é extremamente baixa, o que resulta na deficiência desse micronutriente nas plantas (QUAGGIO et al. 2004). Portanto, em muitas situações, as aplicações de calcário e Mo são necessárias para fornecer disponibilidade adequada de Mo às plantas (CRUSCIOL et al., 2019; STEINER et al., 2021). O Mo é requerido em pequenas quantidades pelas plantas e pode, portanto, ser aplicado via tratamento das sementes e/ou aplicação foliar (NUNES et al. 2017; CRUSCIOL et al. 2019; STEINER et al. 2021). A aplicação foliar de Mo são frequentemente mais eficazes do que a aplicação no solo, especialmente em solos ácidos, devido ao menor efeito do processo de adsorção deste micronutriente no solo (VALENCIANO et al., 2011). No entanto, estudos que avaliaram a eficiência da adubação foliar de Mo em lavouras de amendoim inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium* sp. na região do Cerrado Sul-Mato-Grossense ainda são escassos e incipientes.

CONHECIMENTO PRÉVIO

As respostas de produtividade à adubação foliar de Mo em culturas leguminosas têm sido reportadas em solos tropicais ácidos, como soja (DOURADO-NETO et al., 2012), amendoim (CRUSCIOL et al., 2019) e feijão comum (SILVA et al., 2017). Crusciol et al. (2019) relataram que a inoculação de *Bradyrhizobium* sp. e a adubação foliar de Mo pode aumentar a produtividade de vagens do amendoim.

A resposta da adubação foliar de Mo em melhorar a produtividades das culturas leguminosas está frequentemente relacionada ao aumento da capacidade da planta de fixar e utilizar nitrogênio (N). A

adubação foliar de Mo pode aumentar a atividade das enzimas nitrogenase e nitrato redutase, aumentando a absorção de N pelas plantas (SILVA et al., 2017). Portanto, práticas agrícolas sustentáveis que otimizem a FBN, como a fertilização com Mo e a inoculação com rizóbios, são essenciais para aumentar a produtividade e a rentabilidade do amendoim no Brasil.

Este estudo foi realizado para avaliar a eficiência da inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* e da adubação foliar de Mo na produtividade da cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. IAC Tatu ST) cultivada em solo arenoso moderadamente ácido do Cerrado brasileiro.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento de campo foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia – MS (51°48' W, 19°05' S e altitude média de 470 m). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação pluvial e temperatura média anual de 1.520 mm e 24,1 °C, respectivamente.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico órtico latossólico (NQo), profundo, bem drenado e de textura arenosa (95 g kg⁻¹ de argila, 50 g kg⁻¹ de silte e 855 g kg⁻¹ de areia). Antes do início do experimento, área experimental vinha sendo ocupada com pastagem em alto nível de degradação.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pela inoculação ou não das sementes com *Bradyrhizobium elkanii*. As subparcelas foram constituídas pela aplicação de cinco doses de molibdênio (0, 25, 50, 100 e 150 g ha⁻¹) via pulverização foliar, no pré-florescimento do amendoim aos 32 dias após a emergência das plantas (DAE). A fonte de molibdênio utilizada foi o fertilizante Nodulus[®] Premium 125, foliar, contendo 10% de Mo. A inoculação das sementes com *B. elkanii* foi realizada com o inoculante líquido GELFIX 5[®] contendo as estirpes Semia 587 e SEMIA 5019 (concentração mínima de 5 x 10⁹ células viáveis por mL), na dosagem de 4 mL kg⁻¹ de semente. Cada unidade experimental foi constituída de quatro linhas de amendoim no espaçamento entrelinhas de 0,50 m, sendo que as avaliações de produção foram realizadas nas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

A semeadura do amendoim foi realizada utilizando-se o cultivar IAC Tatu ST de porte ereto, ciclo curto de 90 a 100 dias. A adubação de semeadura foi realizada com aplicação de 900 kg ha⁻¹ da formulação NPK 04-14-08 no sulco de semeadura. Na colheita do amendoim foram avaliados o número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e a produtividade de vagens.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão polinomial e as equações significativas ($p \leq 0,05$) com os maiores coeficientes de determinação (R^2) foram ajustadas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sisvar[®] versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação das sementes com *B. elkanii* afetou significativamente ($P > 0,05$) o número de vagens por planta e a produtividade de vagens do amendoim (Tabela 1). Os demais componentes de produção da cultura do amendoim não foram afetados significativamente ($P > 0,05$) pela inoculação das sementes com *B. elkanii* (Tabela 1). Alguns estudos com o cultivo de amendoim nas condições brasileiras não reportam efeitos positivos na produtividade de vagens decorrente da inoculação com *Bradyrhizobium* spp. Em geral, estes resultados são em decorrência da elevada população de rizóbios nativos existente nas condições edáficas brasileiras. No entanto, neste estudo foram inoculadas cepas de

B. elkanii, as quais possuem alta capacidade de competir com a elevada variedade de microorganismos nativos fixadores de N nativos do solo.

A adubação foliar com Mo afetou significativamente ($P > 0,05$) o número de vagens por planta, número de grãos por vagens e a produtividade de vagens da cultura do amendoim (Figura 1). As doses de Mo aplicadas resultaram no incremento linear do número de vagens por planta (Figura 1A), ao passo que o maior número de grãos por vagem e produtividade de vagens foram obtidas com a aplicação foliar de 85 e 88 g ha⁻¹ de Mo (Figuras 1B e 1D, respectivamente). Crusciol et al. (2019) estudando o efeito da inoculação e da aplicação foliar de Mo não constatara efeito significativo da aplicação de Mo na produtividade de vagens do amendoim. Um dos fatores que podem limitar a resposta da cultura à adubação foliar de Mo é a quantidade suficiente desse micronutriente no solo. No entanto, neste estudo a cultura do amendoim foi cultivada em área de reforma de pastagem degradada com baixos níveis de disponibilidade de nutrientes no solo. A produtividade média obtida neste estudo para a cultivar de amendoim IAC Tatu ST é pouco inferior ao potencial de produtividade de vagens da cultivar que varia de 3.000 a 4.000 kg ha⁻¹.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* e a aplicação foliar de molibdênio são práticas agrícolas eficientes e sustentáveis que podem ser recomendadas aos produtores brasileiros de amendoim na região do Cerrado brasileiro, por incrementarem a produtividade de vagens da cultura. A produtividade de vagens de amendoim aumentou 10% com a inoculação de *B. elkanii* em comparação com plantas não inoculadas. A dose ótima de aplicação foliar de Mo na cultura do amendoim para os solos arenosos na região do Cerrado brasileiro pode variar de 85 a 90 g ha⁻¹ de Mo.

LITERATURA CITADA

AKRAM, N. A.; SHAFIQ, F.; ASHRAF, M. Peanut (*Arachis hypogaea* L.): A prospective legume crop to offer multiple health benefits under changing climate. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.17, n.5, p.1325-38, 2018.

CRUSCIOL, C. A. C.; FERRARI-NETO, J.; MUI, T. S.; FRANZLUEBBERS, A. J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A.; RIBEIRO, L. C.; COSTA, N. R. 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**, v. 43, e0170399, 2019.

DOURADO-NETO, D.; DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; SILVA, M. R.; PAVINATO, P. S.; HABITZREITER, T. L. Mineral fertilizer with cobalt and molybdenum in soybean crops. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p.:2741-52, 2012.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. Molybdenum requirements of dry bean with and without liming. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.46, n.8, p.965-78, 2015.

NUNES, R. T. C.; SOUZA, U. O.; ARAUJO NETO, A. C.; MORAIS, O. M. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de doses de molibdênio e da população de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3. p. 533-42, 2017.

QUAGGIO, J. A.; GALLO, P. B.; OWINO-GERROH, C.; ABREU, M. F.; CANTARELLA, H. Peanut response to lime and molybdenum application in low pH soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 659-664, 2004.

SILVA, A.; FRANZINI, V. I.; PICCOLLA, C. D.; MURAOKA, T. Molybdenum supply and biological fixation of nitrogen by two Brazilian common bean cultivars. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.2, p.100-105, 2017.

STEINER, F., L. F. M. QUEIROZ, A. M. ZUFFO, K. C. SILVA, AND I. M. O. LIMA. 2021. Peanut response to co-inoculation of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* and molybdenum application in sandy soil of the Brazilian Cerrado. **Agronomy Journal**, v.113, n.1, p.623-632, 2021.

Tabela 1. Efeito da inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* no número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de vagens do amendoim (*Arachis hypogaea* L., cultivar IAC Tatu ST) cultivado em solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

Inoculação das sementes	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de vagens (kg ha ⁻¹)
Controle	23,0 b	1,63 a	35,3 a	2.004 b
<i>Bradyrhizobium elkanii</i>	28,3 a	1,67 a	36,7 a	2.212 a
CV (%)	7,18	7,69	8,71	5,63

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

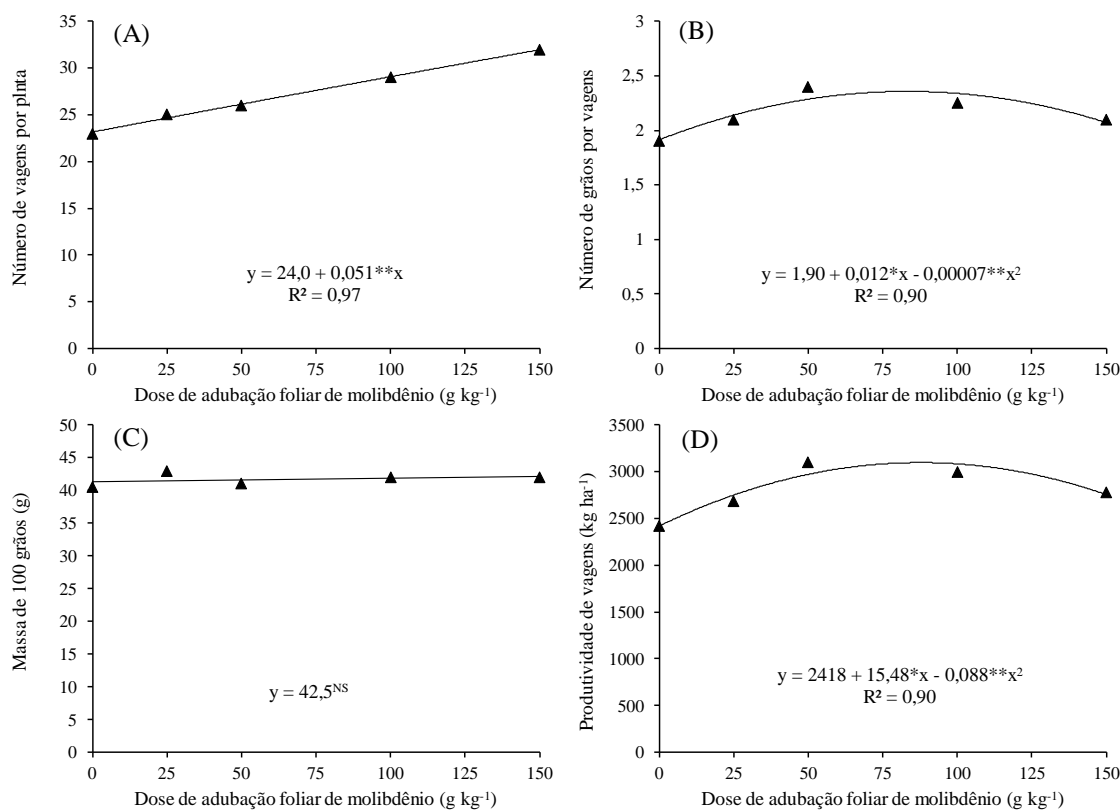


Figura 1. Efeito da adubação foliar de molibdênio no número de vagens por planta (A), número de grãos por vagem (B), massa de 100 grãos (C) e produtividade de vagens (D) da cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L., cultivar IAC Tatu ST) cultivado em solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM RASTEIRO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO EM SOLO ARENOSO DO CERRADO

Myrella de Mello Domingues¹, Lucas Emanuel Lopes¹, Pedro Barbosa Silva¹, Jorge González Aguilera¹ e Fábio Steiner¹

¹ Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

PROBLEMÁTICA

O Brasil possui cerca de 30 milhões de hectares de áreas de pastagens em algum estágio de degradação, com baixíssima produtividade para o alimento animal (MAPA, 2023). Isso nos leva a refletir que a recuperação dessas áreas degradadas é fundamental para a pecuária, para o solo e todos os seus recursos, evitando impactos negativos na sociedade. Portanto, o adequado uso de tecnologias e de boas práticas de manejo torna possível reinserir estas áreas ao processo produtivo.

Em área de reforma de pastagens degradadas poderá haver maior produtividade do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) com aplicação de molibdênio (Mo) (CRUSCIOL et al. 2019), pois a recomendação de calagem para a maioria das forrageiras tropicais do gênero *Urochloa* spp. visa elevar a saturação por bases à 50%, o que na maioria dos solos tropicais do Cerrado resulta em pH considerado baixo, ou seja, acidez alta, refletindo em menor disponibilidade de Mo (MENGEL & KIRKBY, 2001). O Mo é componente estrutural da enzima nitrogenase, responsável pela fixação simbiótica do N₂ atmosférico por rizóbios, e da enzima redutase do nitrato, responsável pela redução do nitrato (NO₃⁻) a nitrito (NO₂⁻), sendo que a fixação biológica do nitrogênio e a assimilação do NO₃⁻ são seriamente afetadas pela deficiência de Mo (LI et al., 2013). Em geral, os sintomas de deficiência de Mo expressam-se em condições de deficiência de N, apresentando amarelecimento das folhas mais velhas e possíveis necroses marginais com acúmulo de nitrato (QUAGGIO et al., 2004).

CONHECIMENTO PRÉVIO

A disponibilidade de Mo aumenta com o aumento do pH do solo e solos ácidos com pH inferior a 5,2, a quantidade de Mo disponível para as plantas é extremamente baixa, em geral, entre 0,10 e 0,25 mg kg⁻¹ (MENGEL & KIRKBY, 2001). Como o Mo é exigido em pequenas quantidades pelas culturas, este micronutriente pode ser aplicado como fertilizante foliar ou no tratamento de sementes. Caires e Rosolem (2000) constataram que a aplicação de Mo nas sementes aumentou a matéria seca de nódulos, mas não interferiu de forma significativa no número de nódulos por plantas de amendoim. Quaggio et al. (2004) constataram que o tratamento de sementes de amendoim com Mo resultou em aumentos significativos no teor de N nas folhas e consequentemente à produtividade dos grãos. Steiner et al. (2018) também verificaram que a aplicação de Mo via tratamento das sementes melhorou a nodulação das plantas de amendoim. Portanto, o Mo pode ser um micronutriente de maior resposta para o amendoim em solos tropicais; no entanto, há poucos estudos que avaliaram a aplicação desse micronutriente na cultura do amendoim.

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de molibdênio via tratamento das sementes sobre a nodulação e a produtividade da cultura do amendoim cultivada em área de reforma de pastagem degradada no município de Cassilândia-MS.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento de campo foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia – MS (51°48' W, 19°05' S e altitude média de 470 m). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco (precipitação no inverno menor que 60 mm), com precipitação pluvial e temperatura média anual de 1.520 mm e 24,1 °C, respectivamente.

O solo da área experimental é classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico (NQo), profundo, bem drenado e de textura arenosa (95 g kg⁻¹ de argila, 50 g kg⁻¹ de silte e 855 g kg⁻¹ de areia). Antes do início do experimento, área experimental vinha sendo ocupada com pastagem em elevado nível de degradação, em decorrência do inadequado uso e manejo do solo. Amostras de solo foram coletadas na camada superficial de 0,0–0,20 m e submetidas a caracterização das propriedades químicas do solo. A análise química do solo revelou os seguintes resultados: pH de 4,9, 7,8 mg dm⁻³ de P, 3,60 cmol_c dm⁻³ de H+Al, 1,50 cmol_c dm⁻³ de Ca, 0,50 cmol_c dm⁻³ de Mg, 0,16 cmol_c dm⁻³ de K, 5,8 cmol_c dm⁻³ de CTC, 38% de saturação de bases, 15,1 g dm⁻³ de matéria orgânica, 0,24 mg dm⁻³ de Mo, 0,74 mg dm⁻³ de Cu, 0,81 mg dm⁻³ de Zn, 76,0 mg dm⁻³ de Fe e 33,2 mg dm⁻³ de Mn.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação (+Mo) ou não de molibdênio (-Mo) na proporção de 10 g de Mo para 50 kg de sementes. A fonte de Mo utilizada foi o fertilizante comercial para sementes Nodulus[®] Premium 125 contendo 10% de Mo. Cada unidade experimental foi constituída de quatro linhas de semeadura de amendoim no espaçamento entrelinhas de 0,75 m, sendo que as avaliações de nodulação e de produtividade foram realizadas nas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades de cada fileira de plantas [totalizando uma área útil de 3,75 m² (1,5 m de largura × 2,5 m de comprimento)].

A semeadura do amendoim foi realizada utilizando-se o cultivar RUNNER IAC 886 de porte rasteiro, ciclo longo de 125 a 130 dias. A adubação de semeadura foi realizada com aplicação de 800 kg ha⁻¹ da formulação NPK 04-14-08 no sulco de semeadura.

Aos 65 dias após a emergência das plantas, foram coletadas cinco plantas aleatórias para a avaliação do número de nódulos por planta e a matéria seca dos nódulos. Os nódulos foram secos em estufa à 65 °C, por 72 horas, e pesados. Na colheita do amendoim foram avaliados o número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e a produtividade de vagens.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sisvar[®] versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de Mo afetou significativamente ($p < 0,05$) o número de nódulos por planta e a matéria seca dos nódulos (Tabela 1). Os resultados reportaram que a aplicação de Mo resultou no aumento de 50% (de 172 para 259 nódulos) no número de nódulos por planta e de 61% na matéria seca dos nódulos, passando de 84,4 para 135,9 mg. Resultados semelhantes foram obtidos por Caires e Rosolem (2000), os quais verificaram o aumento na nodulação das raízes de amendoim com a aplicação de Mo. Steiner et al. (2018) também verificaram que a aplicação de Mo via tratamento das sementes melhorou o número de nódulos e a matéria seca dos nódulos das plantas de amendoim. Quaggio et al. (2004) constataram que a aplicação de Mo via semente resultou em aumentos significativos no teor de N nas folhas de amendoim e, conseqüentemente, melhorou a rendimento de grãos da cultura.

Dentre os micronutrientes, o Mo se destaca por ser um constituinte básico das enzimas nitrogenase, que atua na redução do N₂ a amônia (NH₃) (PESSOA et al., 2001), e da enzima nitrato

redutase, responsável pela redução de (NO_3^-) a (NO_2^-) (KERBAUY, 2012). Nesse sentido, Trevisan e Steiner (2016), relataram que a adubação de Mo melhorou a nodulação das raízes e a nutrição nitrogenada das plantas, porém, em relação aos componentes de produção e produtividade de vagens da cultura do amendoim surtiram poucos efeitos, entrando em concordância com este trabalho. Esses resultados provavelmente estão relacionados ao teor de Mo presente no solo que foi capaz de suprir as necessidades das plantas em estágio inicial de crescimento proporcionando adequado desenvolvimento das plantas.

APLICAÇÃO PRÁTICA

O tratamento das sementes com molibdênio melhorou a nodulação das raízes de amendoim, no entanto, não teve efeito nos componentes de produção e na produtividade de amendoim, quando cultivado em um solo arenoso sob área de reforma de pastagem degradada no município de Cassilândia-MS.

LITERATURA CITADA

- CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. A. Nodulação e absorção de nitrogênio pelo amendoim em resposta à calagem, cobalto e molibdênio. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 337-341, 2000.
- CRUSCIOL, C. A. C.; FERRARI-NETO, J.; MUI, T. S.; FRANZLUEBBERS, A. J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A.; RIBEIRO, L. C.; COSTA, N. R. 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**, v. 43, e0170399, 2019.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. 2012, 431p.
- LI, S. X.; WANG, Z. H.; STEWART, B. A. Chapter Five. Responses of Crop Plants to Ammonium and Nitrate N. **Advances in Agronomy**, v. 118, p. 205-397, 2013.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Recuperação de Áreas Degradadas**, 2023.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5th ed. Academic Publishers, Dordrecht, Kluwer, USA, 2001.
- PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Atividades de nitrogenase e redutase de nitrato e produtividade do feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 217-224, 2001.
- QUAGGIO, J. A.; GALLO, P. B.; OWINO-GERROH, C.; ABREU, M. F.; CANTARELLA, H. Peanut response to lime and molybdenum application in low pH soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 659-664, 2004.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª Ed., Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; SANTOS, D. M. S.; BUSH, A. Molibdênio e coinoculação de sementes de amendoim com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em solo do Cerrado. **Acta Igazu**, v. 7, n. 4, p. 128-137, 2018.
- TREVISAN, M. V.; STEINER, F. Inoculação e adubação molíbdica no amendoim cultivado em áreas de recuperação de pastagens degradadas. In: ENCONTRO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO- ENEPEX. 2016, Dourados-MS. **Resumos...** Dourados- MS: Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD, 2016.

Tabela 1. Efeitos do tratamento das sementes com molibdênio na nodulação e na produtividade da cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. RUNNER IAC 886), cultivado em área de reforma de pastagem degradada no município de Cassilândia-MS

Aplicação de molibdênio	Nódulos por planta (n°)	Matéria seca de nódulos (mg/planta)	Vagens por planta (n°)	Grãos por vagem (n°)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
-Mo	172 b	84,4 b	12,2 a	1,47 a	68,2 a	1.824 a
+Mo	259 a	135,9 a	13,2 a	1,46 a	68,5 a	1.913 a
CV (%)	24,23	21,74	13,56	8,75	13,49	12,96

-Mo: sem aplicação de molibdênio. +Mo: com aplicação de molibdênio nas sementes. Valores médios representados por letras diferentes nas colunas são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

RESPOSTA DE CULTIVARES DE AMENDOIM À APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA TRATAMENTO DAS SEMENTES

Bruno Henrique Rodrigues de Souza¹, João Pedro Barreto Tenório¹, Leonardo Borges Vasconcelos Meira¹, Marcos Naum Rodrigues Lima¹, Jorge González Aguilera¹ e Fábio Steiner¹

¹Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

PROBLEMÁTICA

O molibdênio (Mo) é um micronutriente essencial para o crescimento das plantas, especialmente para as espécies leguminosas, como o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), que possuem a capacidade de fixar o N₂ atmosférico. A importância deste micronutriente deve-se à sua participação como constituinte estrutural das enzimas nitrogenase, responsável pela fixação biológica do nitrogênio (FBN) por rizóbios, e nitrato redutase, responsável pela redução do nitrato (NO₃⁻) a nitrito (NO₂⁻) (KERBAUY, 2012). Portanto, em solos deficientes em Mo tanto a FBN como a assimilação do N podem ser severamente prejudicadas (LI et al., 2013). Em geral, os sintomas de deficiência de Mo expressam-se de maneira similar a deficiências de N, apresentando amarelecimento das folhas mais velhas e possíveis necroses marginais com acúmulo de nitrato (QUAGGIO et al., 2004).

Os solos do Cerrado, na sua maioria, caracterizam-se por serem ácidos e, nestas condições quando o pH é inferior a 5,2, a quantidade de Mo disponível para as plantas é extremamente baixa, resultando na deficiência desse micronutriente às plantas (MENGEL; KIRKBY, 2001), sendo necessário a aplicação de fertilizantes contendo Mo nas lavouras de amendoim (STEINER et al., 2021). Como o Mo é exigido em pequenas quantidades pelas plantas, este micronutriente pode ser aplicado via tratamento das sementes ou aplicação foliar (CARDOSO et al., 2021; CRUSCIOL et al., 2019).

CONHECIMENTO PRÉVIO

O Mo tem sido considerado um dos micronutrientes de maior resposta para a cultura do amendoim em solos tropicais brasileiros. No entanto, as respostas da cultura à aplicação de Mo via tratamento das sementes depende da cultivar e das condições edafoclimáticas. Caires e Rosolem (2000) constataram que a aplicação de Mo nas sementes aumentou a matéria seca de nódulos, mas não interferiu de forma significativa no número de nódulos por plantas de amendoim. Quaggio et al. (2004) constataram que a aplicação de Mo via semente resultou em aumentos significativos no teor de N nas folhas de amendoim e, conseqüentemente, melhorou a rendimento de grãos da cultura. Portanto, o uso de práticas agrícolas sustentáveis que otimizem a FBN pela cultura do amendoim são importantes para assegurar elevados níveis de produtividade. No entanto, são escassos os estudos que avaliaram os efeitos da aplicação de Mo em solos arenosos moderadamente ácidos da região do Cerrado.

As cultivares comerciais de amendoim podem ser divididas em dois grupos de crescimento, de porte ereto e de porte rasteiro. O amendoim do tipo ereto, por ser mais precoce, com ciclo entre 90 e 110 dias, pode ser possuir maior exigências nutricionais quando comparado ao amendoim do tipo rasteiro, que possui ciclo entre 130 e 150 dias (SILVA et al., 2019).

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a eficiência do tratamento das sementes com Mo na nodulação e no crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso moderadamente ácido da região do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, em Cassilândia (MS). Foram utilizados vasos plásticos com 8 dm³ de capacidade, preenchidos com 7,5 dm³ de solo arenoso moderadamente ácido (pH 5,0) classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico – NQo. Antes do início do experimento, o solo foi fertilizado com 80 mg dm⁻³ de N (ureia), 250 mg dm⁻³ de P (superfosfato simples), 100 mg dm⁻³ de K (cloreto de potássio), 15 mg dm⁻³ de S (gesso agrícola), 2 mg dm⁻³ de Cu (sulfato de cobre), 2 mg dm⁻³ de Zn (sulfato de zinco) e 1 mg dm⁻³ de B (ácido bórico).

Os vasos foram dispostos no delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2 × 2, com seis repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de amendoim [IAC Tatu ST (porte ereto) e Runner IAC 886 (porte rasteiro)] e da aplicação a aplicação (+Mo) ou não aplicação de molibdênio (-Mo) na proporção de 200 mg kg⁻¹ de sementes. A fonte de Mo utilizada foi o fertilizante comercial para sementes Nódulus[®] Premium 125 (Biosoja) contendo 10% de Mo. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso contendo duas plantas, perfazendo um total de 24 vasos.

Foram semeadas 10 sementes por vaso, e aos oito dias após a semeadura, realizou-se o desbaste deixando-se duas plantas por vaso. O teor de água do solo foi monitorado diariamente e mantido próximo da capacidade de retenção de água com irrigações diárias pelo sistema de microaspersão.

Aos 12 dias após a semeadura, foram contabilizados a porcentagem de emergência das plântulas. Aos 45 dias após a semeadura, foram avaliados a altura de planta, área foliar, número de nódulos por planta, matéria seca dos nódulos, da parte aérea e das raízes. Os nódulos, a parte aérea (folhas + caules) e as raízes foram secos em estufa à 65 °C por 72 horas, e pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste F de Fisher-Snedecor à 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico Sisvar[®] versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de molibdênio (Mo) não afetou significativamente ($p > 0,05$) a porcentagem de emergência das plântulas de amendoim, independentemente da cultivar utilizada (Tabela 1). Estes resultados indicam que a aplicação desse micronutriente sobre as sementes não comprometeu o estabelecimento inicial do estande de plantas. O estabelecimento de um estande adequado de plantas é fundamental para obter altos níveis de rendimentos de grãos de amendoim.

A cultivar de amendoim IAC Tatu ST tem maior altura de planta, área foliar, número de nódulos e maior matéria seca de nódulos quando comparado a cultivar Runner IAC 886. Por sua vez, a cultivar Runner IAC 886 possui maior matéria seca da parte aérea e das raízes quando comparado a cultivar de amendoim IAC Tatu ST (Tabelas 1 e 2). Estas diferenças são devido aos distintos hábitos de crescimento destas duas cultivares de amendoim, uma vez que a cultivar IAC Tatu ST possui hábito de crescimento ereto, ao passo que a cultivar Runner IAC 886 tem hábito de crescimento prostrado (rasteiro).

A aplicação de Mo nas sementes não influenciou significativamente ($p > 0,05$) a altura das plantas de amendoim. No entanto, a aplicação de Mo resultou na maior área foliar e maior matéria seca da parte aérea das plantas de amendoim (Tabela 1). A aplicação de Mo via sementes também afetou significativamente o número de nódulos por planta e a matéria seca dos nódulos (Tabela 2). Esses resultados se assemelham aos obtidos por Caires e Rosolem (2000), os quais verificaram aumento da matéria seca dos nódulos das plantas de amendoim. O Mo é importante na composição da

molibdoferredoxina (complexo Mo-Fe-S-proteína), que juntamente com a azotoferrredoxina (complexo Fe-S-proteína) formam a enzima nitrogenase, capaz de catalisar a redução do N_2 a amônia – NH_3 (LOPES; LIMA, 2015) e, da enzima nitrato redutase, responsável pela redução do nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-) (KERBAUY, 2012).

Em geral, os estudos indicam que a resposta do amendoim à adição de Mo está relacionada com o pH do solo, sendo as maiores respostas obtidas em solos com pH inferior a 5,0 (MENGEL; KIRKBY, 2001). Neste contexto, Rosolem e Caires (1998), reportaram que a calagem tem sido considerada prática eficiente para o suprimento adequado de Mo, por torná-lo mais disponível às plantas, em consequência da elevação do pH do solo, que promove liberação de íons-Mo adsorvidos na superfície dos óxidos de ferro e alumínio. Portanto, as respostas significativas da aplicação de Mo nas sementes evidenciada neste estudo se deve ao valor do pH do solo de 5,0, o que resultou em níveis insuficientes de Mo para as plantas de amendoim.

APLICAÇÃO PRÁTICA

O tratamento das sementes de amendoim com Mo pode proporcionar sustentabilidade para a produção de amendoim em solos arenosos moderadamente ácidos da região do Cerrado Sul-Mato-Grossense por melhorar a nodulação das raízes, a área foliar e o crescimento da parte aérea das plantas.

LITERATURA CITADA

- CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. A. Nodulação e absorção de nitrogênio pelo amendoim em resposta à calagem, cobalto e molibdênio. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 337-341, 2000.
- CARDOSO, B. M.; LAZARINI, E.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; SANTOS, F. L. D.; DAMETO, L. S. Effect of foliar molybdenum application on seed quality of soybean cultivars. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 52, n. 6, p. 666-672, 2021.
- CRUSCIOL, C. A. C.; FERRARI-NETO, J.; MUI, T. S.; FRANZLUEBBERS, A. J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A.; RIBEIRO, L. C.; COSTA, N. R. 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**, v. 43, e0170399, 2019.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2012, 431p.
- LI, S. X.; WANG, Z. H.; STEWART, B. A. Chapter Five. Responses of Crop Plants to Ammonium and Nitrate N. **Advances in Agronomy**, v. 118, n. 2, p. 205-397, 2013.
- LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. **Fisiologia da produção**. Viçosa: Editora UFV. 2015, 280p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5th ed. Academic Publishers, Dordrecht, Kluwer, USA, 2001.
- QUAGGIO, J. A.; GALLO, P. B.; OWINO-GERROH, C.; ABREU, M. F.; CANTARELLA, H. Peanut response to lime and molybdenum application in low pH soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 659-664, 2004.
- ROSOLEM, C. A.; CAIRES, E. F. Yield and nitrogen uptake of peanuts as affected by lime, cobalt and molybdenum. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 4, p. 827-835, 1998.
- SILVA, R. P.; SANTOS, A. F.; CARREGA, W. C. **Avanços na produção de amendoim**. Jaboticabal: Funep, 2019. 214p.
- STEINER, F.; QUEIROZ, L. F. M.; ZUFFO, A. M.; SILVA, K. C.; LIMA, I. M. O. Peanut response to co-inoculation of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* and molybdenum application in sandy soil of the Brazilian Cerrado. **Agronomy Journal**. v. 113, p. 623-632, 2021.

Tabela 1. Efeito do tratamento das sementes com Mo sobre a emergência das plântulas, altura de planta, área foliar e matéria seca da parte aérea das plantas das duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso moderadamente ácido (pH 5,0) do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

Fontes de variação	Emergência (%)	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm ²)	Matéria seca da parte aérea (g)
Cultivar				
IAC Tatu ST	94 a	16,0 a	88,0 a	3,42 b
Runner IAC 886	90 a	11,6 b	62,8 b	6,02 a
Aplicação de Molibdênio				
-Mo	91 a	13,6 a	72,0 b	4,38 b
+Mo	92 a	14,1 a	78,9 a	5,06 a
CV (%)	8,48	7,49	6,00	8,98

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cada fonte de variação não diferem estatisticamente entre si pelo Teste F de Fisher-Snedecor ao nível de 5% de probabilidade. -Mo: sem aplicação de molibdênio. +Mo: com aplicação de molibdênio nas sementes. CV: coeficiente de variação.

Tabela 2. Efeito do tratamento das sementes com Mo sobre o número de nódulos por planta, matéria seca dos nódulos e matéria seca das raízes das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

Fontes de variação	Número de nódulos	Matéria seca dos nódulos (mg)	Matéria seca das raízes (g)
Cultivar			
IAC Tatu ST	178 a	99 a	1,31 b
Runner IAC 886	150 b	73 b	2,54 a
Aplicação de Molibdênio			
-Mo	144 b	76 b	1,88 a
+Mo	184 a	96 a	1,96 a
CV (%)	19,71	21,78	8,73

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cada fonte de variação não diferem estatisticamente entre si pelo Teste F de Fisher-Snedecor ao nível de 5% de probabilidade. -Mo: sem aplicação de molibdênio. +Mo: com aplicação de molibdênio nas sementes. CV: coeficiente de variação.

RESPOSTA DE CULTIVARES DE AMENDOIM À COINOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* E *Azospirillum brasilense*

Marcos Naum Rodrigues Lima¹, Leonardo Borges Vasconcelos Meira¹, João Pedro Barreto Tenório¹, Bruno Henrique Rodrigues de Souza¹, Jorge González Aguilera¹ e Fábio Steiner¹

¹ Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

PROBLEMÁTICA

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma das principais culturas oleaginosas cultivadas no Brasil e tem elevada importância socioeconômica para o agronegócio brasileiro (SOUZA et al., 2019), especialmente devido à suas múltiplas utilidades e alto teor de proteínas dos grãos (22 a 30%), tornando-se excelente opção de alimento para o consumo in natura (FIGUEIREDO, 2018). O cultivo de amendoim tem sido boa alternativa de diversificação para a agricultura familiar e para o setor sucroenergético. Nos últimos anos, tem-se intensificado a busca por tecnologias biológicas e práticas agrícolas sustentáveis que melhorem os sistemas agrícolas brasileiros e otimizem o uso dos recursos naturais (BERETA et al., 2022). Neste contexto, o uso de bioinsumos pode ser alternativa para melhorar a eficiência de absorção dos nutrientes e crescimento das plantas, além de reduzir o uso de fertilizantes minerais no cultivo do amendoim. No entanto, são escassos os estudos que avaliaram os efeitos das práticas de coinoculação de diferentes rizobactérias na nodulação e no crescimento da cultura do amendoim.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Dentre as práticas agrícolas sustentáveis que podem ser empregadas no cultivo de amendoim, o uso de rizobactérias promotoras de crescimento de planta (RPCP) em associação a inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp. tem-se destacado nos últimos anos (SANTOS et al., 2017; SILVA et al., 2017; STEINER et al., 2021). Estas rizobactérias são capazes de estimular o crescimento das plantas por induzir a fixação biológica de nitrogênio (FBN), promover a solubilização de fosfato e a síntese de sideróforos e de hormônios vegetais, tais como auxinas, citocininas e giberelinas (FUKAMI et al., 2018). As rizobactérias mais estudadas são as pertencentes aos gêneros *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Azospirillum* por favorecerem o desenvolvimento das plantas e a produção das culturas leguminosas (SOUZA et al., 2019; STEINER et al., 2021).

Santos et al. (2017) verificaram que a coinoculação das sementes de amendoim com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* melhorou a nodulação e a produção de matéria seca das plantas. Steiner et al. (2021) avaliando a eficiência agrônômica da co-inoculação de *B. japonicum* e *A. brasiliense* na cultura do amendoim, verificaram que a inoculação das sementes com *B. japonicum* aumentou a produtividade de grãos em 24,0%, ao passo que a co-inoculação de *B. japonicum* e *A. brasiliense* resultou no incremento de 25,3% em comparação ao tratamento controle não inoculado. No entanto, Steiner et al. (2018) reportaram que a coinoculação de *B. japonicum* e *A. brasiliense* não promoveu melhoria na nodulação e no crescimento das plantas de amendoim. Portanto, estes resultados contraditórios indicam que novos estudos devem ser realizados para testar os efeitos benéficos da co-inoculação de *B. japonicum* e *A. brasiliense* em diferentes cultivares de amendoim.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a eficiência da inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* de forma isolada e combinada na nodulação e no crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, em Cassilândia (MS). Foram utilizados vasos plásticos com 8 dm³ de capacidade, preenchidos com 7,5 dm³ de solo arenoso classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico (NQo). Após a calagem, o solo foi fertilizado com 20 mg dm⁻³ de N (ureia), 250 mg dm⁻³ de P (superfosfato simples), 100 mg dm⁻³ de K (cloreto de potássio), 15 mg dm⁻³ de S (gesso agrícola) e 1 mg dm⁻³ de Mo (molibdato de amônio).

Os vasos foram dispostos no delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 × 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo uso de duas cultivares de amendoim [IAC Tatu ST (porte ereto) e Runner IAC 886 (porte rasteiro)] e da aplicação de quatro tratamentos de inoculação das sementes [controle (sem inoculação), inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, inoculação com *Azospirillum brasilense* e coinoculação com *B. japonicum* e *A. brasilense*]. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso contendo duas plantas, perfazendo um total de 32 vasos.

A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* foi realizada com a aplicação do inoculante líquido Simbiose Nod Soja[®] (Simbiose: Agrotecnologia Biológica) contendo as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 (concentração mínima de 7,2 × 10⁹ células viáveis por mL), na dose de 3 mL/kg de semente. A inoculação de *Azospirillum brasilense* foi realizada com a aplicação do inoculante comercial líquido AzoTotal[®] (Total Biotecnologia) que contém as estirpes AbV5 e AbV6 (concentração mínima de 2,0 × 10⁸ células viáveis por mL), na dose de 4 mL/kg de semente. A coinoculação das sementes foi realizada misturando as duas rizobactérias, nas mesmas proporções utilizadas quando inoculadas isoladamente, ou seja, 3 mL/kg do inoculante contendo *B. japonicum* + 4 mL/kg de inoculante contendo *A. brasilense*.

Foram semeadas 10 sementes por vaso, e após a estabilização da emergência das plântulas, realizou-se o desbaste deixando-se duas plantas por vaso. O teor de água do solo foi monitorado diariamente e mantido próximo da capacidade de retenção de água com irrigações diárias pelo sistema de microaspersão.

Aos 15 dias após a semeadura, foram contabilizados a porcentagem de emergência das plântulas. Aos 60 dias após a semeadura, foram avaliados a altura de planta (AP), área foliar (AF), número de nódulos por planta (NN), matéria seca dos nódulos (MSN), da parte aérea (MPA) e das raízes (MSR). Os nódulos, a parte aérea (folhas + caules) e as raízes foram secos em estufa à 65 °C por 72 horas, e pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico Sisvar[®] versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e/ou *Azospirillum brasilense* de forma isolada ou combinada não resultou em efeito significativo ($p > 0,05$) na emergência das plantas de amendoim (Tabela 1). Avaliando os efeitos da (co)inoculação com *B. japonicum* e *A. brasilense* de forma isolada ou combinada, Santos *et al.* (2017) também verificaram que a coinoculação das sementes não teve efeito sobre a porcentagem de emergência das plantas de amendoim da cultivar IAC Tatu ST. Portanto, verifica-se que a inoculação de bactérias simbióticas e associativas não comprometeu o estabelecimento inicial do estande de plantas.

A inoculação com *B. japonicum* e *A. brasilense* de forma isolada e combinada afetou significativamente ($p < 0,05$) a altura de planta, área foliar e a matéria seca da parte aérea das plantas de

amendoim (Tabela 1). A coinoculação das sementes com *B. japonicum* e *A. brasilense* resultou em plantas com maior altura e maior área foliar quando comparado com as plantas inoculadas apenas com *B. japonicum* e com as plantas não inoculadas (controle). Estes resultados indicaram que a inoculação combinada de *B. japonicum* e *A. brasilense* estimulou o crescimento da parte aérea do amendoim. Este aumento do crescimento das plantas de amendoim com a coinoculação das sementes pode estar relacionado aos benefícios oriundos da coinoculação, por meio da associação da capacidade de fixação de N₂ pelas bactérias com *B. japonicum* com a produção de hormônios vegetais das bactérias *A. brasilense*.

A inoculação das sementes com *B. japonicum* e *A. brasilense* de forma isolada ou combinada resultou na maior produção de matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de amendoim comparado às plantas não inoculadas (Tabelas 1 e 2). O maior crescimento das plantas de amendoim com a coinoculação das sementes pode estar diretamente ligada aos efeitos benéficos destas bactérias, por meio da maior capacidade de fixação de N₂ e maior síntese de hormônios vegetais. Segundo Fukami et al. (2018), o *A. brasilense* tem a capacidade de produzir hormônios vegetais, tais como o ácido indolacético (AIA) e o ácido giberélico, os quais promovem o aumento do crescimento das plantas.

Os resultados reportaram que a inoculação de *B. japonicum* e *A. brasilense* de forma isolada e/ou combinada resultou no aumento do número de nódulos e maior matéria seca de nódulos quando comparado às plantas não inoculadas (Tabela 2). O aumento no número de nódulos por planta obtido com a coinoculação das sementes com *B. japonicum* e *A. brasilense* pode ter sido devido ao efeito sinérgico destas duas bactérias em aperfeiçoar a capacidade da formação dos nódulos radiculares em plantas leguminosas.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A inoculação das sementes de amendoim com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* de forma isolada e/ou combinada pode proporcionar sustentabilidade para o sistema de produção de amendoim na região do Cerrado Sul-Mato-Grossense por melhorar a nodulação das raízes e o crescimento inicial das plantas.

LITERATURA CITADA

BERETA, S. F.; ROSA, E. F. F.; KASEKER, J. F.; NOHATTO, M. A.; LUZ, S. Coinoculação de produtos biológicos na cultura do amendoim. **Agrarian**, v.15, n.55, e15717, 2022.

FUKAMI, J.; CERZINI, P.; HUNGRIA, M. *Azospirillum*: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. **AMB Express**, v. 8, n. 73, p. 1-12, 2018.

SANTOS, D. M. S.; BUSH, A.; SILVA, E. R.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F. Bactérias fixadoras de nitrogênio e molibdênio no cultivo do amendoim em solo do Cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n.1, p. 84-92, 2017.

SILVA, E. R. S.; BUSH, A.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F. Coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* em sementes de amendoim de diferentes tamanhos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.4, n.1, p. 93-102, 2017.

SOUZA, F. E. C.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; FREIRE, M. H. C.; LUZ, L. N.; SILVA, F. D. B. Produtividade de diferentes genótipos de amendoim submetidos a diferentes formas de adubação. **Nativa**, v.7, n.4, p. 383-388, 2019.

STEINER, F.; QUEIROZ, L. F. M.; ZUFFO, A. M.; SILVA, K. C.; LIMA, I. M. O. Peanut response to co-inoculation of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* and molybdenum application in sandy soil of the Brazilian Cerrado. **Agronomy Journal**. v.113:623-632, 2021.

STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; SANTOS, D. M. S.; BUSH, A. Molibdênio e coinoculação de sementes de amendoim com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em solo do Cerrado. *Acta Iguazu*, v.7, n.4, p. 128-137, 2018.

Tabela 1. Efeito da (co)inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e/ou *Azospirillum brasilense* sobre a emergência das plântulas, altura de planta, área foliar e matéria seca da parte aérea das duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense em condições de casa-de-vegetação

Fontes de variação	Emergência (%)	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm ³)	Matéria seca da parte aérea (g)
Cultivar				
IAC Tatu ST	86 a	29,5 b	90,5 a	3,58 b
Runner IAC 886	93 a	69,7 a	67,3 b	6,36 a
Inoculação das sementes				
Controle	91 a	40,6 b	59,6 c	4,03 b
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	89 a	52,4 a	68,4 bc	4,56 ab
<i>Azospirillum brasilense</i>	89 a	51,7 ab	90,6 ab	5,72 a
<i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i>	89 a	53,6 a	97,1 a	5,57 ab
CV (%)	9,57	16,40	22,70	24,31

Valores médios representados por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Tabela 2. Efeito da (co)inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e/ou *Azospirillum brasilense* no número de nódulos por planta, matéria seca dos nódulos e matéria seca das raízes das duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense em condições de casa-de-vegetação

Fontes de variação	Número de nódulos	Matéria seca dos nódulos (mg)	Matéria seca das raízes (g)
Cultivar			
IAC Tatu ST	188 a	90 a	1,30 b
Runner IAC 886	179 a	101 a	2,63 a
Inoculação das sementes			
Controle	95 b	53 b	1,61 b
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	185 b	105 ab	1,87 ab
<i>Azospirillum brasilense</i>	146 b	62 b	2,33 a
<i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i>	310 a	161 a	2,05 ab
CV (%)	36,58	50,06	26,01

Valores médios representados por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

USO EXCESSIVO DE ENXOFRE E BORO AUMENTAM A LIXIVIAÇÃO EM SOLOS ARENOSOS CULTIVADOS COM AMENDOIM

Leonardo Vesco Galdi¹; Carlos Felipe dos Santos Cordeiro² & Fábio Rafael Echer¹

¹Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Campus de Presidente Prudente –
leo.galdi@gmail.com; fabioecher@unoeste.br

²Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu – cordeirocfs@gmail.com

PROBLEMÁTICA

Enxofre (S) e boro (B) são nutrientes facilmente perdidos por lixiviação, especialmente em solos arenosos com preparo convencional, como ocorre no cultivo de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) no Brasil. Dessa forma há necessidade de estudos visando ajustar a dose de S e B para obter a máxima produtividade do amendoim, mas sem favorecer as perdas por lixiviação, buscando a máxima eficiência dos nutrientes.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Em solos arenosos há dificuldade em armazenar B nas camadas superficiais do solo e o risco de lixiviação é alto, pois esse nutriente predomina no solo na forma de ácido bórico (H_3BO_3) – sem cargas (Dhassi et al., 2019). Entretanto se aplicado na dose correta para a cultura que está sendo cultivada o risco de lixiviação é baixo (Cordeiro et al., 2022). Foi relatado recentemente que a máxima produtividade do amendoim obtida com aplicação de B entre 1,5 e 3,0 kg ha⁻¹ (Cordeiro et al., 2024), mas ainda não se sabe se a aplicação dessas doses aumentar a lixiviação de B em solos arenosos.

Com relação ao S, ainda faltam informações sobre a dose adequada para a cultura do amendoim. A extração de S em lavouras de alta produtividade é em torno de 22 kg ha⁻¹ (Cordeiro et al., 2023). Um estudo em solos arenoso indicou que é necessário aplicar entre 30 e 45 kg ha⁻¹ de S via sulfato (Hong et al., 2021) para se obter a melhor produtividade. Porém, quando se utiliza S elementar deve-se considerar a taxa de oxidação do S, que é afetada pela textura do solo e disponibilidade hídrica (Zhao et al., 2022). Apesar da taxa de lixiviação do S fornecido via S-elementar ser baixa, isso acontece em ambientes de clima temperado (Rhue e Kamprath, 1973). Assim, o efeito da aplicação de altas doses de S-elementar sobre a lixiviação do S em áreas de solos arenosos com cultivo de amendoim ainda não é conhecido. Além disso, não há trabalhos que indicam se há interação do S com o B. O objetivo do estudo foi avaliar a lixiviação de S e B em ambientes de produção de amendoim em solos arenosos.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Os experimentos foram conduzidos em áreas comerciais de produção de amendoim, nos municípios de Regente Feijó – SP e em Tupã – SP (22° 17' 21" S, 51° 16' 00" O) e (22° 07' 35" S, 50° 23' 48") respectivamente, em solos textura arenosa, na safra 2022/2023. Os teores iniciais de S no solo em Regente Feijó e Tupã (0 – 20 cm) eram de 3,5 e 4,0 mg dm⁻³, respectivamente, e de B eram 0,19 e 0,34 mg dm⁻³, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições e esquema de parcelas sub-divididas, onde, nas parcelas foram alocadas as fontes de S e B: Ulexita acidulada (10% B), S-elementar (90% S), Ulexita acidulada (10%) + enxofre elementar (90%) e Ulexita acidulada + S-elementar no mesmo grânulo (72% S e 2% B). Nas sub-parcelas foram alocadas as doses de S e B: sem aplicação (dose zero), 0,83 kg ha⁻¹ de B e 30 kg ha⁻¹ de S (dose baixa), 1,7 kg ha⁻¹ de B e 60 kg ha⁻¹ de S

(dose intermediária) e 3,3 kg ha⁻¹ de B e 120 kg ha⁻¹ de S (dose alta), aplicado via solo no momento da semeadura, manualmente. As parcelas tiveram dimensões de 3,6 m (largura) x 6 m (comprimento).

A semeadura foi realizada no dia 17/10/2022 no município de Tupã e 25/10/2022 em Regente Feijó, mecanicamente, com 32 sementes por metro e espaçamento de 0,73x0,17 m entre linhas, em sistema de linha dupla, com a cultivar Granoleico. A colheita foi realizada aproximadamente 130 dias após a emergência. Logo após a colheita foi coletado amostras de solo (cinco sub-amostras por parcela) estratificadas até 80 cm de profundidade e foi avaliado os teores de S e B seguindo a metodologia descrita por Rajj et al. (2001). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação S elementar, aumentou o teor de S em todas as camadas do solo (Figura 1). O nível crítico de S no solo é de 7,5 mg dm⁻³ na camada de 0-20 cm para a maior parte das culturas no Brasil (Pias et al., 2019) e isso foi obtido apenas com alta dose de S na área de Tupã-SP. Porém a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de S via S-elementar elevou o teor de S no solo próximo de 10 mg dm⁻³ na camada de 40-60 e 60-80 cm, ou seja, o teor foi maior em profundidade. Isso mostra a dificuldade de aumentar a disponibilidade de S na camada superficial de solos arenosos. Com aplicação da dose intermediária de S (60 kg ha⁻¹) – dose que foi obtida a máxima produtividade de amendoim (dados não mostrados). Em Tupã-SP, os teores oscilaram entre 6 e 8 mg dm⁻³ de S no solo (0-40 cm) e, em Regente Feijó –SP, oscilou entre 5 e 7 mg dm⁻³ (0-40 cm). Assim no atual sistema de produção de amendoim no Brasil é recomendado a aplicação de doses moderadas de S com objetivo de obter a máxima produtividade e evitar a lixiviação de S no perfil do solo.

Mesmo com a aplicação de maiores doses de B, em todos os cenários avaliados nesse estudo o teor de boro no solo esteve abaixo de nível crítico (0,6 mg dm⁻³) (Figura 2). Entretanto a aplicação de B aumentou o teor de B no solo até a camada de 80 cm, ou seja, parte do B aplicado foi absorvido pela planta de amendoim e o restante ficou disponível na solução do solo, sujeito a lixiviação. Dessa forma é necessário a aplicação de B todos os anos em lavouras de amendoim que forem cultivadas em solos com baixo teor de boro e não há vantagens da aplicação de maiores doses, pois a maior parte desse boro será lixiviada. Adicionalmente não foi observado sinergismo entre as doses e fontes de S e B sobre a movimentação desses nutrientes no perfil do solo. Também devemos salientar que na safra do presente estudo houve alta precipitação (950 mm em Tupã-SP e 1.240 mm em Regente Feijó-SP), sendo necessários novos estudos em anos com restrição hídrica, uma vez que a umidade do solo afeta a taxa de oxidação do S (Zhao et al., 2022) bem como a sua movimentação no perfil.

APLICAÇÃO PRÁTICA

As doses adequadas de S e B são 60 e 1,7 kg ha⁻¹ respectivamente, reduzindo os riscos de lixiviação, sendo assim não há vantagem para aplicação de altas doses de S e B em um solo arenoso com baixo teor de matéria orgânica com objetivo de aumentar os teores desses nutrientes no solo, pois a maior parte do S e B pode ser lixiviada.

AGRADECIMENTOS

Ao produtor Helder Lamberti, ao Grupo Beatrice pelo apoio na condução dos estudos e a empresa ICL por financiar o estudo.

LITERATURA CITADA

Cordeiro, C.F.S.; Galdi, L.V., Andrade, G.L.B., Junior, G.S.M., Echer, F.R. Extração e exportação de nutrientes por cultivares modernas de amendoim. *Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UNOESTE*. v. 4, 2023, p. 88-93.

Cordeiro, C.F.S.; Galdi, L.V.; Silva, G.F.; 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 (Online)*, 2024. (no prelo).

Cordeiro, L.F.S, Cordeiro, C.F.S, Ferrari, S. Cotton yield and boron dynamics affected by cover crops and boron fertilization in a tropical sandy soil. *Field Crops Research*, 284, 2022, 108575.

Dhassi, K., Drissi, S., Makroum, K., Er-Rezza, H., Amlal, F., Aït Houssa, A. Soil boron migration as influenced by leaching rate and soil characteristics: A column study. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(14), 2019, 1663-1670.

Hoang, T.T.H., Do, D.T., Nguyen, H.N., Nguyen, V.B., Mann, S., Bell, R.W. Sulfur management strategies to improve partial sulfur balance with irrigated peanut production on deep sands. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(11), 2021, 1465-1478.

Pias, O.H.D.C., Tiecher, T., Cherubin, M.R., Mazurana, M., Bayer, C. Crop yield responses to sulfur fertilization in Brazilian no-till soils: A systematic review. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 43, 2019.

Raij, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 2001.

Rhue, R.D., Kamprath, E.J. Leaching losses of sulfur during winter months when applied as gypsum, elemental S or prilled S 1. *Agronomy Journal*, 65(4), 1973, 603-605.

Zhao, C., Wang, J., Zang, F., Tang, W., Dong, G., Nan, Z. Water content and communities of sulfur-oxidizing bacteria affect elemental sulfur oxidation in silty and sandy loam soils. *European Journal of Soil Biology*, 111, 2022, 103419.

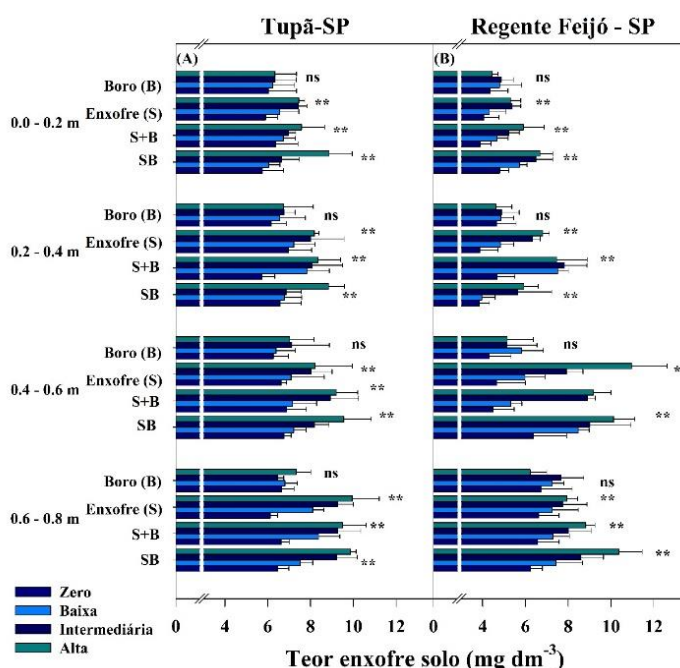


Figura 1. Teor de enxofre no perfil do solo em função de diferentes doses, fontes e métodos de adubação com enxofre e boro via solo em Tupã-SP (A) e Regente Feijó-SP (B). **= diferença pelo teste t (LSD) a 5%, ns: não significativo. Dose zero (sem aplicação); dose baixa (0,83 kg ha⁻¹ de B e 30 kg ha⁻¹ de S); dose intermediária (1,7 kg ha⁻¹ de B e 60 kg ha⁻¹ de S) e

dose alta ($3,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de B e 120 kg ha^{-1} de S). B+S: boro e enxofre aplicados de forma associada em grânulos diferentes. BS: boro e enxofre aplicados de forma associada no mesmo grânulo.

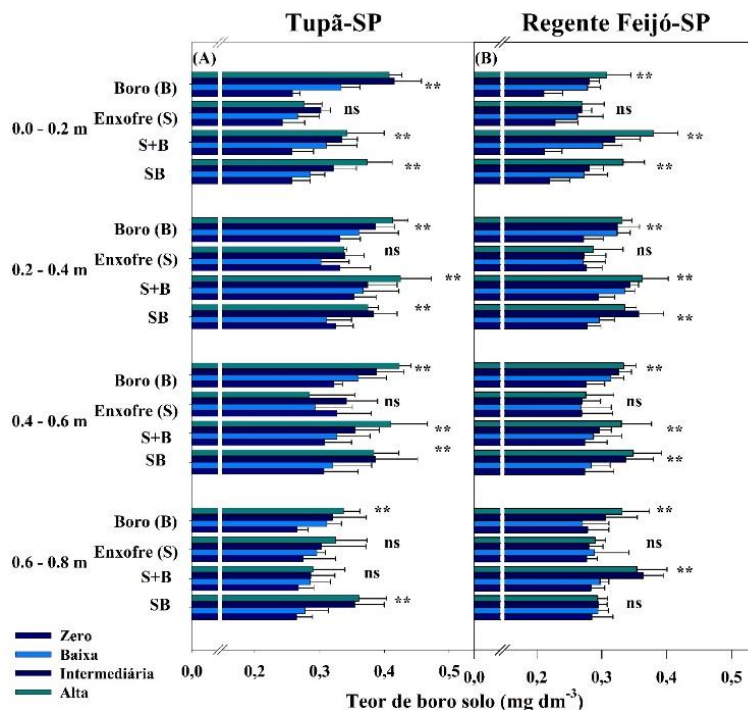


Figura 2. Teor de boro no perfil do solo em função de diferentes doses, fontes e métodos de adubação com enxofre e boro via solo em Tupã-SP (A) e Regente Feijó-SP (B). **= diferença pelo teste t (LSD) a 5%, ns: não significativo. Dose zero (sem aplicação); dose baixa ($0,83 \text{ kg ha}^{-1}$ de B e 30 kg ha^{-1} de S); dose intermediária ($1,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de B e 60 kg ha^{-1} de S) e dose alta ($3,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de B e 120 kg ha^{-1} de S). B+S: boro e enxofre aplicados de forma associada em grânulos diferentes. BS: boro e enxofre aplicados de forma associada no mesmo grânulo.

EFICIÊNCIA DO USO DA RADIAÇÃO PELO AMENDOIM AFETADA PELA DENSIDADE DE PLANTAS E ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM UM AMBIENTE IRRIGADO NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Gustavo Ricardo Aguiar Silva¹, Carlos Felipe dos Santos Cordeiro², Alexandrius de Moraes Barbosa¹, Leticia Moreno, Ana Julia Azevedo, Ronald Scott Tubbs, Cristiane Pilon³, Fábio Rafael Echer¹

¹Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE – fabioecher@unoeste.br,

²Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu – cordeirocfs@gmail.com

³University of Georgia, Tifton, Georgia, USA - cpilon@uga.edu

PROBLEMÁTICA

Normalmente, o amendoim é cultivado com altas densidade de plantas, mas baixo nível de adubação. As justificativas para isso são a baixa qualidade fisiológica das sementes e alta eficiência no uso dos nutrientes. Alguns estudos recentes mostram que não há necessidade do uso de alta densidade de plantas para o amendoim e que, em alguns casos, há necessidade de aumentar o nível de adubação. Entretanto, ainda não se sabe qual é o efeito da adubação com potássio e da densidade de planta sobre a eficiência da interceptação, conversão e do uso da radiação pelo amendoim.

CONHECIMENTO PRÉVIO

O conhecimento da eficiência do uso da radiação (EUR) é fundamental para melhorar a produtividade das culturas (Ullah et al., 2019). A EUR é a capacidade das culturas em converter energia luminosa em biomassa (Ullah et al., 2019). No passado, foi relatado que a EUR varia de 1,3 e 2,0 g MJ⁻¹ na cultura do amendoim (Kiniry et al., 2005, Haro et al., 2007 e Assunção et al., 2008), e que isso pode ser afetado pelo hábito de crescimento da cultivar e arranjo de plantas (Haro et al., 2022). Entretanto, pouco se sabe como a densidade de plantas e nível de adubação com potássio podem afetar a EUR na cultura do amendoim.

Foi relatado recentemente que não há incremento de produtividade de amendoim com uso de densidade de plantas maior que 18 plantas por metro linear para cultivares modernas tipo *Runner* (Cordeiro et al., 2023). Os mesmos autores também relataram que não há necessidade de aplicar doses de K maiores que 25 kg ha⁻¹ (30 kg ha⁻¹ de K₂O) para obter a máxima produtividade. Espera-se que com o incremento da adubação e densidade de plantas, o fechamento das entrelinhas ocorra de forma mais rápida, melhorando a interceptação da energia luminosa, especialmente na fase inicial da cultura. Por outro lado, alta densidade de plantas e adubação exagerada podem resultar em auto sombreamento das plantas nas fases mais tardias, o que poderia reduzir a EUR, tal situação já observada na cultura da soja (Purcell et al., 2002), mas ainda precisa ser investigada para a cultura do amendoim.

O objetivo desse estudo foi avaliar a interceptação da radiação, a eficiência do uso e conversão da radiação solar e a produção de matéria seca do amendoim em função da densidade de plantas e adubação com potássio em um ambiente irrigado.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido na safra 2020, em Attapulugus, GA, USA (30°45'52" N, 84°28'56" O) com 80 m de altitude, em solo arenoso, com irrigação. Antes da semeadura do amendoim, o nível de K na camada de 0-20 cm no solo era de aproximadamente 58,7 kg ha⁻¹ de K. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram densidades de plantas (11, 15, 20 e 24 plantas por metro linear) e manejo de potássio (sem adubação e

adubação com 25 kg ha⁻¹ K), aplicado no sulco de semeadura via cloreto de potássio. Cada sub-parcela teve dimensões de 3,6 m (largura) e 9,1 m (comprimento), totalizando 32,7 m².

Foi realizado o preparo convencional do solo. No dia 2 de junho de 2020, foi realizada a semeadura do amendoim, mecanicamente, em sistema de linha dupla (70x20 cm). Foi utilizada a cultivar Georgia-06G, com 28 sementes por metro linear. Aos 15 dias após a emergência do amendoim, foi realizado o desbaste das plantas para estabelecer as densidades de plantas desejadas. O amendoim foi colhido 150 dias após a semeadura.

Aos 30 (R1), 50 (R3), 70 (R4), 90 (R5) e 110 (R6-R7) dias após a emergência, foram coletadas três plantas por parcela (parte aérea + vagens) para determinar o acúmulo de matéria seca de plantas. Após a coleta, as plantas foram lavadas em água corrente, secas em estufa a uma temperatura de 65 °C por 48 horas e após isso, foram pesadas em balança de precisão (0,01 g). No mesmo período, foi avaliada a radiação na parte superior e inferior do dossel com um ceptômetro (Accupar LP-80, Meter, Inc.). Foi elaborada uma curva de interceptação da radiação (RI%) em função dos cinco períodos com ajuste polinomial quadrático. Através do ajuste, foi calculada a radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada diária pelas plantas (RSI_{RFA}, MJ m⁻² dia⁻¹) conforme Equação [RSI_{RFA} = (RI% * RS_{RFA}) / 100], em que RS_{RFA} representa a radiação solar fotossinteticamente ativa medida em superfície terrestre. Por fim, foi calculada a eficiência de uso da radiação (EUR) conforme a Equação [EUR (g MJ⁻¹ m⁻²) = RSI_{RFA} / MS], em que, RSI_{RFA} representa a radiação total interceptada pelas plantas (MJ m⁻²) e MS representa a massa seca das plantas (g m⁻²). Em seguida, foi calculada a eficiência da conversão de energia solar em biomassa conforme a Equação [EC = (FE * 100) / RSI_{RFA}], em que FE representa a fito-energia presente na biomassa do amendoim, que foi calculada através da Equação (FE = MS x PCS), sendo PCS o poder calorífico superior (MJ⁻¹) da massa seca do amendoim.

Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão e as médias comparadas pelo teste Tukey HSD (p < 0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A máxima interceptação da radiação ocorreu próximo dos 90 dias após a emergência do amendoim, independente da adubação potássica (Figuras 2 e 3). Destaca-se que a redução da interceptação da energia luminosa após os 90 DAE foi maior quando realizada a adubação potássica associada a maior densidade de plantas. Adicionalmente, até os 50 DAE, a interceptação de radiação é menor com baixa densidade de plantas, mas a partir desse momento, não há diferença entre as densidades de plantas, ou seja, não há necessidade de usar alta densidade de plantas para melhorar a interceptação de radiação, como foi relatado por Purcell et al. (2002) na cultura da soja. Na fase de formação dos grãos (90 DAE – R5), a maior eficiência no uso da radiação foi com 20 plantas por metro linear (em torno de 2,0 g MJ⁻¹), mas durante o enchimento de grãos (R6/R7 – 110 DAE), não houve diferença entre as densidades de plantas, independente do manejo do potássio (Figura 2 e 3 b).

A maior eficiência da conversão da energia foi próxima de 90 DAE, sendo um pouco maior quando foi realizada adubação potássica no amendoim, próximo de 2% (dados não mostrados). Além disso, a eficiência da conversão da radiação até os 50 DAE (R2) foi maior com maior densidade de plantas (24 plantas por metro linear), mas após isso foi maior com 20 plantas por metro – sem adubação (Figura 1 c), ou não houve diferença entre as densidades de plantas (Figura 2 c). O acúmulo de matéria seca do amendoim foi linear até o estágio de enchimento de grãos (R6/R7), sendo maior com 20 plantas quando não foi aplicado potássio e 15 plantas/m quando foi aplicado potássio via fertilizante (Figura 1 e 2 d). Isso confirma que na ausência de adubação potássica, é necessário aumentar a densidade de plantas, mas nunca superior a 20 plantas por metro (Cordeiro et al., 2023).

A eficiência do uso da radiação do amendoim nesse estudo foi próxima do que foi relatado anteriormente na literatura - entre 1,5 e 2,0 g MJ⁻¹ (Haro et al., 2022). Um ponto importante é que, nesse

estudo, o amendoim foi cultivado em ambiente irrigado, nos demais estudos foram em ambientes de sequeiro. Além disso, nesse local o solo era de baixa fertilidade, tendo baixa produtividade de vagens. Com isso, novos estudos devem considerar a disponibilidade hídrica e o nível de fertilidade do solo ao avaliar a eficiência no uso da radiação pelo amendoim.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A máxima eficiência no uso da radiação pelo amendoim tipo *Runner* cultivado em clima temperado sob irrigação foi no estádio R5, sendo em torno de $2,0 \text{ g MJ}^{-1}$. Maiores densidade de plantas melhoraram a eficiência da interceptação, uso e conversão da radiação apenas nos estádios iniciais da cultura. Durante a fase de formação e enchimento dos grãos, a máxima eficiência da radiação e acúmulo de biomassa ocorrem com densidade entre 15 e 20 plantas por metro, sendo dependente da adubação potássica.

LITERATURA CITADA

ASSUNÇÃO, H. F.; ESCOBEDO, J. F.; CARNEIRO, M. A. C. (2008). Radiation use efficiency and optical properties of the peanut crop. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 38(3), 215.

ULLAH, H.; SANTIAGO-ARENAS, R.; FERDOUS, Z.; ATTIA, A.; DATTA, A. (2019). Improving water use efficiency, nitrogen use efficiency, and radiation use efficiency in field crops under drought stress: A review. **Advances in agronomy**, 156, 109-157. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.02.002>

KINIRY, J. R.; SIMPSON, C. E.; SCHUBERT, A. M.; REED, J. D. (2005). Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. **Field Crops Research**, 91(2-3), 297-306. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.07.021>

HARO, R. J.; OTEGUI, M. E.; COLLINO, D. J.; DARDANELLI, J. L. (2007). Environmental effects on seed yield determination of irrigated peanut crops: links with radiation use efficiency and crop growth rate. **Field Crops Research**, 103(3), 217-228. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.06.004>

HARO, R. J.; CARREGA, W. C.; OTEGUI, M. E. (2022). Row spacing and growth habit in peanut crops: Effects on seed yield determination across environments. **Field Crops Research**, 275, 108363. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108363>

PURCELL, L. C.; BALL, R. A.; REAPER, J. D.; VORIES, E. D. (2002). Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. **Crop science**, 42(1), 172-177. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1720>

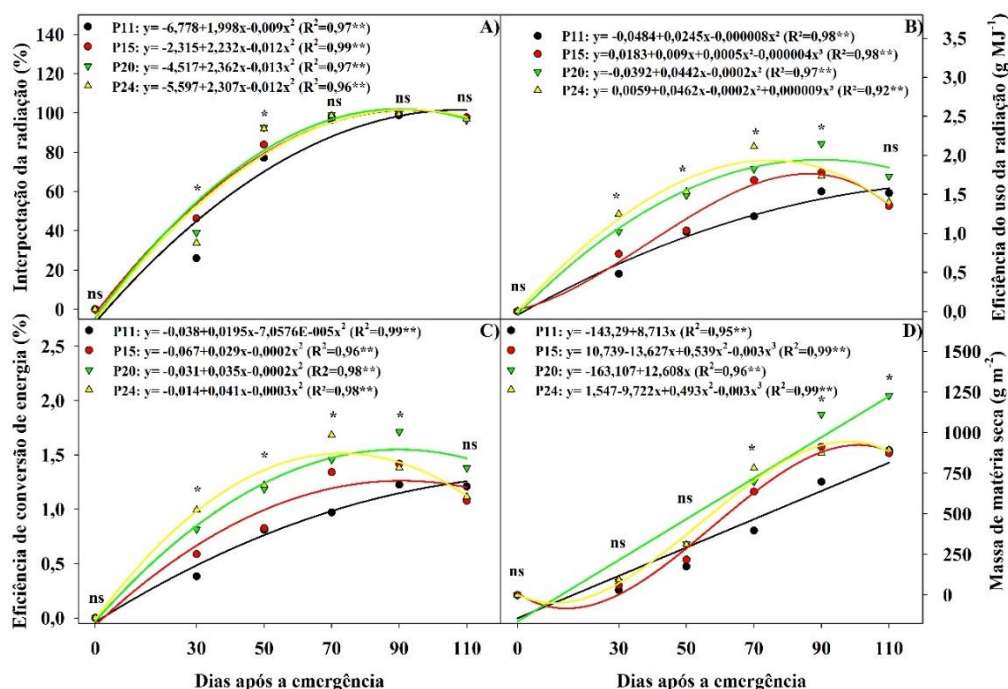


Figura 1. Intercepção (A) e eficiência do uso da radiação (B), eficiência de conversão de energia (C) e massa de matéria seca (D) em função das diferentes populações de plantas (11, 15, 20 e 24 plantas por metro) na ausência da fertilização potássica.

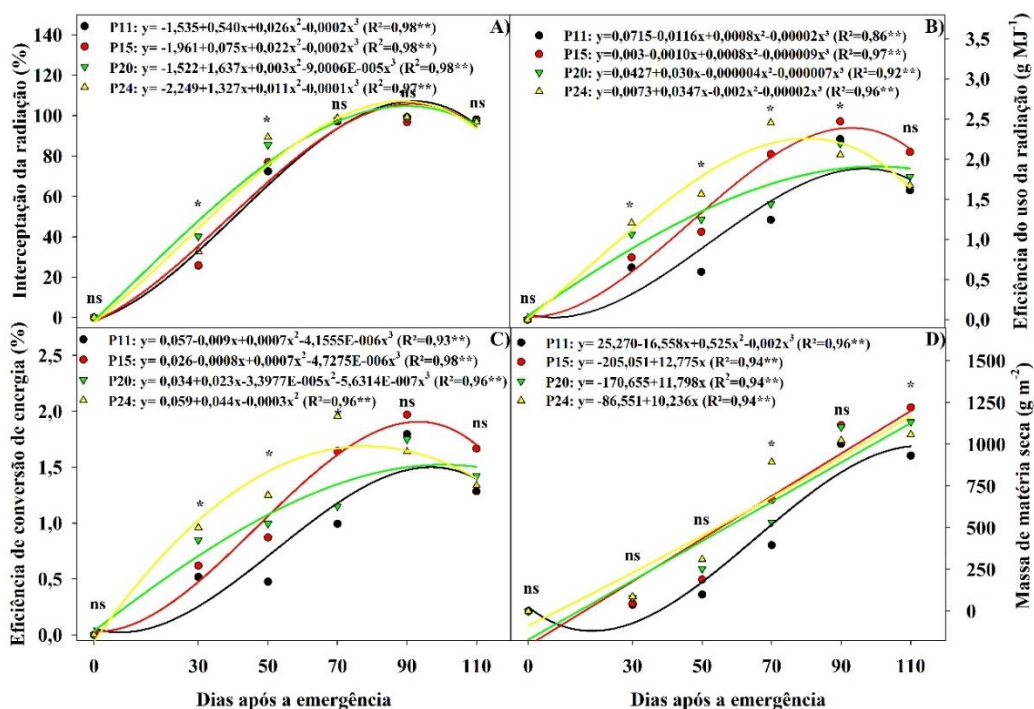


Figura 2. Intercepção (A) e eficiência do uso da radiação (B), eficiência de conversão de energia (C) e massa de matéria seca (D) em função das diferentes populações de plantas (11, 15, 20 e 24 plantas por metro) com fertilização potássica.

EFICÁCIA DE INSETICIDAS PARA CONTROLE DE LAGARTAS NA CULTURA DO AMENDOIM

Raphaela Cristina Prado Siqueira¹, João Vitor Andreia Angeloti¹, Beatriz Corneto Ramos, Yago Custódio da Silva¹ & Marcos D. Michelotto²

¹Graduando(a) em Agronomia, Bolsistas Fundag, Pindorama, SP, rsiqueira1994@gmail.com, joaoangeloti@outlook.com, beatrizcramoss@hotmail.com, yagocustodiadasilva@hotmail.com, ²Pesquisador Científico do IAC, Centro de Grãos e Fibras, Pindorama – SP, marcos.michelotto@sp.gov.br

PROBLEMÁTICA

A produção do amendoim no Brasil enfrenta desafios significativos devido a ocorrência de pragas, o que demanda a aplicação frequente de produtos químicos aumentando os custos. As lagartas são uma ameaça central nesse cenário, causando danos nos folíolos e retardando o crescimento da planta, acarretando perdas significativas de produtividade. Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar inseticidas que desempenhem melhor controle das lagartas na cultura do amendoim.

CONHECIMENTO PRÉVIO

As pragas e doenças da parte aérea estão entre os fatores que mais limitam a produção economicamente sustentável do amendoim no Brasil. Para o seu controle, a aplicação de fungicidas e inseticidas é necessária, o que contribui significativamente para os altos custos de produção (Michelotto et al., 2013)

As lagartas, principalmente a lagarta-do-pescoço-vermelho, *Stegasta bosqueella* (Chambers) (Lepidoptera, Gelechiidae) são pragas chave no amendoim e os sintomas podem ser notados quando em folíolos novos, ao se abrirem, exibem lesões simétricas bem características. Em folíolos ainda fechados encontram-se lesões superficiais e furos, geralmente rodeados de detritos escuros produzidos pela própria lagarta (Sichmann, 1963; Boiça Junior et al., 2011; Pinto et al., 2020).

No entanto, outros lepidópteros desfolhadores podem ocorrer em amendoim como *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae), *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae), *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera, Erebidae) e *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae).

Infestações generalizadas provocam perdas de produtividade, e seu ataque pode ocorrer em qualquer período do desenvolvimento da planta, sendo no início do ciclo o período de maior atenção (Cruz et al., 1962).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi instalado no dia 29 de novembro de 2022 em área experimental da APTA, Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento Regional de Pindorama. Foram utilizados 7 tratamentos com 4 repetições e O delineamento experimental foi em blocos casualizados, conforme descritos na tabela 1.

As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 5 metros de comprimento, espaçamento entre linhas de 0,90 m e densidade de semeadura de 20 sementes por metro.

Para evitar a interferência do tripes, foi realizado o tratamento de sementes conforme mencionado anteriormente e adicionado o inseticida Actara 250 WG (Tiametoxan) na dosagem de 150 g ha⁻¹ em todas as aplicações.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento, safra 2022/23.

Tratamento	Produto	Ingrediente Ativo	Dose (mL ou g/ha)
T1	Testemunha	-	-
T2	Ampligo	Lambda-cialotrina+ Clorantraniliprole	150
T3	Instivo	Clorantraniliprole + Abamectina	200
T4	Influx	Benzoato de emamectina + Lufenurom	100
T5	Proclaim	Benzoato de emamectina	200
T6	Durivo	Tiametoxam+Clorantraniliprole	200
T7	Pirate	Clorfenapir	800

As pulverizações foram realizadas a cada 12 dias, totalizando 6 aplicações. Para isso foi utilizado um pulverizador costal elétrico, dotado de ponta de pulverização do tipo leque e com volume de 200 litros ha⁻¹.

Para avaliação das injúrias ocasionadas pelas lagartas, foi aplicado uma escala de nota de sintomas visuais variando de 0 (ausência de sintomas de injúria), 1 (até 10% do folíolo com injúrias), 3 (entre 11 e 30% do folíolo com injúrias), 6 (entre 31 e 60% do folíolo com injúrias) e 9 (acima de 60% do folíolo com injúrias).

Para determinar a produtividade foi realizada a colheita aos 130 DAS, onde foram coletadas as vagens das plantas das duas linhas centrais. Após a inversão e secagem das plantas ainda no campo, as vagens foram beneficiadas e secas para obtenção do peso seco de vagens.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando constatado efeito significativo de tratamento, as médias agrupadas teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos sintomas visuais de ataque de lagartas, observou-se na média das avaliações ao longo do ciclo das plantas de amendoim, que o inseticida Pirate apresentou menor nota de sintoma (1,25). Já o inseticida Proclaim apresentou nota superior ao Pirate, porém inferior aos demais inseticidas (2,08). Por fim, os inseticidas Durivo, Influx, Instivo e Ampligo apresentaram notas de danos semelhantes e significativamente inferiores à testemunha (2,82, 3,05, 3,30 e 3,25, respectivamente) (Figura 1).

Média das notas de sintomas de Lagartas

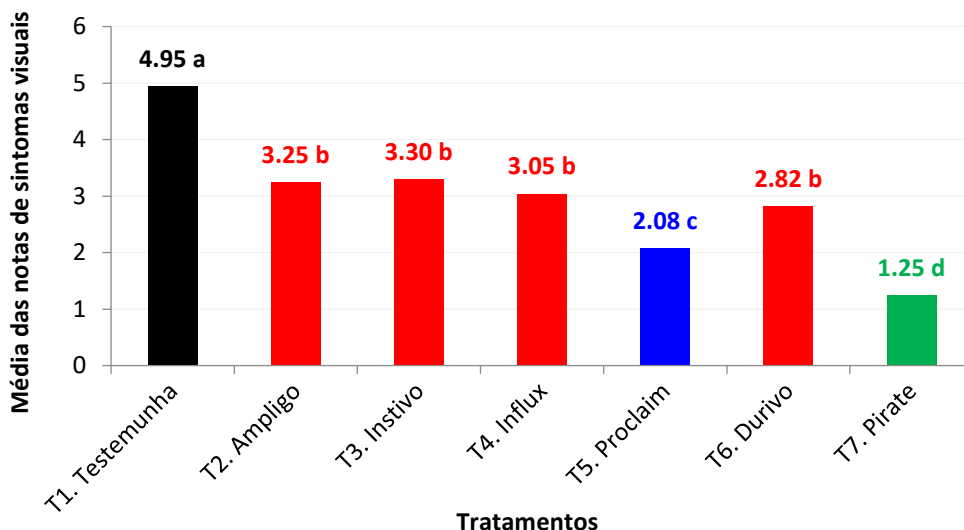


Figura 1. Média das notas de sintomas visuais de ataque de lagartas ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas de amendoim em função dos tratamentos adotados. Pindorama, safra 2022/23. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Como reflexo do controle das lagartas observou-se que as maiores produtividades foram obtidas nos inseticidas que apresentaram maior eficácia de controle (Figura 2). Os inseticidas Pirate e Proclaim apresentaram as maiores produtividades. Os inseticidas Ampligo, Durivo e Influx apresentaram produtividades intermediárias, mas ainda assim superiores ao Instivo e Testemunha. O nível de desfolha interfere na produtividade devido a diminuição da superfície foliar, impactando diretamente na habilidade de absorção da radiação solar e no acúmulo de biomassa.

Produtividade Amendoim em Vagem (Kg ha⁻¹)

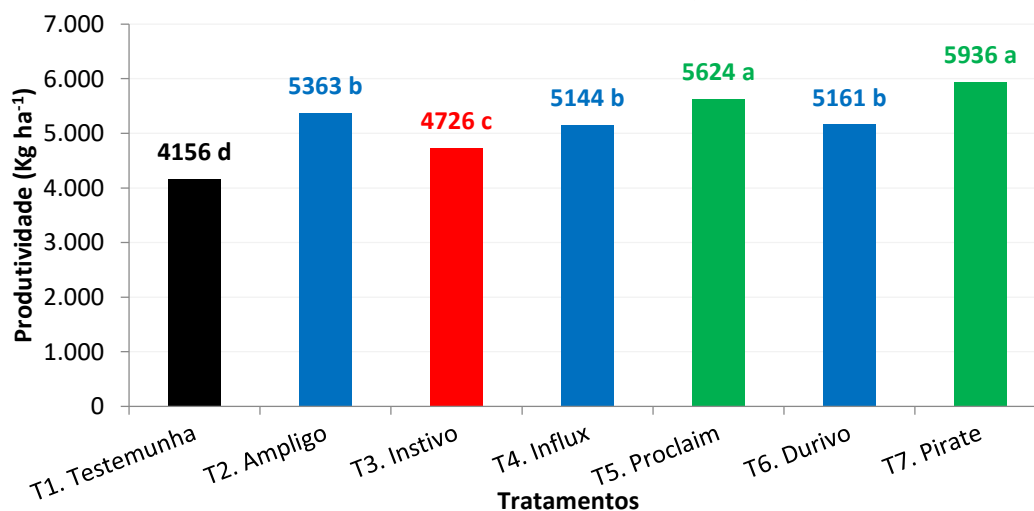


Figura 2. Produtividade de amendoim em vagem (Kg ha⁻¹) em função dos tratamentos adotados para controle de lagartas em amendoim. Pindorama, safra 2022/23. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

APLICAÇÃO PRÁTICA

De forma geral todos os inseticidas apresentaram bom controle de lagartas e isso se refletiu em maior produtividade de amendoim, porém Pirate e Proclaim demonstraram melhores resultados. Os inseticidas avaliados são opções importantes para uso no controle de lagartas em amendoim e na rotação de produtos, sendo assim, para melhor posicionamento e uso de cada produto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Empresa Syngenta pelo aporte financeiro e à Fundag pela bolsa aos alunos de graduação.

LITERATURA CITADA

BOIÇA JUNIOR, A.L.; RIBEIRO, Z.A.; CAMPUS, A.P.; CHAGAS FILHO, N.R. Técnica de criação e parâmetros biológicos de *Stegasta bosquella* em amendoim, **Revista Caatinga**, v.24, n.2, p.192-196, 2011.

CARON, B. O. C., SCHMIDT, D., MANFRON, P. A., BEHLING, A., ELOY, E.; BUSANELHO, C. (2014). Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilex paraguariensis* A.St. Hil. Cultivadas sob sombreamento e a pleno sol. **Ciência Florestal**, 24, p.257-265.

CRUZ, B.P.B.; FIGUEIREDO, M.B.; ALMEIDA, E. **Principais doenças e pragas do amendoim no Estado de São Paulo**. *Biológico*, São Paulo, v.28, n.7, p.189-195, 1962.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**, Piracicaba -SP. FEALQ, 2002, 920p

MICHELOTTO, M. D.; GODOY, I. J.; FÁVERO, A. P. **Espécies silvestres como fontes de resistência a pragas e doenças do amendoim**. 2013.

PINTO, J.R.L.; BOIÇA, A.L., FERNANDES, O A. Biology, ecology, and management of Rednecked peanutworm (Lepidoptera: Gelechiidae), **Journal of Integrated Pest Management**, v.11, n.1:9, p.1-15, 2020.

SICHMANN, W. **Principais pragas da cultura do amendoim**. *Boletim do campo*, Rio de Janeiro, v.173, n.1, p.19-22, 1963.