

EFEITO DA APLICAÇÃO DE AMINOÁCIDOS EM DIFERENTES POPULAÇÕES NA CULTURA DA SOJA

EFFECT OF APPLICATION OF AMINO ACIDS IN DIFFERENT POPULATIONS IN SOYBEANS

Nícolas Colesel Schaedler¹, Bryhann Izoton², Ariadne Waureck³

¹ Estudante do Curso de Agronomia

² Estudante do curso de Agronomia

³ Professor Doutor do Curso de Agronomia

Resumo: A soja, introduzida no Brasil no século XIX, tornou-se essencial a partir de 1940, com avanços tecnológicos e o aumento da área cultivada, especialmente no Cerrado. Atualmente, o país é um dos maiores produtores de soja, devido a fatores como melhoramento genético, mecanização e manejo fitossanitário. Entre as tecnologias utilizadas, os fertilizantes foliares como aminoácidos ganham destaque por otimizar a nutrição e a produtividade das plantas, ajudando no crescimento e na defesa contra estresses. O estudo em questão avaliou a produtividade da soja em diferentes espaçamentos de plantas e o efeito da aplicação de aminoácidos, observando maior eficiência fotossintética e desempenho em espaçamentos maiores, onde as plantas enfrentam menos competição por água, luz e nutrientes. O experimento utilizou delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2, avaliando quatro densidades de plantas e o uso de aminoácidos. Não houve interação entre densidade e uso de aminoácidos, mas ambos influenciaram no número de vagens por planta. A densidade de 18 plantas por metro reduziu significativamente o número de vagens e a produtividade, enquanto densidades menores (12, 14, 16 plantas) tiveram mais vagens por planta. A aplicação de aminoácidos aumentou o número de vagens, favorecendo a fotossíntese e resistência ao estresse, mas não impactou outros componentes de rendimento.

Palavras-chave: Soja. Produtividade. Aminoácido. Vagens. Fotossíntese.

Abstract: Soy, introduced in Brazil in the 19th century, became essential from 1940 onwards, with technological advances and the increase in cultivated area, especially in the Cerrado. Currently, the country is one of the largest soybean producers, due to factors such as genetic improvement, mechanization and phytosanitary management. Among the technologies used, foliar fertilizers such as amino acids stand out for optimizing plant nutrition and productivity, helping with growth and defense against stress. The study in question evaluated soybean productivity at different plant spacings and the effect of applying amino acids, observing greater photosynthetic efficiency and performance at larger spacings, where plants face less competition for water, light and nutrients. The experiment used a randomized block design in a 4 x 2 factorial scheme, evaluating four plant densities and the use of amino acids. There was no interaction between density and use of amino acids, but both influenced the number of pods per plant. A density of 18 plants per meter significantly reduced the number of pods and productivity, while lower densities (12, 14, 16 plants) had more pods per plant. The application of amino acids increased the number of pods, favoring photosynthesis and resistance to stress, but did not impact other yield components.

Keywords: Soy. Productivity. Amino acid. Pods. Photosynthesis.

Contato: nicolascoleselsch@gmail.com; ibryhann@gmail.com; ariadne.waureck@cescage.edu.br.

1 Introdução

A produção agrícola cresceu consideravelmente desde a década de 1970, período em que a demanda por cereais impulsionou a expansão do setor e contribuiu com mais de um terço do crescimento econômico da produção mundial. O cultivo de soja e milho do Brasil correspondem a cerca de 80% da produção de alimentos do país, mostrando sua importância na cadeia do agronegócio (Oliveira, 2021).

A soja é uma planta leguminosa pertencente à família Fabaceae, espécie *Glycine*

max, possui sistema radicular por uma raiz axial principal e raízes secundárias, e, as raízes possuem nódulos que constituem a simbiose entre a soja e bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, estas bactérias fazem com que ocorra a fixação de nitrogênio, fazendo assim com que fique disponível para a planta (Tejo, Fernandes, Buratto, 2019).

É uma planta classificada de dias curtos, pois o fotoperiodismo a influencia, isto significa que ela não necessita de muitas horas de escuro para a sua floração, tal característica pode variar, de acordo com a cultivar escolhida. Seu fruto é chamado de vagem, que apresenta de 2 a 7cm de comprimento, quando maduro, de forma achatada. Sua produtividade pode alcançar 400 grãos por planta, contendo de 1 a 5 grãos por vagem (Tejo; Fernandes; Buratto, 2019).

A cultura foi domesticada a cerca de 1100 a.C, na região nordeste da China. No Brasil sua introdução ocorreu em 1882 no estado da Bahia, porém o primeiro cultivo comercial foi realizado no estado do Rio Grande do Sul em 1914. Entretanto, foi somente a partir de 1940 que o seu cultivo adquiriu importância econômica, sendo cultivada em uma área de 640 ha¹ com produção de 450 toneladas, apresentando o primeiro registro estatístico nacional. Após, foi instalada a primeira indústria processadora de soja no país, figurando assim no cenário internacional como produtor de soja (Cisoja, 2015).

No estado do Paraná, a soja começou a ser cultivada em 1960, sendo o líder de produção no país até a década de 1990, isto em área e volume produzidos da cultura, em 2010, representou 21% da soja colhida no país. Na década de 1990, o Mato Grosso passou a liderar a produção de soja, devido à expansão agrícola do cerrado (Guimarães, 2011).

O Paraná e o Mato Grosso são os estados brasileiros que mais produzem a oleaginosa, ocupando grandes áreas cultiváveis nos estados, contribuindo, assim, com a arrecadação no agronegócio brasileiro. A produção de grãos na safra 2023/2024 se encerrou em 298,41 milhões de toneladas, tendo uma redução de 21,4 milhões de toneladas em relação ao ciclo anterior (Conab, 2024).

A grande produção de grãos, no Paraná, revela um gargalo na logística. O estado possui estruturas em números superiores, quando se fala em armazenamento de grãos, também do curto trajeto que as safras fazem para o escoamento da produção até o porto de Paranaguá, porém a logística tende a falhar, e estruturas fracas de armazenamento, carga e descarga dos grãos, acabam ocasionando perdas, o que aumenta os custos de produção e entrega da safra, fazendo assim, com que cause prejuízos para os envolvidos no processo (Furtado et al. 2018).

A expansão da soja no Brasil deu-se, também, por conta do desenvolvimento de variedades resistentes às doenças que acometem a cultura. A expansão da cultura no país está sempre associada aos avanços científicos e tecnológicos no setor de produção. Na parte da genética, sempre está em busca de novas cultivares, que visam ser mais resistentes e adaptáveis às diversas regiões do Brasil (Freitas, 2011).

Os desafios na produção de soja no Brasil são diversos, começando pela diversidade de condições edafoclimáticas que a cultura enfrenta ao longo das dimensões continentais da área de produção no país. Diversos fatores podem interferir na sua produção, começando pelos abióticos como pluviosidade, radiação solar e condições de solo. No entanto, os fatores bióticos, que sofrem interferência humana, como a competição com plantas daninhas e o ataque de pragas e doenças, também influenciam na produção (Embrapa, 2020).

Entre 2019/20 e a previsão para 2024/25, a área mundial de produção de grãos cresceu pelo quinto ano consecutivo, alcançando 143,4 milhões de hectares (+16%),

favorecendo um recorde de produção (+23,7%) e produtividade global (2,95 t/ha¹, +6,9%), segundo o USDA (2024a). Apesar do avanço da demanda (+11,6%), o ritmo foi inferior ao crescimento da oferta, resultando em maior estoque de passagem (+34,4%) e pressão sobre os preços. O consumo e o esmagamento global aumentaram (+4,8%), impulsionados principalmente pela China, maior consumidor, esmagador e importador de grãos, que deverá atingir recordes de consumo (126,8 milhões de toneladas, +4,2%) e importação (109 milhões, +3,8%). Os estoques finais globais cresceram (+15,1%), com destaque para China (+7,7%) e Brasil (+19,8%). Além disso, a produção de derivados como farelo e óleo de soja apresentou aumento, impulsionada pela demanda por óleo de mesa na China e biodiesel nos EUA (Coelho, 2024).

A soja transgênica foi uma importante inovação nos anos 1990, permitindo a produção em larga escala sem perda de produtividade. No entanto, seu cultivo exige grande quantidade de glifosato, herbicida ao qual é resistente. O uso do glifosato, embora eficaz no controle de plantas daninhas, requer cuidado, pois sua aplicação inadequada pode reduzir o rendimento dos grãos devido à mato-competição, com o período ideal sendo entre 20 e 45 dias após a emergência da cultura. Em contraste, a soja convencional demanda manejo mais intensivo para o controle de plantas daninhas antes da semeadura, o que pode reduzir o uso extensivo de herbicidas no campo. Apesar disso, ambas apresentam produtividade similar, sendo que a soja convencional oferece o diferencial de agregar valor ao produto e possibilitar bonificações, por ser considerada mais sustentável e de qualidade diferenciada (Bergamini; Streit, 2023).

O sucesso da cultura da soja no país deve-se principalmente aos avanços tecnológicos ligados ao uso de cultivares melhoradas que apresentam altas produtividades, a mecanização e o conhecimento de estratégias adequadas de manejo cultural e fitossanitário e o crescimento de área cultivada. Neste contexto, a soja foi uma das culturas agrícolas que possibilitou a exploração agrícola do Cerrado brasileiro. A partir deste processo houve o desenvolvimento de regiões que até alguns anos atrás eram de baixo desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, pouco habitadas. Atualmente, muitas dessas regiões se destacam em termos de produção de soja e vem contribuindo para a consolidação do país como um dos maiores produtores mundiais de soja (Andrade, 2014).

A soja é uma importante cultura para o agronegócio brasileiro devido a capacidade de produzir grãos com teor de proteína em torno de 45%, assim possui grande importância na indústria de alimentos, sendo utilizada na alimentação animal e humana. No campo, diferentes fatores como a radiação solar, fotoperíodo, genótipo, nutrição de plantas, aplicação de fungicidas e herbicidas afetam o desempenho das plantas e promovem alterações nos componentes do rendimento e produtividade (Ludwig et al., 2010; Morales et al., 2011; Nico et al., 2015). Os componentes do rendimento em plantas de soja são definidos em diferentes fases do ciclo da cultura, sendo eles, altamente correlacionados com a produtividade das plantas, e, portanto, a produtividade de uma lavoura é construída ao longo do desenvolvimento das plantas durante o seu ciclo (Dalchiavo; Carvalho, 2012).

Os componentes que compõem a produtividade de grãos da soja são o número de plantas por hectare, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a massa de grãos, sendo que dentre esses, o mais influenciado pelo ambiente de produção é o número de vagens por planta (Mundstock; Thomas, 2005). Mas, de acordo com Floss (2022), o potencial produtivo da soja é o resultado da interação de mais de 50 fatores e processos, principalmente os relacionados à genética das

cultivares, a qualidade de sementes, a qualidade de semeadura, dentre outros fatores.

A cadeia produtiva da soja representa o somatório das atividades relacionadas ao fornecimento de insumos, máquinas e implementos para lavoura, a relação de produção existente dentro das propriedades rurais e as atividades de processamento dos grãos, produção dos derivados e distribuição, até que o produto chegue ao consumidor (Santana, 2005).

A soja é um dos grãos mais produzidos globalmente devido à crescente demanda por alimentos, nutrição animal e biocombustíveis. Apesar do aumento contínuo da produção, agricultores enfrentam desafios como condições climáticas adversas, problemas logísticos, mercadológicos e fitossanitários. Entre as doenças que afetam a cultura, a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é a mais devastadora, exigindo controle preventivo e monitoramento constante. Nesse contexto, o trabalho de fiscalização tem sido essencial para auxiliar os produtores no controle efetivo da doença, fornecendo dados sobre sua ocorrência e distribuição por meio de visitas regulares às lavouras (Ribeiro *et al.*, 2021).

A cadeia produtiva da soja é uma das mais importantes no mundo e certamente no Brasil, já que o “complexo soja” (grão, farelo e óleo) lidera há alguns anos a pauta exportadora nacional (Silveira, 2012).

A soja é muito apreciada in natura em muitos países orientais. Nos demais países a mesma é consumida desidratada. O alimento processado é utilizado no mundo inteiro de diversas formas, como leite de soja, molho shoyu, tofu entre outros subprodutos. O grão quando esmagado gerados subprodutos importantes, o farelo e o óleo. O óleo de soja é muito utilizado na produção da margarina, azeite de cozinha e outras gorduras hidrogenadas. Também serve para o setor de indústrias em geral, sendo matéria prima na produção de sabonetes, tintas, biodiesel entre outros. Já o farelo é usado no mundo todo para a alimentação animal, sendo uma das principais fontes de proteínas vegetais existentes para este propósito (De Mello, 2020).

Uma das tecnologias em destaque para aumentar a produtividade no mercado agrícola é o uso de fertilizantes foliares com aminoácidos. Esses produtos visam proporcionar uma nutrição mais completa para as plantas, estimulando a produção. Os aminoácidos presentes nestes fertilizantes ajudam na formação de proteínas, economizando energia para a planta. Eles são combinados com outros nutrientes para potencializar os resultados. Além disso, os aminoácidos desempenham funções específicas, como na formação da clorofila, crescimento dos meristemas e frutificação das plantas. Eles também influenciam a síntese de açúcares e proteínas, promovendo a conexão entre os ciclos do carbono e do nitrogênio. Em resumo, os fertilizantes foliares com aminoácidos são uma ferramenta eficaz para otimizar a produção e nutrição das plantas no campo (Colla *et al.*, 2015; Nardi *et al.*, 2016).

Por outro lado, podem atuar como moduladores fisiológicos atuando na via de sinalização para os processos de desenvolvimento e na defesa contra estresses bióticos e abióticos (Lambais, 2011). Nesse aspecto, a aplicação de aminoácidos não tem o objetivo de suprir os blocos para a realização de síntese proteica, mas, sim, ativar o metabolismo fisiológico das plantas, tendo importante ação anti estressante (Teixeira *et al.*, 2017; Alfosea-Simón *et al.*, 2020).

Estudos têm destacado o potencial dos aminoácidos como bioestimulantes na agricultura, contribuindo para o crescimento e produtividade das plantas. Os aminoácidos, além de serem constituintes de proteínas, desempenham funções importantes como estímulo à síntese de auxinas, fortalecimento da fotossíntese e resistência a estresses abióticos, favorecendo o crescimento, rendimento e maturação

dos frutos (Bassetti, 2024).

A aplicação de aminoácidos na cultura da soja tem sido uma prática agrícola crescente para melhorar o desempenho da planta, especialmente em condições de estresse. O espaçamento entre plantas pode influenciar a eficácia dessas aplicações, pois afeta o microclima, a competição por nutrientes e a disponibilidade de luz. Estudos indicam que a aplicação de aminoácidos pode aumentar a eficiência fotossintética, promovendo maior crescimento vegetativo e produtividade, especialmente em espaçamentos mais amplos onde há menos competição entre as plantas (Gomaa, 2019).

O espaçamento entre fileiras é uma forma de otimizar a produção na soja convencional, o espaçamento utilizado é de 40-50 cm, a modificação no espaçamento das fileiras pode provocar alterações, que irão afetar a produtividade da cultura. Se reduzida a área foliar que a planta ocupa, o crescimento da planta e seu desenvolvimento serão influenciados, fazendo assim, com que a quantidade de matéria seca afete a produtividade. O transporte de nutrientes, realizado através da fotossíntese, é influenciado através da luz, por isso se deve atentar ao espaçamento realizado na cultura para que sua produção seja maior (Ookawa; Tomita; Hirasawa; 2005).

Em espaçamentos reduzidos, a maior densidade de plantas pode aumentar a competição por luz e nutrientes. A aplicação de aminoácidos pode mitigar esse efeito, melhorando a assimilação de nutrientes e o desenvolvimento radicular. Em espaçamentos maiores, as plantas têm mais espaço para desenvolver um sistema radicular robusto, o que pode ser potencializado pela aplicação de aminoácidos, resultando em melhor absorção de água e nutrientes. O uso de aminoácidos pode também melhorar a uniformidade do desenvolvimento das plantas em sistemas de fileiras duplas, que podem apresentar variação no microclima entre as linhas (Khalil, 2018).

É notório o grande potencial de crescimento que o agronegócio brasileiro possui, este fato está ligado à grande quantidade de recursos naturais e à abundante quantidade de terras agricultáveis que ainda podem ser exploradas. Há uma dificuldade de reposição dos estoques mundiais, e o aumento da demanda de alimentos, o que favorece o Brasil e outros países, que possuem um grande potencial de produção e tecnologias disponíveis para aumentar sua produção (Neves, 2016).

Portanto, o objetivo geral do trabalho foi avaliar a produtividade e os componentes de rendimento da cultura da soja em diferentes populações de plantas, com a ausência e presença da aplicação de aminoácidos.

2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado na fazenda Barreiro, no distrito de Guaraúna localizado no município de Teixeira Soares Paraná, terreno pertencente ao produtor rural Paulo Roberto Schaedler que disponibilizou parte da área para o trabalho.

Assim deu-se início ao trabalho no dia 20 de setembro de 2023 quando foram coletadas as amostras de solo de 0 a 20cm de profundidade e enviadas para o laboratório, sendo recebida a análise no dia 27/09/2023, como mostra a Tabela 1, a qual foi base para calcular a adubação utilizada na semeadura e calagem.

Tabela 1. Análise química de solo.

Cálcio (Ca)	13,36 cmol/dm ³
Magnésio (Mg)	4,72 cmol/dm ³
Potássio (K)	0,72 cmol/dm ³
Fósforo Mehilch 1	57,02 mg/dm ³
Fósforo Mehilch 3	30,96 mg/dm ³
Cobre (Cu)	2,31 mg/dm ³
Ferro (Fe)	125,30 mg/dm ³
Manganganês (Mn)	70,98 mg/dm ³
Zinco (Zn)	1,95 mg/dm ³
CTC (pH 7,0)	23,89 cmol/dm ³
pH em CaCl	5,53 mg/dm ³
Acidez Potencial (H+Al)	5,08 cmol/dm ³
*V%=78,73	

Fonte: Laborsolo.

Como mostrado na Tabela 2, os cálculos apresentaram recomendações para cálcio, fósforo e potássio.

Tabela 2. Recomendação técnica de adubação e calagem.

CALAGEM	FOSFATAGEM	CORREÇÃO DE POTÁSSIO (k)
Calcítico	Super fosfato simples	Cloreto de potássio-KCL
ton/ha¹	Kg/ha¹	Kg/ha¹
2,5	1438,5	5,2
ton/alq	Kg/alq	Kg/alq
6,2	3481,1	12,5

Fonte: Os autores.

Como observado na tabela 2 os cálculos apontam para sobras de nutrientes, assim os valores significam que não à necessidade da reposição desses nutrientes no solo. Sendo assim necessário apenas adubação de acordo com a necessidade da cultura para seu desenvolvimento.

A semeadura da soja foi realizada no dia 23 de outubro de 2023 utilizando a cultivar de soja Cromo 57i59R IPRO, com sementes de peneira 6,50. A operação de semeadura foi realizada com 18 sementes por metro, a uma velocidade de 6km/h, sem a presença de inoculantes biológicos apenas com o tratamento industrial padrão da semente, sendo ele Tiametoxam 35%, Metalaxil-m, 2%Tiabendazol 15%, Fludioxonil 2,5%, Abamectina 50%, Potássio 5%, polímero e Pó secante. A operação de semeadura foi de plantio direto sobre restos de palhada de trigo, com o espaçamento entre linhas de 0,50m, e profundidade da semeadura de 4 cm.

A adubação utilizada foi MAP 11% nitrogênio e 54% fósforo, utilizando a dose de 80kg.ha⁻¹ incorporado na linha de semeadura. A semeadora utilizada era equipada com sistema de distribuição de sementes Titanium com discos e anéis de sementes, o disco a ser escolhido foi um de furação 6,5mm com 90 furos e anel com rebaixamento de 08mm assim obtendo o encaixe perfeito e distribuição uniforme da semente, utilizado 100 gramas de grafite para cada 100kg de sementes.

Após 23 dias de semeadura com todas as plantas emergidas, foi realizado o

raleio das plantas com a finalidade de deixar a população adequada nos tratamentos, de 12,14,16 e 18 plantas por metro.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2, sendo 4 populações de plantas e aplicação ou não do aminoácido.

A área total do experimento foi de 288m² e as parcelas foram de 3x3m, totalizando 9m², conforme a Figura 1.

Figura 1. Croqui de populações e tratamentos.

B1	B2	B3	B4	
18p/m	16p/m	14p/m	12p/m	<u>Com aplicações de aminoácido.</u>
18p/m	16p/m	14p/m	12p/m	<u>Sem aplicações de aminoácido.</u>
16p/m	14p/m	12p/m	16p/m	
16p/m	14p/m	12p/m	16p/m	
14p/m	12p/m	18p/m	14p/m	
14p/m	12p/m	18p/m	14p/m	
12p/m	18p/m	16p/m	18p/m	
12p/m	18p/m	16p/m	18p/m	

<u>3m</u>	<u>3m</u>	Parcelas	9m ²
-----------	-----------	----------	-----------------

Fonte: Os autores.

No dia 20 de novembro, 28 dias após a germinação foi realizada a primeira aplicação de herbicida Glifosato 2l/ha¹ para controle de plantas daninhas, e fungicida protetor Carbendazim 500ml/ha¹ + Tebuconazole 1l/ha¹.

O cloreto de potássio em cobertura foi espalhado a lanço 29 dias após a emergência das plantas, com a fórmula de 60%de KCl, na dose de 120kg/ha¹.

A primeira aplicação de aminoácido foi nas parcelas que foram destinadas a esse tratamento a soja estava em estágio vegetativo V-11 quando foram submetidas à aplicação, tendo a dosagem de 1L/ha¹. Para o preparo de calda foram utilizados dois litros de água, e 15ml de produto, calda preparada para 144 metros quadrados que foi o total de parcelas que receberam o produto. A aplicação foi feita na parte da manhã, por volta das 09:00 horas onde tínhamos uma condição favorável de umidade relativa e pouco vento, para evitar a deriva de produto para as parcelas que não iriam receber o mesmo, as (testemunhas). Foi utilizado uma placa de pvc que acompanhava a divisória à medida que era feita a aplicação, e uma linha esticada de uma ponta a

outra da parcela para traçar a divisão reta, com intuito de não invadir a área que não ia receber o produto. A aplicação foi realizada com um pulverizador costal de 20L com um bico leque 0,2 ângulo de 110° peneira malha 50 aplicado uma vazão de 130L/ha¹ em uma faixa de cerca de 50 cm.

No dia 12 de dezembro, 44 dias pós emergência foi realizada a segunda aplicação de fungicida, sendo ela de Ciproconazol 250ml/ha¹ e Benzovindifupir 250g/ha¹. Dia 27 de dezembro 59 dias após emergência foi realizada a terceira aplicação de fungicida Protioconazol 60ml/ha¹ e Fluazinan 1000ml/ha¹. No dia 13 de janeiro de 2024 foi realizada a quarta aplicação Protioconazol + Trifloxistrobina 500ml/ha¹.

Foi notado também bastantes variações nas alturas das parcelas devido a população de plantas, sendo quanto maior a população maior a altura de plantas variando de 1,30m as parcelas com 18p/m a 1,10m as parcelas com 12p/m. Também se notou que as plantas mais adensadas tinham uma altura maior do solo até o primeiro nó, maior espaço entre nós e maior perda de folhas e flores, folhas amareladas e requeimadas por falta de luz.

No estágio R5 foi realizado a segunda aplicação de aminoácido utilizando os mesmos métodos da primeira aplicação.

A colheita foi realizada no dia 11 de março de 2024 realizando manualmente, em um metro quadrado das duas fileiras centrais de cada parcela. A colheita foi realizada próximo às 9 horas da manhã antes de realizar a colheita mecanizada da área total. Para realizar a colheita do metro quadrado foram confeccionadas de madeira duas medidas exatas de um metro, que quando colocadas ao lado das plantas tivemos a presença da mesma quantidade de plantas descritas no croqui, não tendo diferenças em falta nem excesso. As plantas colhidas foram colocadas em sacos devidamente identificados com o número de população com ou sem aplicação de aminoácido e bloco que a parcela estava.

Após toda a colheita as plantas foram levadas para o barracão onde ficaram em repouso por dois dias nos sacos abertos para perder um pouco da umidade. Logo após foi realizada a retirada das vagens da planta sem fazer a debulha, onde foram contabilizadas, anotadas e devidamente devolvidas a suas embalagens, ficando por 10 dias expostas ao sol para fazer a debulha. Em seguida as vagens foram debulhadas e os grãos colocados em sacos de papel devidamente identificados.

Foram separadas 1000 sementes fazendo a pesagem desses grãos em uma balança de precisão no laboratório do Cescage. Também foi realizado a secagem desses grãos para saber a porcentagem de umidade, separando duas pequenas amostras de cada parcela contendo por volta de cinco gramas de sementes cada, fazendo a pesagem precisa dos fracos, anotando todas as taras e peso de produto, logo após todos os frascos de vidro devidamente identificados foram levados para estufa a 105° por 24h. Após as 24h a estufa foi desligada retirando frasco por frasco e fazendo a pesagem dos mesmos, onde logo após foram submetidos ao cálculo de grau de umidade de grãos, o mesmo mostrado na Figura 2, segundo Brasil (2009).

Figura 2. Fórmula de grau de umidade.

$$GU (\%) = \frac{(P_i - P_f) \times 100}{P_i - T}$$

Fonte: Brasil (2009).

3 Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos não houve interação para os fatores, população de plantas e utilização ou não de aminoácidos.

Conforme Tabela 3, para a variável número de vagens por planta houve diferença significativa para a utilização de aminoácido, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Pode se observar que as plantas que receberam a aplicação do aminoácido obtiveram maiores números de vagens por planta.

Tabela 3. Número de vagens por planta, grãos por vagem, peso de mil grãos, produtividade e umidade de plantas de soja submetidas a aplicação de aminoácido.

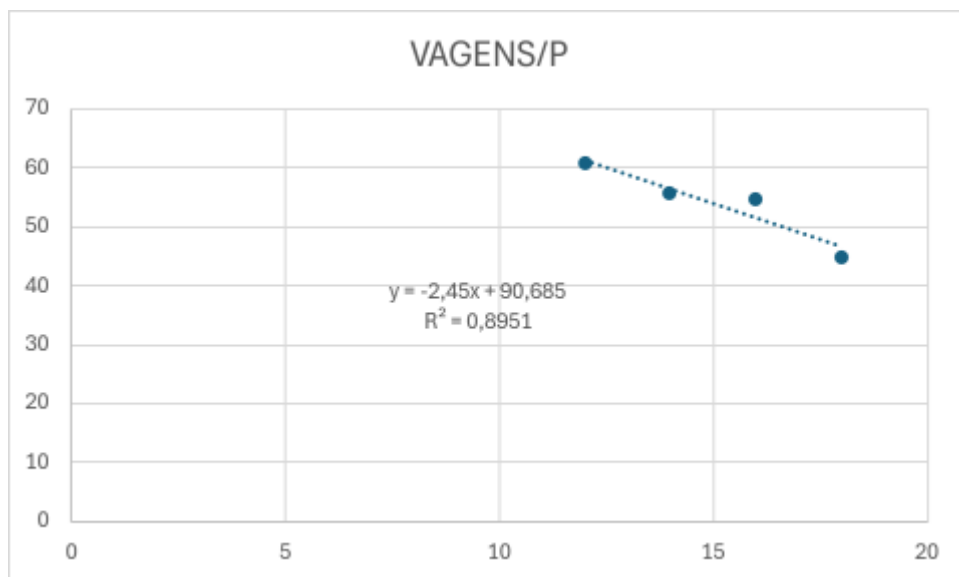
POPULAÇÃO	VAGENS/P	GÃOS/V	PMS (g)	PRODUTIVIDADE (sacas/ha ¹)	UMIDADE
12		2,28 ns	199,90 ns		
14		2,33 ns	211,26 ns		
16		2,32 ns	201,16 ns		
18		2,31 ns	200,95 ns		
COM AMIN.	57,06 a	2,33 ns	200,16 ns	98,85 ns	11,61 ns
SEM AMIN.	50,81 b	2,30 ns	206,48 ns	96,18 ns	11,40 ns
CV(%)	10,91	4,05	8,27	4,56	4,38

Fonte: Os autores.

*Medias seguidas de ns são valores não significativos pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Para o teste com e sem aminoácido podemos observar na tabela 3, que as plantas que receberam aplicação do aminoácido obtiveram maior número de vagens em relação as que não receberam a aplicação, pelo fato de que a aplicação de aminoácidos na cultura da soja pode ter efeitos significativos na produção de vagens, pois tem efeito no aumento da fotossíntese, melhoria na resistência ao estresse, regulação do crescimento e nutrição aumentada, fazendo assim com que a planta tem uma maior produção de vagens e consequentemente maior rendimento de produção por plantas (Lima *et al.*, 2020).

Gráfico 1. Teste de regressão para número de vagens por planta.



Fonte: Os autores.

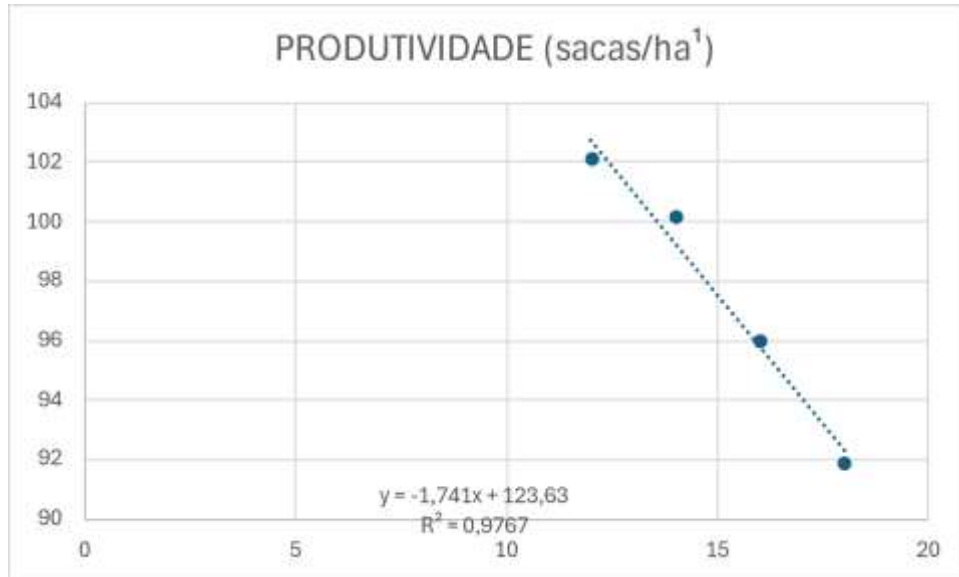
Como pode-se observar no Gráfico 1, há uma regressão linear diminuindo o número de plantas em maiores populações. Para 18 plantas por metro, o número de vagens por planta foi inferior, e isso pode ser explicado pelo fato de que em populações maiores as plantas podem competir por água, luz e nutrientes, além de gastarem mais energia para competir entre as plantas em busca de luminosidade. Geralmente, o rendimento das culturas é determinado por genética, condições ambientais, práticas de manejo e suas interações (Van Roekel *et al.*, 2015; Kumagai, 2020). Dentre as práticas de manejo, a densidade de plantas tem papel fundamental para a construção de lavouras com alta produtividade, podendo ser alterada pelos produtores a fim de atingir melhores resultados (Moro *et al.* 2021). A alta produção de plantas pode resultar em competição por recursos como água, luz e nutrientes, além de influenciar a produção de grãos e os componentes de rendimento (Balbinot Junior *et al.*, 2018).

Para a variável grãos por vagens os resultados foram não significativos, como observado na tabela 3, tanto para população quanto para aminoácido, não se diferenciando entre si estatisticamente. Mas podendo observar mais vagens com três grãos em plantas que foram utilizadas o aminoácido, também em população de 14 plantas por metros, o que diferenciou as médias das demais.

Os resultados obtidos da variável peso de mil sementes (PMS) também não se diferiram estatisticamente sendo não significativo para população e aminoácido. Pode-se observar que os resultados com aplicação de aminoácido tiveram resultado menor que sem aplicação, o que necessariamente não impacta na produtividade pois pode superar em questão de volume de sementes. O fornecimento de aminoácidos pode estimular o crescimento vegetativo (folhas e caules), o que leva a uma maior demanda interna de nutrientes e energia para sustentar esse crescimento. Isso pode resultar em menor alocação de recursos para o enchimento de sementes, reduzindo o peso final. Além disso, aminoácidos podem modificar o balanço hormonal da planta, alterando a concentração de fotoassimilados para as sementes e impactando

negativamente o peso final delas.

Gráfico 2. Teste de regressão para produtividade em sacas por hectare.

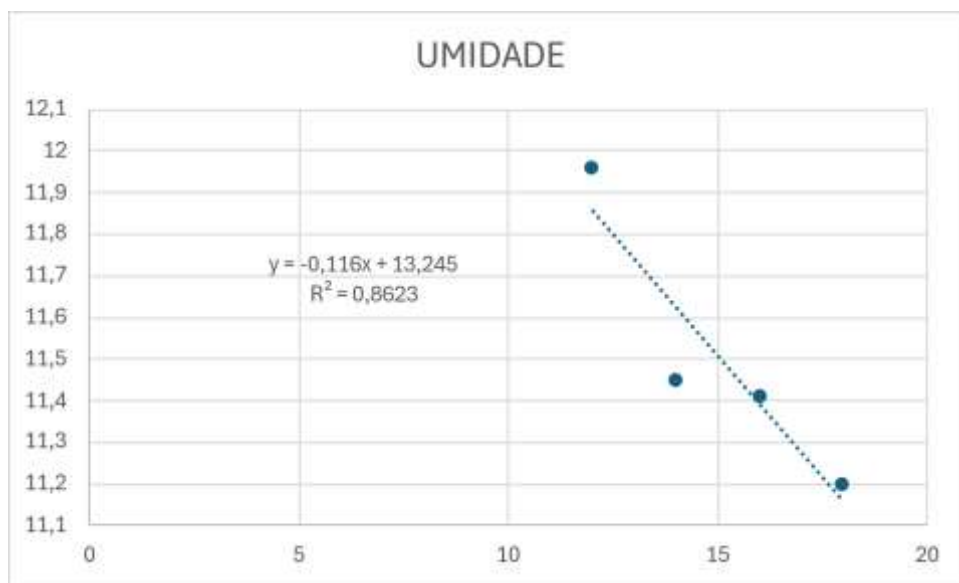


Fonte: Os autores.

Para a variável produtividade houve diferença significativa para a população de plantas, em teste de regressão linear, como observado no gráfico 2, diminuindo a produtividade com o aumento da população. Pode-se observar que as populações com 12 e 14 plantas por metro resultaram em maior produtividade diferindo das demais. Enquanto com 18 plantas por metro foi a variável de menor produtividade, em população 16 a segunda menor produtividade. Pois plantas com maior espaço entre si podem explorar mais de sua produtividade, porque em baixas densidades, as plantas de soja tendem a emitir maior número de ramos, fazendo assim com que aumente o número de vagens por planta (Ferreira *et al.*, 2018; LI *et al.*, 2021).

Na utilização de aminoácido não houve diferença significativa no requisito produtividade, mas os resultados com a aplicação demonstraram maior produtividade nas parcelas, como mostra a tabela 3. Os aminoácidos podem aumentar a produção da soja a nível de campo principalmente ao melhorar o metabolismo da planta, aumentando a absorção de nutrientes e fortalecendo sua resistência ao estresse. Eles ajudam na formação de proteínas essenciais, promovem a fotossíntese (por meio do aumento da clorofila) e incentivam o desenvolvimento das raízes, o que permite que a planta absorva mais água e nutrientes do solo. Estudos indicam que o uso de aminoácidos pode melhorar a eficiência do uso de nutrientes e a resistência ao estresse, resultando em maior crescimento e rendimento da soja (Zobiolo *et al.*, 2012).

Gráfico 3. Teste de regressão para umidade.



Fonte: Os autores.

Para a variável umidade houve diferença significativa para a população de plantas em teste de regressão linear, tendo menor umidade conforme aumento da população. De acordo com o gráfico 3 pode-se observar que a população de 18 plantas por metro apresentou menor número de umidade, diferindo, enquanto com 12 plantas por metro apresentou a umidade mais alta. Tendo um valor médio aproximado para as populações 14 e 16.

Em teste com e sem aminoácido para variável umidade não houve diferença significativa entre os resultados, mas podendo observar que as parcelas com maior produção tiveram maior umidade. A relação entre a produtividade da soja e a umidade do solo se explica, principalmente, pela necessidade de água que as plantas demandam para crescer e produzir grãos, esses fatores mostram que produtividade e umidade têm uma relação simbiótica, umidade é necessária para produtividade, e maior produtividade pode ajudar a manter um ambiente mais úmido nas condições adequadas (Gomes, 2014).

O coeficiente de variação (CV) em teste de Tukey mede a variabilidade dos dados em relação à média do experimento, indicando o quanto os valores individuais variam em torno da média. É expresso como uma porcentagem e serve para avaliar a precisão e a confiabilidade dos dados experimentais. Um CV mais baixo geralmente indica maior precisão nos resultados, enquanto um CV mais alto sugere maior variabilidade, o que pode reduzir a confiança nos efeitos detectados pelo teste de Tukey.

4 Conclusão

A aplicação de aminoácido proporcionou maior número de vagens por planta, mas não interferiu significativamente nos demais componentes de rendimento.

Com relação à população de plantas, utilizando 18 plantas de soja por metro, houve redução significativa no número de vagens por planta e na produtividade.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus pelo dom da vida, por estar sempre conosco e não nos deixar desanimar nesta caminhada e sempre superar as dificuldades que encontramos pelo caminho, também agradecemos pela saúde e dedicação para chegar aonde hoje estamos.

Nosso sincero agradecimento à Prof. Dra. Ariadne Waureck pela valiosa orientação, paciência, dedicação e valiosos ensinamentos ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Também agradecemos a todos os professores da faculdade por todo o ensinamento e dedicação para nos tornarmos ótimos profissionais da área.

Eu Bryhann, quero agradecer a toda a minha família, em especial aos meus pais, Giovani e Patricia, e ao meu irmão Jhohann por todo o amor, atenção, zelo, compreensão e por me prepararem para chegar até aqui. Agradeço também à Renata Palotino, que, com paciência e compreensão, me ajudou a enfrentar os desafios dessa jornada. E agradeço a minha dupla de TCC, Nícolas, pela amizade, companheirismo e por toda ajuda e sabedoria para juntos concluirmos mais esta etapa da nossa graduação.

Eu Nícolas queria agradecer a toda minha família em especial a minha namorada Isabelly e aos meus pais, Paulo e Luciane por terem me apoiado nos momentos difíceis e de dúvidas, e por ter cedido parte da área para o trabalho. E agradeço também a minha dupla de TCC Bryhann.

Por fim, agradecemos a todos que, de alguma forma, colaboraram com o sucesso deste trabalho, seja por meio de incentivo, colaboração direta ou por sua presença ao longo dessa trajetória.

Referências

- ALFOSEA-SIMÓN, M.; ZAVALA-GONZALEZ, E. A.; CAMARA-ZAPATA, J. M.; MARTÍNEZ-NICOLÁS, J. J.; SIMÓN, I.; SIMÓN-GRAO, S.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F. Effect of foliar application of amino acids on the salinity tolerance of tomato plants cultivated under hydroponic system. **Scientia Horticulturae**, v. 272, 2020.
- ANDRADE. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e severidade da ferrugem asiática da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, 2014.
- BALBINOT JUNIOR AA et al. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. **Revista de Ciências Agrárias** 36: 1215-1226, 2018.
- BASSETTE, Ana Beatriz Rodrigues. **Extrato De Alga Associado A Aminoácidos Na Cultura Da Soja**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). 2024.
- BERGAMINI, Lucas Henrique Tafarel; STREIT, Stela Maris Ferrari. O Avanço tecnológico no agronegócio tendo como exemplo a soja transgênica. **Revista Matogrossense de Gestão, Inovação e Comunicação**, v. 2, n. 1, p. 92-100, 2023.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, p. 399, 2009.
- CISOJA. Espaçamento reduzido e plantio cruzado associados a diferentes densidades de plantas em soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 2015.

COÊLHO, Jackson Dantas. SOJA: v. 9, n. 341, junho, 2024. **Caderno Setorial ETENE**, v. 9, 2024.

COLLA, G., NARDI, S.; CARDARELLI, M.; ERTANI, A.; LUCINI, L.; CANAGUIER, R.; ROUPHAEL, Y. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 28–38, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira. Quarto Levantamento**, v.3, n4, jan. 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas**. 2024.

CONTE, Osmar; POSSAMAI, Edivan José; CECERE FILHO, Pedro. **Resultados do monitoramento integrado da colheita da soja na safra 2019/2020 no Paraná**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2020.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 541-552, 2012.

DAPPER, Felipe. **Eficiência agrônômica de adubação foliar contém aminoácidos na cultura da soja**. 2016.

DE MELLO, Eliane Spacil; BRUM, Argemiro Luís. A cadeia produtiva da soja e alguns reflexos no desenvolvimento regional do Rio Grande Do Sul. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 74734-74750, 2020.

DÖRR, Caio Sippel. **Recobrimento de sementes de soja de diferentes níveis de qualidade fisiológica com aminoácidos: desempenho de plantas em campo e sementes**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, 2016.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Resultados do monitoramento integrado da colheita da soja na safra 2019/2020 no Paraná**. Paraná, Londrina. 2020.

EPSTEIN E. e BLOOM J. A.; **Nutrição Mineral de Plantas Princípios e Perspectivas**. Segunda edição. Editora Planta, 2006.

FERNANDES M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Rio de Janeiro, set. 2006.

FERREIRA AS et al. Plant spatial arrangement affects grain production from branches and stem of soybean cultivars. **Bragantia** 77: 567-576, 2018.

FLOSS, E.L. **Maximizando o rendimento da soja: “Ecofisiologia, nutrição e manejo”**. 2 ed. Passo Fundo: Aldeia Sul. 416p. 2022.

FREITAS, M; C; M. **A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer -Goiânia, vol.7, N.12; Pág. 2-3, 2011.

FURTADO, L. D.; FOLADOR, G. C.; MOROISHI, M. S.; GONÇALVES, A. A.; SIMONETTI, A. P. M. M. Condições do escoamento da produção agrícola do oeste do paraná até o porto de Paranaguá sob a ótica dos caminhoneiros. **Anais...SEAGRO –Semana Acadêmica de Agronomia**. Junho/ 2018.

GOMAA, M. A., & HAMED, E. S. Responses of soybean plants to foliar application of amino acids under different row spacings. **Egyptian Journal of Agronomy**, 2019.

GOMES, Ana Carla dos Santos *et al.* Modelo para estimativa da produtividade para a cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 44, p. 43-49, 2014.

GOMES, Maykon Rafael. Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico e Produção Da Soja Nos Contextos Brasileiro e Paranaense. **Revista (RE) Definições Das Fronteiras**, v. 1, n. 2, p. 349-360, 2023.

GUIMARÃES, T. A.; A dinâmica da cultura da soja no Estado do Paraná: O papel da Embrapa entre 1989 e 2002. **Vitrine da Conjuntura**, Curitiba, v.4, n. 6, pág. 4. agosto 2011.

KHALIL, S., & Abdel-Fattah, G. Role of exogenous amino acids in improving yield and quality of soybean. **Agronomy Journal**, 2018.

KUMAGAI, E. Agronomic responses of soybean cultivars to narrow intra-row spacing in a cool region of northern Japan. **Plant Production Science** 24: 29-40, 2020.

LAMBAIS, G. R. **Aminoácidos como coadjuvantes da adubação foliar e do uso de glifosato na cultura da soja**. 2011. 97f. Dissertação (Mestrado em ciências) - Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2011.

LI, S. *et al.* Estimating the contribution of plant traits to light partitioning in simultaneous maize/soybean intercropping. **Journal of Experimental Botany** 72: 3630-3646, 2021.

LIMA *et al.* Efeito da aplicação foliar de aminoácidos na produtividade de soja. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 2020.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; FILHO, O. A. L.; ZABOT, L.; UHRY, D.; LISBOA, J. I. Produtividade de grãos da soja em função do manejo de herbicida e fungicidas. **Ciência Rural**, v.40, n.7, p.1516-1522, 2010.

MORALES, R. G. F.; SANTOS, I.; TAMAZELI, V. N.; RESENDE, J. T. V. Influência da nutrição mineral foliar nas doenças da parte aérea e no rendimento da cultura da soja. **Revista Ambiente**. v.7, n.2, p. 207-215, 2011.

MORO FS *et al.* Produtividade de grãos em soja e seus componentes sob diferentes densidades de plantio. **Revista Tecno-lógica** 25:314-319, 2021.

MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. SOJA: **Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf. 31p. 2005.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; SCHIAVON, M.; ERTANI, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. **Scientia Agricola**, v. 73, p. 18–23, 2016.

NEVES, M. F. **Vai agronegócio!** 25 anos cumprindo missão vitoriosa. São Paulo: Associação dos Plantadores de Cana do Oeste do estado de São Paulo-Canoeste. 2016.

- NICO, M.; MIRALLES, D. J.; KANTOLIC, A. G. Post-flowering photoperiod and radiation interaction in soybean yield determination: Direct and indirect photoperiodic effects. **Field Crops Research**. v.176, p.45–55, 2015.
- OOKAWA, T.; TOMITA, N.; HIRASAWA, T. Interaction of scion and stock on leaf senescence of soybean plants grafted at mid-stem during ripening. **Plant Production Science**, Tokyo, v.8, n.1, p.32 –37, 2005.
- OLIVEIRA, N. M. de; SANTOS, H. N.; VIRGENS, E. P. Análise econômica do transporte de soja em grão no estado de Mato Grosso. **Simpósio brasileiro de pesquisa operacional**, 2021.
- OLIVEIRA, João Vitor Dornelas. **Contabilidade e gestão de custos na agroindústria e produção de soja no Brasil: uma revisão da literatura**. 2023. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.
- PEREIRA, Isabela Lima; DE SOUZA, Mateus Ramos; FELIX, Ester. Exportação de Soja: Impactos no Mercado Interno. **Advances in Global Innovation & Technology**, v. 1, n. 3, p. 27-39, 2023.
- RIBEIRO, Juliano Milhomem et al. Levantamento da ocorrência de ferrugem asiática da soja nos anos de 2016 e 2017 no estado do Tocantins Survey of the occurrence of asiatic soybean rust in the years 2016 and 2017 in the state of Tocantins. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, 2021.
- ROSA, Marcio et al. **Índice de clorofilas e desempenho agrônomo de soja submetida a aplicação foliar de aminoácidos**. In: CICURV-Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde. 2023.
- ROCKENBACH, Pedro. **Influência de bioestimulantes sobre componentes de rendimento e produtividade na soja**. 2024. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 2024.
- SANTANA, A. C. **Elementos de Economia, Agronegócio e Desenvolvimento Local**. Belém: GTZ, TUD, UFRA, 2005.
- SILVEIRA, M.L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**, 16. ed. Rio de Janeiro: Record. 2012.
- TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SOARES, L. H.; UMBURANAS, R. C.; REICHARDT, K.; NETO, D. D. Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1–14, 2017.
- TEJO, D. P.; FERNANDES, C. H. S.; BURATTO, J. S.; Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF**. XIX –Volume 35 –Número 1 –Junho, 2019.
- VAN ROEKEL RJ et al. Physiological and management factors contributing to soybean potential yield. **Field Crops Research** 182: 86-97, 2015.
- WERNER, Flávia. **Crescimento e produtividade de cultivares de soja em diferentes arranjos espaciais de plantas**, 2024. Dissertação (mestrado) Agronomia. Universidade Estadual de Londrina.

ZOBIOLE, Luiz Henrique Saes et al. Amino acid application can be an alternative to prevent glyphosate injury in glyphosate-resistant soybeans. **Journal of plant nutrition**, v. 35, n. 2, p. 268-287, 2012.