



Universidade Federal
de São João del-Rei

VITÓRIA VILELA RODRIGUES

**BIOESTIMULANTES À BASE DE PROTEÍNAS COLAGENOSAS
COMPLEXADAS EM APLICAÇÃO FOLIAR E TRATAMENTO DE
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA**

**SETE LAGOAS
2023**

VITÓRIA VILELA RODRIGUES

**BIOESTIMULANTES À BASE DE PROTEÍNAS COLAGENOSAS
COMPLEXADAS EM APLICAÇÃO FOLIAR E TRATAMENTO DE
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Aline de Almeida Vasconcelos

**SETE LAGOAS
2023**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R696b Rodrigues, Vitória Vilela.
BIOESTIMULANTES À BASE DE PROTEÍNAS COLAGENOSAS
COMPLEXADAS EM APLICAÇÃO FOLIAR E TRATAMENTO DE
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA / Vitória Vilela
Rodrigues ; orientador Amilton Ferreira da Silva;
coorientadora Aline de Almeida Vasconcelos. -- Sete
Lagoas, 2023.
37 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias) -- Universidade Federal de São
João del-Rei, 2023.

1. Aminoácidos . 2. Adubação foliar. 3. Tratamento
de sementes. I. Silva, Amilton Ferreira da, orient.
II. Vasconcelos, Aline de Almeida, co-orient. III.
Título.

VITÓRIA VILELA RODRIGUES

**BIOESTIMULANTES À BASE DE PROTEÍNAS COLAGENOSAS
COMPLEXADAS EM APLICAÇÃO FOLIAR E TRATAMENTO DE
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva


Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Aline de Almeida Vasconcelos

Sete Lagoas, 24 de agosto de 2023.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Nayara Norrene Lacerda Durães - IFPR

Prof^a. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias - UFSJ

Documento assinado digitalmente
 **AMILTON FERREIRA DA SILVA**
Data: 09/02/2024 07:04:48-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva - UFSJ
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre proteger-me e guiar-me.

À minha mãe, Mariceli, e ao meu pai, José Marçal, pelo incentivo e pelo apoio incondicional.

Ao meu namorado, Rafael, pela paciência e pelo imenso carinho.

A todos(as) os(as) professores(as) do Curso, pelos conhecimentos repassados, e ao meu orientador, Prof. Amilton Ferreira da Silva e à minha coorientadora, Prof^a. Aline de Almeida Vasconcelos, pelo auxílio, pelas orientações durante todo percurso da pesquisa.

A todos(as) que contribuíram, de forma direta ou indireta, para que este trabalho se tornasse possível.

À UFSJ, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT	II
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	2
ARTIGO I	4
Uso de bioestimulantes à base de aminoácidos no desenvolvimento e na produtividade da cultura da soja.....	4
Resumo:	4
Abstract:.....	5
Introdução	6
Material e Métodos	7
Resultados e Discussão	9
Conclusão.....	15
Referências.....	15
ARTIGO II.....	17
Avaliação do desenvolvimento inicial da cultura da soja, utilizando aminoácidos.....	17
Resumo:	17
Abstract:.....	18
Introdução	19
Material e Métodos	20
Resultados e Discussão	22
Conclusão.....	32
Referências.....	32
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35

BIOESTIMULANTES A BASE DE PROTEÍNAS COLAGENOSAS COMPLEXADAS EM APLICAÇÃO FOLIAR E TRATAMENTO DE SEMENTES NA CULTURA DA SOJA

RESUMO - A soja é uma cultura de grande importância no sistema agrícola mundial, sendo o Brasil, um dos maiores produtores dessa cultura, que vem ganhando aumento de produção ao longo dos anos, devido ao uso correto do solo, e ao melhoramento genético aliado aos diversos avanços tecnológicos. Uma das tecnologias disponíveis para melhorar a produção de soja, é a adubação foliar, a fim de fazer ajustes nutricionais, de mitigar estresses, e de suplementar a cultura nos estádios fenológicos, em que há maior demanda de nutrientes. Este tipo de adubação pode ser feita com as diversas fontes nutricionais que existem no mercado, sendo um dos exemplos, os bioinsumos à base de aminoácidos, que podem ser aplicados também via fertirrigação e no tratamento de sementes. Portanto, o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito fisiológico de proteínas à base de aminoácidos, em fertilizantes foliares e no tratamento das sementes de soja. O experimento foi realizado na Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus* de Sete Lagoas, MG. O primeiro experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, os tratamentos consistiram em aplicação dos fertilizantes isolados e combinados, em diferentes estádios fenológicos da soja (V4, R2, V4+R2), fatores que resultaram em diferentes tipos de tratamentos com fertilizantes foliares, sendo o controle, sais, sais + aminoácidos, e somente aminoácidos. Os dados encontrados foram submetidos à análise de variância, pelo Teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ($p \geq 0,05$), realizados no programa estatístico SISVAR (2009), ao nível de significância de 5%. Foram avaliados aspectos relacionados às características produtivas e morfológicas da soja. O segundo experimento foi conduzido em canteiros de germinação, onde foi feita a semeadura de 200 sementes, por unidade experimental, em quatro repetições de 50 sementes, sendo sementes envelhecidas e sem envelhecimento. Foi realizado o teste de Germinação (GER), em BOD Frio e em caixa de areia. O delineamento foi em blocos inteiramente casualizados, onde foram avaliados parâmetros relacionados às taxas de emergências, AF, CPA, CR, CT, MV e MS. Os resultados demonstraram que o uso de bioestimulantes à base de proteínas colagenosas complexadas, em aplicação foliar, não resultaram em efeito significativo para nenhuma das variáveis da cultura da soja. Em relação ao experimento com tratamento de sementes, não houve efeito significativo, das doses utilizadas do bioestimulantes nas sementes de soja, envelhecidas e não envelhecidas, para as características relacionadas à germinação e à emergência em campo, e em variáveis de crescimento inicial, da cultura da soja. Os bioestimulantes à base de proteínas colagenosas complexadas, não influenciaram a cultura da soja, em aplicações nos diferentes estádios, e, em doses testadas no tratamento de sementes.

Palavras-chave: Aminoácidos. Adubação foliar. Tratamento de sementes. *Glycine max.* (L.). Promotores de crescimento. Desenvolvimento.

BIOSTIMULANTS BASED ON COMPLEXED COLLAGENOUS PROTEINS IN FOLIAR APPLICATION AND SEED TREATMENT IN SOYBEAN CROP

ABSTRACT - Soy is a crop of great importance in the world agricultural system, with Brazil being one of the largest producers of this crop, which has been gaining an increase in production over the years due to the correct use of the soil and genetic improvement combined with various technological advancements. One of the technologies available to improve soybean production is foliar fertilization, in order to make nutritional adjustments, mitigate stress, and supplement the crop in phenological stages, where there is a greater demand for nutrients. This type of fertilization can be done with the various nutritional sources that exist on the market, one of the examples being bio-inputs based on amino acids, which can also be applied via fertigation and seed treatment. Therefore, the objective of the research was to evaluate the physiological effect of amino acid-based proteins in foliar fertilizers and the treatment of soybean seeds. The experiment was conducted at the Federal University of São João del-Rei, Campus de Sete Lagoas, MG. The first experiment was conducted in a randomized block design. The treatments consisted of the application of isolated and combined fertilizers at different soybean phenological stages (V4, R2, V4+R2), factors that resulted in different types of treatments with foliar fertilizers, the control being salts, salts + amino acids, and only amino acids. The data found were subjected to analysis of variance using the F Test, and the means were compared using the Scott Knott test ($p \geq 0.05$), carried out in the SISVAR statistical program (2009), at a significance level of 5%. Aspects related to the productive and morphological characteristics of soybeans were evaluated. The second experiment was conducted in germination beds, where 200 seeds were sown per experimental unit in four replications of 50 seeds, aged and unaged seeds. The Germination test (GER) was carried out in BOD Cold and a sandbox. The design was entirely causal blocks, where parameters related to emergency rates, AF, CPA, CR, CT, MV, and MS were evaluated. The results demonstrated that the use of biostimulants based on collagenous proteins complexed in the foliar application did not result in a significant effect for any of the soybean crop variables. About the experiment with seed treatment, there was no significant effect of the doses of biostimulants used on soybean seeds, aged and non-aged, for the characteristics related to germination and emergence in the field and on initial growth variables of the crop of soybeans. Biostimulants based on collagenous proteins complexed did not influence soybean crops, in applications at different stages, and doses tested in seed treatment.

Keywords: Amino acids. Foliar fertilization. Seed treatment. *Glycine max.* (L.). Growth promoters. Development

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de soja (*Glycine max.* (L.) Merrill) no Brasil, possui grande representatividade no agronegócio brasileiro, sendo atualmente, o grão mais produzido no país. Na safra 2021/22, a área cultivada de soja foi de 41,492 milhões de hectares, alcançando uma produtividade de 3.552 kg ha⁻¹, com uma produção total de 125 milhões de (CONAB, 2022).

O aumento na produção da soja, ao longo das últimas safras, foi possível devido ao melhor uso do solo, aliado aos avanços científicos. Dentre as várias tecnologias disponíveis, para melhorar a produção da cultura, temos a aplicação de fertilizantes foliares e o uso de biofertilizantes.

Os fertilizantes foliares têm sido utilizados extensivamente na agricultura para ajustes nutricionais, e mitigação de estresses, uma vez, que a adubação foliar tem como objetivo a aplicação dos nutrientes, diretamente sobre as folhas das plantas, visando complementar ou suplementar suas necessidades nutricionais (BORKERT et al., 1987). Na cultura da soja, há maior demanda por nutrientes do estágio fenológico V2 (primeira folha trifoliada completamente desenvolvida) até o estágio R5 (início do enchimento de grãos), sendo importante a suplementação nutricional nesses períodos.

Os produtos comumente utilizados nas adubações foliares, podem ser desde adubos simples, compostos por somente um nutriente em sua formulação, até adubos mistos, que são a mistura de vários componentes, como por exemplo, macro e/ou micronutrientes, aminoácidos, algas, microrganismos, etc (MALAVOLTA, 2006). Outra alternativa é o uso de bioinsumos que também podem ser aplicados via adubação foliar, fertirrigação e no tratamento de sementes. A tecnologia usada nos bioinsumos, consistem normalmente no uso de microrganismos benéficos, extratos de vegetais e/ou animais, e substâncias orgânicas e/ou inorgânicas.

Produtos à base de aminoácidos, podem ser considerados um tipo de bioinsumo, e seu consumo na agricultura vem crescendo nos últimos anos. Aminoácidos são moléculas essenciais para o crescimento, e o desenvolvimento das plantas, uma vez que são elementos componentes, e constituintes das proteínas. São essenciais para processos como a formação de enzimas, de hormônios, de proteínas estruturais, de síntese de clorofila, de regulação de pH, etc.

Quando os aminoácidos são fornecidos às plantas, eles podem: aumentar a resistência destas aos estresses bióticos e abióticos; diminuir a incidência de doenças; auxiliar na absorção de nutrientes e de água pelas raízes; além de contribuir para a produção de frutos, sementes e

grãos de melhor qualidade. A utilização da tecnologia de aminoácidos na agricultura, contribui para o desenvolvimento de lavouras com plantas mais saudáveis e produtivas, de maneira mais sustentável. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar com: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), micronutrientes, e aminoácidos, tanto de forma combinada quanto individual, em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja, bem como o desenvolvimento inicial das plântulas de soja, em decorrência da aplicação de aminoácidos no tratamento de sementes.

REFERÊNCIAS

ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. **Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas?**. Revista de Economia, v.33, n. 1, p. 31-53, jan./jun. 2007.

BORKERT, C. M.; SFREDO, J.G.; MISSIO, S.L. **S Soja: adubação foliar**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1ª ed, 34 p. (Documentos, 22), 1987.

BORKERT, C. M.; YORINORI, J.T.; CORREA-FERREIRA, B. S.; ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G. J. **Seja o doutor da sua soja**. In: Informações Agronômicas, Piracicaba, n.66, junho de 1994.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, p.132, 2001.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sétimo levantamento**, abril 2022. Disponível em: https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_04_07_11_02_42_boletim/. Acesso em: 14 outubro 2022.

DILL, R. E. **Bioinsumo na agricultura brasileira: alternativa biológica para uma agricultura ambiental sustentável**. São Francisco de Paulo, Dissertação, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2022.

DORR, C. S., ALMEIDA, T. L. de.; MACEDO, V. G. K.; GULARTE, J. A.; DIEL, V.; PANOZZO, L. E.. **Efeito do vigor e tratamento de sementes de soja com aminoácidos no desempenho das sementes produzidas**. Bagé: Revista Científica Rural, v. 22, n. 1, p. 112-124.

FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – **Boletim informativo safra mundial de soja**, outubro 2022. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-soja/>. Acesso em: 14 de outubro 2022.

HARRIR, Y. & MITTLER, R. **The ROS Signaling Network of Cells**. In: DEL RIO, L. A. & PUPPO, A. (ED.). *Reactive Oxygen species in plants signaling*. BERLIN, Springer - Verlag, 2009, cap. 10, p. 165-174.

LANTMANN, A. **Importância do enxofre nas lavouras de soja**. Canal Rural, 2017. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/projeto-soja-brasil/artigo-uso-enxofre/> Acesso em de 20 de agosto de 2022.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

MACHADO, J. da C.; WAQUIL, J. M.; SANTOS, J. P. dos; REICHENBACH, J. W. **Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n.232, p. 76-87, maio/jun. 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006.

MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da. **Bioinsumos na cultura da soja**. Londrina, Embrapa Soja, p. 550, 2022.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C., ed. **A soja no Brasil**. [s.l.]: S. Miyasaka e J. C. Medina, 1981.

SEDIYAMA, T. Importância econômica da semente. In: SEDIYAMA, Tuneo. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias Ltda, 2013.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015.

SEDIYAMA, T. Origem e evolução. In: SEDIYAMA, T. **Melhoramento genético da soja**. Londrina, Editora Mecenias, 2015.

SEDIYAMA, T. **Produtividade da Soja**. Viçosa: Editora UFV, 2016.

TAIZ L. E ZEIGE E. (2009). **Fisiologia Vegetal**. 4ª Edição, Artmed, Porto Alegre.

VENCATO, A. Z., et al. **Anuário Brasileiro da Soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, p. 144, 2010.

VERBRUGGEN, N. E HERMANS, C. (2008). **Proline Accumulation in Plants: A Review**. *Amino Acids*, 35, 753-759.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulantes na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993.

ARTIGO I

Uso de bioestimulantes à base de aminoácidos no desenvolvimento e na produtividade da cultura da soja

Resumo:

A soja vem passando por uma larga expansão territorial no Brasil, e atualmente é uma das culturas mais cultivadas no país. Devido à sua grande importância, é essencial que sejam empregadas e testadas novas tecnologias para a cultura, visando sempre o aumento da produção em uma mesma área. Dentre as várias tecnologias, temos a adubação foliar, que necessitam de compostos que ajudem a planta a absorver melhor os nutrientes, e uma alternativa pode ser o uso de aminoácidos resultantes da hidrólise hidrotérmica do colágeno de bovinos, que podem ser absorvidos e translocados de forma mais rápida e eficaz, pelas plantas. Havendo uma necessidade maior de estudos sobre o assunto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar, de macro e micronutrientes, e de aminoácidos, de forma combinada ou individual, em diferentes estádios da cultura da soja. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de São João del-Rei, no *Campus Sete Lagoas*, MG. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 3, com três repetições. Os tratamentos consistiram em aplicação de sais (N, C, O, T., P, K, Ca, Mg, S, Mn, Co, Zn, B, Mo), sais associados a aminoácidos quelantes, aminoácidos quelantes, e o tratamento controle, aplicados nos estádios V4, R2 e V4+R2 da soja. Foram avaliadas características produtivas e morfológicas da planta. Diante dos resultados obtidos, foi possível observar que não houveram diferenças significativas em nenhuma das variáveis analisadas.

Palavras-chave: *Glycinemax*, aminoácido, adubação foliar, produtividade.

Use of amino acid-based biostimulants in the development and productivity of soybean crops

Abstract:

Soybeans have been undergoing a significant territorial expansion in Brazil and are currently one of the most cultivated crops in the country. Due to its great importance, it is essential that new technologies for cultivation are employed and tested, always aiming to increase production in the same area. Among the various technologies, require compounds that help the plant absorb nutrients better, and an alternative could be the use of amino acids resulting from the hydrothermal hydrolysis of bovine collagen, which can be absorbed and translocated more quickly and effectively by plants. As there is a greater need for studies on the subject, the objective of this work was to evaluate the effect of foliar application of macro and micronutrients and amino acids, in combination or individually, at different stages of soybean cultivation. The experiment was conducted at the Federal University of São João del-Rei, on Campus Sete Lagoas, MG. The design was in randomized blocks, in a 4 x 3 factorial scheme, with three replications. The treatments consisted of the application of salts (N.C.O.T., P, K, Ca, Mg, S, Mn, Co, Zn, B, Mo), salts associated with chelating amino acids, chelating amino acids, and the control treatment, applied at stages V4, R2 and V4+R2 of soybeans. The plant's productive and morphological characteristics were evaluated. Given the results obtained, it was possible to observe no significant differences in any of the variables analyzed.

Keywords: *Gycinemax*, amino acid, foliar fertilization, productivity.

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) merril), a partir da década de 60, se consolidou no Brasil, como uma das principais culturas de uso comercial, e de alta rentabilidade, alinhando técnicas de manejo, tecnologias e biotecnologias, para obter aumento significativo na produtividade. Atualmente, a soja, continua sendo uma das culturas em contínua expansão, segundo levantamento da safra 2022/23, onde é esperado um crescimento de 3% nas áreas de soja, em comparação com à safra 2021/22 (CONAB 2022).

Segundo dados da CONAB (2022), a produtividade média das lavouras de soja, no Brasil, na safra 2021/22 foi de 3.528 Kg.ha⁻¹, o que indica um aumento de cerca de 16,6% em relação a safra anterior 2020/21, alcançando uma produção de 152.889,9 milhões de toneladas, apesar da safra ter sido castigada com problemas climáticos, em algumas partes do país. Estes aumentos, só foram possíveis devido aos avanços em tecnologias, e à eficiência de aplicação de defensivos e de fertilizantes.

Os fertilizantes foliares têm sido utilizados extensivamente na agricultura, para ajustes nutricionais e mitigações de estresses. No entanto, há vários fatores que influenciam na absorção dos nutrientes, tais como os inerentes às plantas (idade da planta, cerosidade), ao meio (temperatura e umidade relativa do ar), e aos fatores da solução (pH, componentes e solubilidade). A técnica de adubação foliar ainda é amplamente discutida, e apresenta resultados inconsistentes, suscitando questionamentos por parte da comunidade científica (ROSOLEM, 2002).

A absorção de produtos pelas folhas é um tema controverso, uma vez que as mesmas não são estruturas especializadas para esta função. São muitos os processos que as soluções aplicadas podem seguir, tais como: adsorção foliar, penetração cuticular e absorção no interior dos compartimentos celulares, metabolicamente ativos na folha, e posteriormente, translocação e utilização de nutrientes absorvidos pela planta.

Normalmente, produtos foliares são constituídos por pelo menos dois componentes, que são as substâncias ativas, compostas por minerais e inertes ou adjuvantes, que possuem como função o espalhamento, e a persistência do produto na superfície da folha. Produtos foliares podem ser classificados como adjuvantes de ativação, que aumentam a atividade, a penetração, o espalhamento, e a retenção dos ingredientes ativos, ou adjuvantes utilitários (por exemplo, acidificantes), que modificam as propriedades da solução sem afetar diretamente a eficácia da formulação.

Tecnologias que aprimorem a eficiência de produtos, para o uso na agricultura, tem sido demandada, uma base para fertilizantes foliares com nutrientes quelatos à base de aminoácidos, resultados da hidrólise hidrotérmica do colágeno, da proteína constituinte da pele bovina. Alguns estudos indicam, que quelatos de aminoácidos (metalosatos) podem ser mais eficazmente absorvidos, e translocados na planta em relação aos sais metálicos ou aos quelatos sintéticos de EDTA.

Os aminoácidos são considerados bi ativadores e fornecem energia à planta, para compensar as perdas causadas pelos processos de respiração, e de decomposição. Eles desempenham papéis importantes em muitos processos, como contribuição para aumentar a capacidade celular de absorver água e nutrientes; ajudam no processo de crescimento vegetativo; aumentam a concentração de: proteínas que participam de diferentes funções no interior do corpo da planta; de agentes redutores de estresses; de fontes de nitrogênio; e de precursores de hormônios (ZHAO, 2010; DELILLE et al., 2011; MAEDA e DUDAREVA, 2012).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar de: N, P, K, micronutrientes, e aminoácidos, combinados ou individualmente, em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante o período da safra 2021/22, na área experimental da Universidade Federal de São João del-Rei, no *Campus* de Sete Lagoas, MG, o qual se localiza nas coordenadas 19°28'45.13" S e 44°12'09.92" W e 749 m de altitude. A região possui clima tropical úmido, com inverno seco, com temperaturas inferiores a 18°C, e com verão quente, com temperaturas superiores a 22°C, sendo caracterizado como clima de tipo Cwa – segundo Köppen. A cidade possui precipitação média anual de 1335mm, e temperatura média de 21,6°C.

A área, onde foi instalado o experimento, se encontrava em pousio. Foi feita a gradagem do solo antes da semeadura da soja, a fim de controlar as plantas daninhas presentes. O solo foi corrigido, de acordo com os resultados da análise química da área e dos objetivos pretendidos, seguindo as recomendações técnicas para a cultura da soja. A adubação na semeadura foi realizada utilizando 285,7 kg ha⁻¹, do formulado 8-28-16, e as sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, na concentração de 150mL/50Kg de sementes.

Tabela 1 - Caracterização dos tratamentos utilizados no experimento de soja.

Tratamentos	Descrição
T1	Testemunha do estádio V4
T2	Aplicação de aminoácidos* quelantes no estádio V4
T3	Aplicação de sais no estádio V4
T4	Aplicação de sais* associados a aminoácidos quelantes no estádio V4
T5	Testemunha do estádio R2
T6	Aplicação de aminoácidos quelantes no estádio R2
T7	Aplicação de sais no estádio R2
T8	Aplicação de sais associados a aminoácidos quelantes no estádio R2
T9	Testemunha do estádio V4 + R2
T10	Aplicação de aminoácidos quelantes no estádio V4 + R2
T11	Aplicação de sais no estádio V4 +R2
T12	Aplicação de sais associados a aminoácidos quelantes no estádio V4 + R2

*Aminoácidos: Hidrolisado Reversa Fertilizante (ácido aspártico 0,52%, ácido glutâmico 0,70%, serina 0,28%, glicina 1,95%, histidina 0,10%, taurina <0,01%, arginina 0,69%, treonina 0,16%, alanina 0,78%, prolina 1,08%, tirosina 0,08%, valina 0,22%, metionina 0,08%, cistina 0,10%, isoleucina 0,15%, leucina 0,29%, fenilalanina 0,18%, lisina 0,38%, hidroxiprolina 0,93%, triptofano 0,02%, soma de aminoácidos 8,70%). *Sais: NPKMax Reversa fertilizante (fertilizante foliar N 6%, C.O.T 6%, P 7%, K 6%, Ca 0,8%, Mg 0,40%, S 2%, Mn 1%, Co 0,3%, Zn 0,5%, B 0,30%, Mo 0,1%).

O trabalho foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, com 3 repetições. Os fatores consistiram de diferentes tratamentos com fertilizantes foliares, sendo eles: controle, sais, sais associados a aminoácidos quelantes, e somente aminoácidos quelantes. Foram aplicados os tratamentos nos estádios V4, R2 e V4+R2 da soja (Tabela 1).

As parcelas experimentais foram constituídas de 5 linhas por 4 metros de comprimento, uma área total de 10m², onde as três linhas centrais foram usadas como área útil de avaliação, em que se desprezou os 50cm do início, e do final da linha, buscando não avaliar uma possível faixa de sobreposição de aplicação.

A semeadura ocorreu de forma manual, na data de 24 de novembro de 2021. O material utilizado foi a semente da cultivar de soja BMX FOCO IPRO, com uma densidade de semeadura de 18 sementes/m, espaçadas de 50 cm entre linhas, seguindo a recomendação da empresa. A BMX FOCO IPRO, é uma cultivar cujo seu grupo de maturação é o 7.2, apresenta um alto potencial de produtividade e de estabilidade, possui crescimento indeterminado, tem média de peso de mil grãos de 176g, e seu índice de ramificações é baixo.

A primeira aplicação dos fertilizantes foi realizada 29 dias após a semeadura, quando as plantas encontravam-se no estádio V4 de seu desenvolvimento, caracterizado pela terceira folha trifoliada totalmente expandida. A segunda aplicação foi feita 72 dias após a semeadura, em estádio R2, quando as plantas de soja atingiram seu pleno florescimento, caracterizado por uma flor aberta, em um dos dois nós superiores da haste principal, com a folha completamente desenvolvida.

A pulverização foi feita com equipamento de pressão constante, à base de CO₂, com uma barra acoplada com 4 bicos espaçados 50 cm entre si, do tipo leque 110.02, da marca Jacto. Foi

utilizado um volume de calda de 150 L ha⁻¹, e dosagem do produto de 2L ha⁻¹, de acordo com o recomendado pelo fabricante.

As avaliações de prolina foram executadas durante o ciclo da cultura, sendo coletadas 5 folhas ao acaso, dentro de cada parcela, após 5 dias de cada aplicação.

Após a colheita da soja, foram avaliadas as seguintes características produtivas e morfológicas: altura da planta (cm); número de ramificações; número de nós; número de vagens com um grão; número de vagens com dois grãos; número de vagens com três grãos; número de vagens com quatro grãos; número total de vagens; número de grãos por vagem, peso de 100 grãos; e produtividade dos grãos. As avaliações da concentração, do aminoácido prolina, foram efetuadas durante o ciclo da cultura, sendo coletadas 5 folhas ao acaso, dentro de cada parcela, após 5 dias de cada aplicação.

As avaliações referentes à produtividade, ocorreram em parcelas não destrutivas, nas três repetições, onde todas as plantas foram colhidas na área útil (6 m²). Em seguida, aferiu-se a umidade da amostra, que posteriormente foi corrigida para 13%, e posteriormente, o peso foi convertido em Kg ha⁻¹. Na sequência, foram coletados aleatoriamente 100 grãos de cada parcela, para o cálculo da Massa de grãos, seguindo os processos de pesagem, e de correção de umidades.

Os dados estudados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ($p \geq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico SISVAR (2009), considerando-se o nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Segundo a análise de variância, conforme Tabelas 2 e 3, não foi possível detectar diferenças significativas para as variáveis estudadas. Os parâmetros: número total de vagens; número total de grãos; e produtividade, obtiveram médias homogêneas entre os tratamentos.

As aplicações nos estádios V4, R2, e em ambos, não causaram impacto significativo em variáveis como altura da planta, ramificações, e produtividades. Notou-se que não houve diferenças significativas na aplicação de aminoácidos, em diferentes estádios vegetativos da soja. Da mesma forma, não foram verificadas diferenças significativas para a interação entre os produtos testados, e as épocas de aplicação (Tabela 2). Esses resultados indicam que a aplicação foliar de sais e de aminoácidos, individualmente ou em conjunto, não teve um efeito discernível sobre as variáveis estudadas. Isso sugere que outros fatores podem ter uma influência maior

nesses parâmetros, ou que as doses utilizadas não foram adequadas para causar um impacto significativo.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância de características variáveis agrônômicas e morfológica da cultura da soja em maio/2022, onde foi realizada adubação foliar em diferentes épocas de aplicação.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio						
		ALP	RAM	NNO	NV1	NV2	NV3	NV4
Época de Aplicação (E)	2	183,96 ^{ns}	0,27 ^{ns}	6,77 ^{ns}	24,00 ^{ns}	31,27 ^{ns}	82,81 ^{ns}	1,29 ^{ns}
Produto (P)	3	801,30 ^{ns}	1,72 ^{ns}	37,34 ^{ns}	8,04 ^{ns}	62,56 ^{ns}	142,00 ^{ns}	0,12 ^{ns}
E x P	6	664,22 ^{ns}	1,30 ^{ns}	27,32 ^{ns}	15,19 ^{ns}	75,23 ^{ns}	92,05 ^{ns}	0,75 ^{ns}
Bloco	2	670,81	0,58	16,35	55,37	68,57	164,72	0,37
Resíduo	22	806,71	1,50	19,43	11,99	71,49	97,06	0,57
Médias		106,85	5,95	24,25	11,29	27,73	27,32	1,22
CV (%)		26,58	20,61	18,18	30,67	30,49	36,06	62,00

ns: não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. ALP: altura da planta (cm). RAM: número de ramificações na haste principal. NNO: número de nós na haste principal. NV1: número de vagens com 1 grão. NV2: número de vagens com 2 grãos. NV3: número de vagens com 3 grãos. NV4: número de vagens com 4 grãos.

Para a variável altura de plantas, foi observado uma tendência, das médias, das plantas tratadas com NPK Max, em alcançar uma maior altura, conforme apresentado na Tabela 4. No entanto, não foi percebido um aumento significativo na produtividade. Ao comparar as médias, não foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos. A aplicação de nutrientes via foliar, pode ser afetada por uma série de fatores, que podem influenciar a eficácia, e os resultados desse método de adubação.

Uns dos fatores, que podem interferir nesses resultados, são a estrutura e a composição da cutícula da folha, que podem variar entre espécies e cultivares, afetando a capacidade de absorção dos nutrientes. Além disso, a idade da planta e o estágio de desenvolvimento podem influenciar na permeabilidade das folhas, alterando a absorção dos nutrientes aplicados.

Esses resultados estão de acordo com o estudo de Klahold et al. (2006), que também constataram que a aplicação de bioestimulantes, via foliar, não interfere no crescimento da cultura da soja. Da mesma forma, de acordo com os estudos de Coelho et al. (2011), também não foram encontrados acréscimo significativo para o parâmetro altura da soja, quando submetida a aplicações foliares de Mg, B e Zn. Rezende et al. (2005), também não notaram diferença significativa para altura da planta, com a aplicação foliar de fósforo em diferentes épocas de aplicação. Estudos da Embrapa (2005), mostraram que a soja responde a adubação foliar apenas com nutrientes como Mn, Co e Mo, não havendo necessidade de aplicação de outros nutrientes desta forma e de acordo com os resultados encontrados no atual trabalho.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância de características variáveis agrônômicas e morfológica da cultura da soja em maio/2022, onde foi realizada adubação foliar em diferentes épocas de aplicação.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		NTV	NTG	NGV	PROD	P100G
Época de Aplicação (E)	2	371,45 ^{ns}	1998,84 ^{ns}	0,012 ^{ns}	993512,18 ^{ns}	3,30 ^{ns}
Produto (P)	3	466,65 ^{ns}	2910,73 ^{ns}	0,005 ^{ns}	311433,16 ^{ns}	0,84 ^{ns}
E x P	6	443,06 ^{ns}	2448,02 ^{ns}	0,005 ^{ns}	380959,71 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Bloco	2	824,06	4126,89	0,002	1195105,47	1,22
Resíduo	22	396,67	2223,66	0,008	1048868,29	1,50
Médias		67,56	153,59	2,67	2771,84	13,47
CV (%)		29,48	30,7	4,12	36,95	9,13

NTV: Número total de vagens. NTG: Número total de grãos. NGV: Número de grãos por vagem. UMI: Umidade. PROD: Produtividade. P100G: Peso de 100 grãos.

Para o parâmetro número de ramificações na haste principal, constatou-se uma tendência de as plantas apresentarem um maior número de ramificações, quando o fertilizante NPK Max foi aplicado nos estádios V4 e V4+R2. Pereira et al. (2018), destacam que a altura média das plantas pode influenciar o número de ramificações na haste principal. Ao analisar os dados do presente no estudo, embora não tenham sido encontradas diferenças de significância, foi observada uma tendência de aumento, na altura e no número de ramificações das plantas de soja, ao aplicar o produto NPK Max, corroborando com dados de estudos anteriores.

Ao contrário dos parâmetros RAM e ALP, analisando os dados sobre o número de nós na haste principal, não foram encontrados resultados significativos ao utilizar o produto NPK Max. Isso indica que o produto estudado, não influenciou o desenvolvimento de nós da haste principal, na cultura da soja. Esses resultados sugerem que a altura das plantas, não estão condicionadas apenas pelo número de nós da haste principal, havendo possivelmente uma relação com o comprimento dos entre nós da soja, conforme observado por Martins (1999). Esses pontos ressaltam a complexidade das interações entre diferentes parâmetros, e o desenvolvimento das plantas de soja. A altura, o número de ramificações, e o número de nós na haste principal, são influenciados por diversos fatores, como genética da cultivar, manejo nutricional, condições ambientais e estágio de desenvolvimento da planta.

Tabela 4 – Resumo das médias para parâmetros da cultura da soja, submetidas à aplicação de fertilizantes foliares.

Variável	Tratamentos											
	V4				R2				V4 + R2			
	Test.	Ami.	Sais	NPKm.	Test.	Ami.	Sais	NPKm.	Test.	Ami.	Sais	NPKm.
ALP ^{ns}	114,3	100,5	101,3	93,3	114,3	91,2	91,4	137,7	104,2	116,3	95,6	122,1
RAM ^{ns}	5,6	5,6	6,0	6,3	5,9	6,5	5,4	5,6	5,3	6,5	5,2	7,4
NNO ^{ns}	32,2	22,6	22,9	22,8	25,2	21,7	22,0	26,1	22,9	24,8	21,9	26,1
NV1 ^{ns}	10,1	11,1	13,3	13,1	10,0	8,9	8,7	11,2	16,4	9,8	12,7	10,3
NV2 ^{ns}	23,1	22,9	27,7	34,9	27,8	30,0	21,9	26,3	36,3	24,5	26,3	31,2
NV3 ^{ns}	22,7	22,4	26,5	34,9	32,1	26,7	15,7	25,9	37,1	25,3	27,1	31,5
NV4 ^{ns}	0,5	0,4	1,2	1,3	2,0	1,1	0,8	1,3	1,3	1,8	1,4	1,4
NTV ^{ns}	126,4	125,5	153,1	192,9	169,8	153,3	102,9	147,0	205,5	142,0	152,0	172,7
NTG ^{ns}	126,4	125,5	153,1	192,9	169,8	153,3	102,9	147,0	205,5	142,0	152,0	172,7
NGV ^{ns}	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,3	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3

^{ns} – não houve diferença significativa entre as médias pelo teste de Scott Knott, ao nível de probabilidade 5% pelo teste. ALP – altura da planta (cm), RAM – número de ramificações na haste principal, NNO – número de nós na haste principal, NV1 – número de vagem com 1 grão, NV2 – número de vagem com 2 grãos, NV3 – número de vagem com 3 grãos, NV4 – número de vagem com 4 grãos, NTV - número total de vagem, NTG – número total de grãos, NGV – número de grãos por vagem.

Para os resultados das médias encontradas para NV1, NV2, NV3 e NV4, não foram verificadas diferenças significativas ($p < 5\%$). Na tabela 4, a formação da vagem da soja pode ser afetada por diversos fatores, que podem ocorrer ao longo do ciclo de vida da planta. Condições ambientais adversas, como altas temperaturas, durante o estágio reprodutivo da soja, podem levar à queda de flores e à diminuição na taxa de fertilidade, culminando em menores formação de vagens.

Hermes et al (2015), também não obtiveram resultados significativos, para o número de vagens por planta, e sementes por planta. Segundo esses autores, o resultado obtido não foi como o esperado, pois, durante o ciclo vegetativo da planta, existe muitas variáveis que não são possíveis de controlar, por exemplo: condições climáticas, precipitações e fotoperíodo. Alterações bruscas dessas variáveis podem alterar o comportamento da cultivar.

Coelho et al. (2011), também não notaram efeitos significativos para o número de vagem chochas por planta, embora tenham obtido valores mais altos em alguns tratamentos, do que com os da testemunha, semelhante ao que foi observado neste trabalho.

Além disso, as variáveis número total de grão (NTG), e número de vagem por grão (NGV) também, não foram influenciados pelas aplicações dos produtos testados e comparados com a testemunha.

Soares (2013), aponta os resultados alcançados pelo uso de aminoácidos, na cultura da soja, destacando que a produtividade das plantas é influenciada pelo desempenho de suas atividades fisiológicas, como germinação, fotossíntese e respiração celular. De acordo com o autor, ainda não é possível afirmar, que tais atividades, podem ser afetadas de forma negativa ou positiva, durante o ciclo de crescimento e de desenvolvimento da soja, com a aplicação dessas substâncias.

Já Mendonça et al. (2019), evidenciaram um aumento de aproximadamente 15% na produção de sc.ha⁻¹, na cultura da soja, utilizando um produto à base de sais e de aminoácidos, na adubação foliar, no estágio de R1, comparando com o da testemunha, que não recebeu nenhuma aplicação do produto. Nessa pesquisa, não foi observada diferença significativa na produtividade, entre as áreas tratadas com os produtos, e em estádios diferentes comparados ao controle (Tabela 5). Curiosamente, foi possível identificar uma tendência de maior produtividade, no tratamento de controle, conforme apresentado na tabela 5.

Uma possível explicação para esses resultados, pode ser que as condições ambientais no local do experimento, como as características do solo, do pH e da disponibilidade de nutrientes, estavam em níveis adequados. Nesse contexto, os produtos testados não foram capazes de exercer um impacto significativo, sobre a cultura da soja. É importante ressaltar, que a fisiologia da soja é influenciada por uma variedade de fatores, portanto, o desempenho dos produtos de adubação foliar pode variar, dependendo das condições específicas do ambiente e das necessidades da planta. Mais estudos são necessários para compreender melhor como otimizar o uso desses produtos em diferentes contextos e maximizar seu potencial de aumento de produtividade na cultura da soja.

Tabela 5 – Produtividade (sacas/ha) da cultura da soja sobre diferentes fertilizantes foliares, Sete Lagoas – MG.

Tratamento	Variável
	Produtividades
Testemunha do estágio V4	40,4
Aplicação de aminoácidos* quelantes no estágio V4	35,2
Aplicação de sais no estágio V4	46,6
Aplicação de sais* associados a aminoácidos quelantes no estágio V4	35,6
Testemunha do estágio R2	35,6
Aplicação de aminoácidos quelantes no estágio R2	45,5
Aplicação de sais no estágio R2	38,1
Aplicação de sais associados a aminoácidos quelantes no estágio R2	35,7
Testemunha do estágio V4 + R2	51,3
Aplicação de aminoácidos quelantes no estágio V4 + R2	40,7
Aplicação de sais no estágio V4 +R2	48,8
Aplicação de sais associados a aminoácidos quelantes no estágio V4 + R2	46,0

T1: Testemunha do estágio V; T2: Aplicação de aminoácidos quelantes no estágio V4; T3: Aplicação de sais no estágio V4; T4: Aplicação de sais associados a aminoácidos quelantes no estágio V4; T5: Testemunha do estágio R2; T6: Aplicação de aminoácidos quelantes no estágio R2; T7: Aplicação de sais no estágio R2; T8: Aplicação de sais associados a aminoácidos quelantes no estágio R2; T9: Testemunha do estágio V4 + R2; T10: Aplicação de aminoácidos quelantes no estágio V4 + R2; T11: Aplicação de sais no estágio V4 +R2; T12: Aplicação de sais associados a aminoácidos quelantes no estágio V4 + R2.

Tabela 6 - Resumo de análise de variância da concentração de prolina, nas folhas da planta de soja, onde foi realizada adubação foliar em diferentes épocas de aplicação.

Fonte de Variação	Quadrado Médio (QM)	
	GL	Prolina
Época de Aplicação (E)	2	0,0031 ^{ns}
Produto (P)	3	0,0167 ^{ns}
E x P	6	0,0083 ^{ns}
Bloco	2	0,0006
Resíduo	22	0,0576
Médias		0,0796
CV (%)		64,26

ns: não houve diferença significativa, entre as médias dos tratamentos pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve efeito significativo na concentração de prolina, nas folhas da planta de soja, conforme demonstrado na tabela 6. Isso indica que a aplicação dos produtos, contendo aminoácidos em sua composição, assim como o controle, não alterou estatisticamente as concentrações de prolina, na cultura da soja. Embora, alguns estudos tenham demonstrado que a aplicação de aminoácidos, pode aumentar a concentração de prolina em algumas culturas.

Soares (2013), notou que o aumento da concentração de prolina reflete no nível de estresse, ao qual a planta está submetida, já que o aminoácido atua como protetor da atividade de enzimas, osmorregulador e antioxidante. No entanto, o autor não observou aumento na concentração do aminoácido, com a aplicação de organominerais via adubação foliar, no estádio V4 da cultura da soja.

Além disso, é importante considerar os custos associados à aplicação de aminoácidos via adubação foliar, ao longo do ciclo da cultura, como destacado por Dapper (2016). Cada aplicação de aminoácidos implica em um aumento nos custos de produção, e espera-se que a produtividade seja capaz de cobrir essas despesas e de gerar lucro para o produtor. Entretanto, nesse estudo, não constatou-se um aumento na produtividade, após a aplicação dos produtos testados.

Contudo, observou-se uma imprevisibilidade nos resultados obtidos por meio da adubação foliar. Essas variações podem ser atribuídas à diversas causas, como as características físico-químicas do solo; o manejo adotado na propriedade; o ciclo e grupo de maturação da cultivar; e, especialmente, a concentração dos nutrientes e dos aminoácidos presentes nos produtos testados. Dessa forma, torna-se crucial que sejam conduzidos mais estudos sobre os efeitos da adubação foliar, à base de aminoácidos, na cultura da soja, a fim de aprimorar a compreensão dos resultados encontrados. Isso permitirá um melhor direcionamento e otimização do uso desses produtos, maximizando o potencial de produção da cultura, e proporcionando benefícios econômicos aos produtores.

Conclusão

Os resultados demonstraram que o uso de bioestimulantes com N, P, K, micronutrientes, e aminoácidos, via foliar, não interferem nas variáveis associadas às variáveis agrônômicas e morfológicas, da cultura da soja.

Referências

COELHO, H. A., FILHO, H. G., BARBOSA, R. D., ROMEIRO, J. C. T., POMPERMAYER, G. V., LOBO, T. F.. **Eficiência agrônômica da aplicação foliar de nutriente na cultura da soja**. Revista Agrarian, Dourados, v.4, n. 11, p.73-78, 2011.

DAPPER, F.. **Eficiência agrônômica de adubação foliar contendo aminoácidos na cultura da soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**. 2016. 34 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia). Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Cerro Largo RS, 2016.

DELILLE, J. M.; SEHNKE, P. C.; FERL, R. J.. **The Arabdopsis 14-3-3 family of signaling regulators**. Plant Physiology, 126:35-38, 2011.

EMBRAPA SOJA. **Correção e Manutenção da Fertilidade do Solo**. Organizado por SOJA, Comitê de Publicações da Embrapa. Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2006. Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional, 2005. 220p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, ISSN 1677-8499; n.9).

FERREIRA, D.F.. **Estatística básica**. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2009.

HERMES, E. C. K.; NUNES, J.; NUNES, J. V. D.. **Influência do bioestimulante no enraizamento e produtividade da soja**. Revista Cultivando o saber, Cascavel, edição especial, p. 33-42, 2015.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A.. **Resposta da soja (*Glycine max (L.) Merrill*) à ação de bioestimulante**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.

MAEDA, H., DURADAREVA, N.. **The shimate pathway and aromatic acids biosynthesis in plants**. Palo alto: Annual Review of Plant Biology, 63: 73-105, 2012.

MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. F. S.; LEONARDO, V.. MATTIAZZI, P.. **Épocas de semenadura, densidade de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja**. Scientia Agricola, Piracicaba, 1999.

MENDONÇA, J. J.; VIEIRA, J. M. R.; CRUZ, R., M. da S.; ALBERTON, O.. **Avaliação da produtividade na cultura de soja, com aplicação foliar de aminoácidos em diferentes doses e estádios fenológicos**. Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v.8, n.2, p.178-186, 2019.

PEREIRA, V. F.; STRECK, N. A.; SILVA, M. R.; ALVES, A. F.; RIBEIRO, B. S. M. R.; BARCELLOS, G. A.; TARDETTI, F. A.; BORGES, J. M.; SANTOS, A. T. L.; BENEDETTI, R. P.; ROSSATO, I. G.; BRENDLER, I. W.. **Número de ramificações de soja em diferentes**

épocas de semeadura. Anais de 42^a reunião de pesquisa de soja da região Sul, Três de Maio, 2018.

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L.. **Adubação foliar e épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja.** Ciências e agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, 2005.

ROSOLEM, C. A.. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar.** Lavras: UFLA/FAEPE: il. - Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) à Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio. 2002.

SOARES, L. H.. **Manejo fisiológico com base em tratamento de sementes e aplicação de organominerais via foliar para sistemas de alto potencial produtivo de soja.** 2013. 130 p. Dissertação (Mestre em Ciências). Universidade de São Paulo, USP. Piracicaba SP, 2013.

ZHAO, Y.. **Auxin biosynthesis and its role in plant development.** Palo Alto: Annual Review of Biology, 61:49-64, 2010.

ARTIGO II

Avaliação do desenvolvimento inicial da cultura da soja, utilizando aminoácidos

Resumo:

A soja é uma cultura bastante exigente em elementos nutritivos, e responsiva à elevadas doses de adubação. O emprego de biofertilizantes, especialmente à base de aminoácidos, tem sido estudado como uma alternativa viável ao uso de fertilizantes nitrogenados, com um uso mais adequado do ponto de vista ecológico. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes doses de um bioestimulante experimental, durante a fase inicial de desenvolvimento de sementes de soja, utilizando o pacote SeedCalc. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes, e na área experimental da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), *Campus Sete Lagoas*, MG, no ano de 2022. O trabalho envolveu a caracterização de dois tipos sementes, e cinco doses de biofertilizante experimental. Os resultados mostraram que as doses do bioestimulante, não tiveram efeito significativo, nos dois tipos de sementes. Também as doses utilizadas, não resultaram em diferenças significativas, na emergência em campo, e no crescimento das plântulas. O pacote SeedCalc se mostrou uma ferramenta útil e eficiente para o processamento de dados, proporcionando maior confiabilidade nos resultados, e uma classificação precisa do vigor das sementes.

Palavras-chaves: *Gycinemax*, aminoácidos, sustentabilidade, tratamento de sementes.

Evaluation of the initial development of soybean crop using amino acids

Abstract:

Soybeans are a very demanding crop in terms of nutritional elements and are responsive to high doses of fertilizer. The use of biofertilizers, especially based on amino acids, has been studied as a viable alternative to nitrogen fertilizers, with a more appropriate use from an ecological point of view. The objective of this study was to evaluate the effect of different doses of an experimental biostimulant during the initial phase of soybean seed development using the SeedCalc package. The experiments were conducted in the Seed Laboratory and the experimental area of the Federal University of São João del-Rei (UFSJ), Campus Sete Lagoas, MG, in the year 2022. The work involved characterizing two types of seeds and five doses of experimental biofertilizer. The results showed that the doses of the biostimulant had no significant effect on both types of seeds. Also, the doses used did not result in significant differences in field emergence and seedling growth. The SeedCalc package proved a valuable and efficient tool for data processing, providing excellent reliability in results and accurate classification of seed vigor.

Keywords: Gycinemax, amino acids, sustainability, seed treatment.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max*) desempenha um papel fundamental, na economia do Brasil. De acordo com dados do IBGE 2022, o Brasil é atualmente, o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos. A expansão da cultura da soja, nas últimas décadas, impulsionou o setor agrícola brasileiro, gerando empregos, aumentando a renda, e contribuindo para o crescimento econômico do país. A soja é cultivada em diversas regiões do Brasil, com destaque para os estados do Mato Grosso, do Paraná, do Rio Grande do Sul e de Goiás. Além do mercado interno, o Brasil é um importante exportador de soja, e seus derivados, como óleo e farelo, colaborando significativamente, para a balança comercial do país.

Os bioestimulantes têm sido estudados, como uma ferramenta promissora, para otimizar o crescimento, e o rendimento das culturas, incluindo a soja. Esses produtos se destacam por apresentarem substâncias naturais, como aminoácidos, hormônios vegetais e extrato de algas, que contribuem para uma intensa atividade microbiana, que pode: melhorar a fisiologia das plantas; aumentar a tolerância a estresses abióticos; e promover o desenvolvimento das raízes. Além disso, esses compostos podem influenciar no metabolismo vegetal, e atuar na ciclagem de nutrientes do solo, afetando diretamente a disponibilidade de nutrientes para as plantas (MEDEIROS, 2003). O desempenho de processos vitais da planta, pode ser alcançado por meio da aplicação de pequenas doses de bioestimulantes, o que os torna uma opção estratégica, na busca por melhorias nos níveis de produção, e na qualidade do produto colhido, mesmo sob condições ambientais adversas (CASILLAS, 1986).

Uma opção de biostimulantes são os aminoácidos em elevada concentração. Apesar de ainda não se ter determinado, com exatidão, como os aminoácidos e os seus compostos atuam nos processos fisiológicos das plantas, a sua eficácia, como fertilizante, é muitas vezes atribuídas aos oligoelementos que contêm, mas na realidade a contribuição destes é muito pequena, comparada com as necessidades reais das plantas. Também há quem associe a presença de diferentes reguladores de crescimento vegetal a esses efeitos benéficos, contudo, a sua presença por si só, não é suficiente para mostrar que estes compostos são responsáveis pelo aumento do rendimento (MCHUGH, 2003)

Neste contexto, o uso de bioestimulantes à base de aminoácidos, são uma promessa de incremento no vigor de sementes, proporcionando melhor desenvolvimento inicial de plântulas, com a sua utilização prévia. O vigor de sementes compreende a expressão de um conjunto de processos fisiológicos, que são organizados por mecanismos de sinalização celular, envolvendo alocação, hidrólise e translocação de assimilados para o embrião, podendo ser determinados

pela avaliação da capacidade de reorganização de membranas celulares, que expressam os processos envolvidos na retomada do crescimento, podendo ser estimados pelo teste de emergência de plântulas (DELARMELINO, 2012).

Considerando que os aminoácidos são capazes de aumentar a produtividade, de reduzir custos, e de aumentar os lucros, tornando a planta mais resistente à pragas e à doenças, sem o uso de fertilizantes sintéticos, os aminoácidos tendem a ser uma ferramenta importante para impulsionar a agricultura orgânica. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial das plântulas de soja, em função da aplicação de aminoácidos no tratamento de sementes.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no ano de 2022, no Laboratório de Sementes e em canteiros anexos, da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus* de Sete Lagoas, MG o qual se localiza 19°28'45.13" de latitude S e 44°12'09.92" de longitude W e 749 m de altitude. A região possui clima tropical úmido, com inverno seco (temperaturas inferiores a 18°C), e verão quente (temperaturas superiores a 22°C), caracterizado como clima de tipo Cwa – segundo Köppen. Precipitação Média Anual de 1335 mm, e temperatura média de 21,6°C.

As sementes de soja utilizadas foram a cultivar Brasmax FOCO IPRO, da empresa Valiosa Sementes. Na primeira etapa do experimento, para a avaliação e caracterização da qualidade fisiológica, as sementes foram submetidas, inicialmente à determinação dos testes de Teor de água (TA); de Peso de Mil Sementes (PMS); e de Germinação (GER), seguindo as recomendações da Regra de Análise de Sementes (RAS, 1992).

Posteriormente, foi realizado o teste de envelhecimento acelerado, onde utilizou-se caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 3,5), do tipo “gerbox”, com compartilhamento individual (mini-câmeras), que possuíam em seu interior, uma bandeja de tela de aço inoxidável, onde as sementes de soja foram distribuídas, de maneira a formar uma camada simples e uniforme, sobre a superfície da tela. Dentro de cada gerbox, foram adicionadas 40 mL de água destilada, e as caixas foram mantidas em câmara incubadora BOD, à uma temperatura de 42°C, durante 72 horas.

Após o processo de envelhecimento, as sementes envelhecidas e sem envelhecimento, foram submetidas à dez tratamentos (Tabela 5), onde foram utilizadas diferentes doses do bioestimulante experimental à base de aminoácidos. Este produto contém em sua composição, uma elevada concentração de 23,5% de aminoácidos, oriundos de matéria-prima animal,

distribuída em: 1,36% de ácido aspártico, 1,85% ácido glutâmico, 0,76% serina, 5,19% glicina, 0,26% histidina, < 0,01% taurina, 0,44% treonina, 1,86% arginina, 2,08% alanina, 2,91% prolina, 0,22% tirosina, 0,6% valina, 0,20% de metionina, 0,23% cistina, 0,39% isoleucina, 0,77% leucina, 0,48% fenilalanina, 1,01% lisina, 2,5% hidroxiprolina e 0,02% triptofano. Essa composição permite estimular o desenvolvimento das gemas de crescimento apical e radicular.

Tabela 1 - Caracterização dos tratamentos utilizados no experimento de soja.

Tratamento	Descrição
T1	Semente sem envelhecimento testemunha
T2	Semente sem envelhecimento, com aplicação de 200 ml dos aminoácidos
T3	Semente sem envelhecimento, com aplicação de 400 ml dos aminoácidos
T4	Semente sem envelhecimento, com aplicação de 600 ml dos aminoácidos
T5	Semente sem envelhecimento, com aplicação de 800 ml dos aminoácidos
T6	Semente envelhecida testemunha
T7	Semente envelhecida, com aplicação de 200 ml dos aminoácidos
T8	Semente envelhecida, com aplicação de 400 ml dos aminoácidos
T9	Semente envelhecida, com aplicação de 600 ml dos aminoácidos
T10	Semente envelhecida, com aplicação de 800 ml dos aminoácidos

* Todas as sementes foram tratadas com as dosagens acima, para 100 Kg de sementes.

Os tratamentos foram realizados no interior de uma sacola plástica, que foi agitada por um período de cinco minutos. Em seguida, foi instalado o teste de germinação, de acordo com as Regras de Análise de Sementes (RAS, 1992), por meio da semeadura de 200 sementes por unidade experimental, divididas em quatro repetições de 50 sementes, em papel “germitex”, umedecido com água (três vezes o seu peso). Os rolos foram adicionados em sacos plásticos, e mantidos em incubadora BOD, a 24°C. Foram realizadas contagens diárias, para a determinação do teste de germinação.

Logo após, foi montado o teste de frio, por meio da semeadura de 50 sementes por papel germitex, para cada parcela, umedecido com água destilada (três vezes o seu peso). As sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel, e cobertas por uma terceira folha de papel, formando rolos. Esses rolos foram colocados em sacos plásticos, vedados, e, na sequência, foram transferidos para a incubadora BOD, à temperatura de 10°C, sendo mantidos nela por cinco dias. Após este período, os rolos foram transferidos para o germinador, a 25°C, realizando-se as avaliações da germinação, após cinco dias.

Posteriormente, foi iniciada a segunda etapa do experimento, onde foram utilizadas alíquotas 2,5 mL, para medir a concentração do aminoácido, onde a solução foi depositada sobre as sementes, que foram agitadas por cerca de cinco minutos, para obter uma homogeneização da aplicação dos aminoácidos, sobre as sementes de soja. Em seguida, para avaliação de emergência de plântulas, a semeadura foi realizada em canteiro de areia, na dimensão de 1,5 x

5,0 m. O experimento de avaliação foi conduzido segundo delineamento em blocos inteiramente casualizados (DIC), com quatro repetições, e dez tratamentos.

Foram realizadas contagens, do número de plântulas emersas, diariamente até o oitavo dia. Ao final do oitavo dia, após a semeadura, avaliou-se o estande final e foram calculadas, com base no SeedCalc: Porcentagem Final de Emergência (PFE); Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Tempo de Emergência de 10% das sementes (T10); Tempo de Emergência de 50% das sementes (T50); Tempo de Emergência de 90% das sementes (T90); Tempo Médio de Emergência (TME); Taxa Média de Emergência (TXME); Variação no Tempo de Emergência (VarEmer); Coeficiente de Variação no Tempo de Emergência (CVt); Sincronia de Emergência (Sinc); Incerteza (Unc); Coeficiente da Velocidade de Emergência (CVE); e, Uniformidade de Emergência (UnifE).

No décimo primeiro (11º) dia , no décimo oitavo (18º) dia , e vigésimo oitavo (28º) dia , após semeadura, foram coletadas dez plântulas ao acaso, para a medição da parte aérea, e da raiz. Considerou-se emergidas, as plântulas com plúmulas visíveis. Além dos índices calculados anteriormente, foram calculados os índices referentes ao desenvolvimento de plântulas, a saber: Área Foliar (AF); Comprimento da Raiz (CR); Comprimento da Parte Aérea (CPA); Comprimento Total (CT); Massa Verde (MV), e Massa Seca (MS).

Os índices de emergência foram estimulados com o auxílio do pacote SeedCalc, do software R. Os dados fornecidos pelo SeedCalc, foram submetidos à análise de variância, sendo as médias analisadas pelo teste de comparação de média Tukey, ($p \leq 0,05$) de probabilidade. Para o teste de normalidade. os dados foram analisados pelo teste de Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$). Utilizou-se o programa estatístico Sisvar.

Resultados e Discussão

O experimento foi instalado no ano de 2022, no laboratório de sementes e em canteiros anexos, da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus* de Sete Lagoas, MG.

Na caracterização inicial das sementes de soja, da cultivar Brasmax FOCO IPRO, para a característica peso de mil sementes, os valores foram de 138,07 g e de 220,09 g, para semente sem envelhecimento e semente envelhecida, respectivamente. Pelos resultados, indicados na tabela 2, é possível observar que para os testes de TA e de GER, não foram identificadas diferenças significativas ($p \geq 0,05$) para os efeitos de doses, e o tipo de semente, demonstrou que as sementes não possuíam diferenças quanto à qualidade fisiológica inicial. Esses resultados

podem ser atribuídos à baixa sensibilidade desses testes, em detectar pequenas diferenças de vigor (Santos et al., 2002).

A determinação do TA como procedimento inicial, na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja, revelou valores uniformes entre as sementes. Essa similaridade de valores é primordial, para que demais testes de avaliação de qualidade não sejam afetados por diferenças: na atividade metabólica das sementes, na sua velocidade de umedecimento e de deterioração (Coimbra et al., 2009).

Tabela 2 - O resumo das análises de variância para teste de teor de água, e de germinação (GER), de sementes de soja utilizados para avaliação de doses de bioestimulantes, Sete Lagoas, MG, 2022.

FV	GL	QM	
		TA	GER
Semente	1	0,6057 ^{ns}	2,0000 ^{ns}
Resíduo	6	0,5022	0,9167
Média		6,65	44,75
CV (%)		10,65	2,14

ns: não houve diferença significativas entre as médias dos tratamentos, pelo de teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Houve uma discrepância nos valores do coeficiente de variação, com alguns abaixo de 20%, e outros acima de 100%. Por exemplo, a variável CVG apresentou um valor de 360,99%, indicando uma grande variação nos dados, possivelmente, porque foi afetada por condições climáticas, e de cultivo. A maioria das variáveis estudadas, não mostrou diferenças estatisticamente significativas, entre as sementes utilizadas, e as diferentes dosagens do produto.

Na tabela 3, encontra-se um resumo da análise de variância para os testes de emergência, das sementes de soja, em relação às diferentes doses do bioestimulante experimental. Nesta tabela, é possível verificar que o uso das diferentes doses do bioestimulante experimental, não influenciaram nenhuma das variáveis estudadas, para a germinação na areia (Tabela 3), e para germinação na BOD Frio (Tabela 4). Também não houve influência nas variáveis T10, T50, TME, TXME, VarEmer, CVt, Sinc, Unc, CVE, UnifE, mesmo o produto contendo substâncias precursoras de hormônios vegetais (aminoácidos), e promovendo a ativação de rotas metabólicas, como no processo de divisão celular, no aumento de volume, e na diferenciação celular (Taiz; Zeiger, 2013).

No entanto, observou-se diferença significativa para PFE e para IVE, na germinação na BOD Frio (Tabela 4). Essa avaliação, parte do princípio de que sementes que apresentam maior percentual de emergência, em condições de campo, ou seja, sob condições não controladas, são

mais vigorosas. De acordo com Sena et al. (2015), a semelhança entre os resultados desses testes se explica pela menor velocidade de germinação, que está diretamente relacionada a um menor vigor. Portanto, sementes que germinam mais rapidamente são consideradas mais vigorosas.

Estudos anteriores também corroboram os resultados encontrados. Ferreira et al. (2007), perceberam que não houve diferença nos valores de emergência, quando as sementes foram tratadas com o Stimulate® e o Cellerate®. De maneira similar, Pieniz et al. (2008), também não observou diferenças significativas com a aplicação de: Agifol ZN, Rnizo-MO e Amino Plus, no tratamento de sementes de pinhão, quando comparadas com o grupo controle. Silva et al (2013), por sua vez, testaram diversos bioestimulantes na germinação de sementes de milho, e concluíram que a aplicação dos bioestimulantes Cellerate® e Booster®, proporcionou um incremento nos valores de germinação, quando comparados ao tratamento.

De maneira geral, não foi possível detectar o efeito das doses bioestimulante experimental, nas fases iniciais do desenvolvimento das sementes de soja (Tabela 4), bem como no tempo necessário para atingir 90% de germinação (T90%); no tempo médio de germinação (MGT), e nas características de sincronia, de incertezas e de velocidade de germinação. Com estas variáveis, era esperado concluir qual dose do bioestimulante experimental, seria superior no desenvolvimento inicial e na arrecada da germinação da semente de soja.

Bontempo et al. (2016), ao estudarem a cultura do milho, obtiveram resultados semelhantes ao utilizarem bioestimulantes. Eles explicaram que a falta de significância dos resultados era devido ao fato, de que os experimentos foram conduzidos durante a época ideal de cultivo, e em condições climáticas favoráveis, o que pode ter impedido a manifestação dos potenciais efeitos dos produtos. Por sua vez, Mortele et al.(2008), ao testarem a aplicação de bioestimulantes e de nutrientes em soja, perceberam que os efeitos da aplicação foram mais significativos, quando as plantas foram submetidas à condições de estresse, sejam elas de natureza biótica ou abiótica.

Uma explicação plausível, para a falta de resposta significativa dos tratamentos, em relação à germinação e ao crescimento inicial, é a disponibilidade adequada de nutrientes, seja através do solo ou da semente. Essa hipótese é confirmada por Milani et al. (2008), que não observaram diferenças na matéria seca das raízes, e na parte aérea, entre plantas provenientes de sementes de soja, enriquecidas com molibdênio (Mo). Em condições de deficiência nutricional, seria esperada uma resposta de crescimento, com a aplicação de um nutriente como o Mo, que

desempenha um papel indispensável na assimilação de nitrato pelas plantas, e interfere no metabolismo do nitrogênio, afetando o crescimento das plantas.

Na tabela 4, na germinação na BOD Frio, ambiente controlado, foi possível notar uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) para tempo necessário para atingir 90% de germinação, sendo que a semente envelhecida, com a dosagem de 600 mL, influenciou o tempo necessário para que as sementes atingissem um alto percentual de germinação, das sementes de soja, comparadas com as demais doses e sementes. Dessa forma, este resultado indica que os aminoácidos presentes no bioestimulante experimental, têm um papel importante no estímulo do processo de germinação, das sementes de soja. Várias medidas de uniformidade de germinação são apresentadas na literatura, como, por exemplo: a uniformidade entre o tempo T90 e T10 (U9010) (Coolbear et al., 1990); uniformidade entre o T75 e T25 (U7525) (Jossen et al., 2010); uniformidade entre T84 e T16 (U8416) (Neto et al., 2018). Geralmente, esses valores de uniformidade são escolhidos a critério do pesquisador.

Além disso, o aumento do tempo de germinação está diretamente associado à queda do vigor das sementes. Esse fenômeno ocorre devido à uma série de fatores, incluindo a presença de substâncias inibidoras de germinação, como alguns compostos químicos presentes na casca das sementes. Quando a germinação é mais lenta, as sementes podem estar expostas a essas substâncias por um período mais longo, o que afeta negativamente o processo de crescimento e de desenvolvimento das plântulas. A velocidade de germinação também está relacionada à capacidade das sementes, de utilizar os recursos disponíveis no ambiente. Sementes que germinam mais rapidamente são capazes de iniciar o crescimento e a absorção de nutrientes e de água, de forma mais eficiente, o que proporciona uma vantagem competitiva em relação à outras plantas (Salisbury et al., 2012).

Por outro lado, quando o processo de germinação é mais demorado, as plântulas tendem a ser mais suscetíveis a estresses ambientais, como variações de temperatura, umidade inadequada e presença de predadores. Isso ocorre, porque as plântulas estão em um estágio inicial de desenvolvimento, com estruturas mais delicadas e menos adaptadas ao ambiente.

Segundo Esau (2013), o retardo na germinação pode comprometer o crescimento das plântulas, nos estágios subsequentes, resultando em uma menor altura da planta. Isso acontece porque as plântulas que demoram mais para germinar, têm menos tempo disponível para se desenvolver antes de serem expostas à condições desfavoráveis, o que limita seu potencial de crescimento. Portanto, a velocidade e a eficiência da germinação desempenham um papel

crucial, na determinação do sucesso inicial das plantas, e, conseqüentemente, em seu desenvolvimento ao longo do tempo.

Quanto aos demais fatores, em que não foram verificadas diferenças significativas, os resultados encontrados na literatura são bastante controversos. Estudos realizados por Klahold et al., (2006), Ávila et al., (2008), Campos et al., (2008), Viera & Santos (2005), Albrecht et al., (2009) e Viera (2001), comprovaram que os bioestimulantes estimulam a germinação e a emergência das plântulas, além de aumentar o vigor das mesmas, nas culturas da soja, do algodão, do feijão e do arroz. Em contrapartida, em estudo realizado por Belmonte (2003), foi verificado que o uso do bioestimulante, em semente de algodão, não afetou a germinação e a emergência de plântulas, como observado nesse estudo.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), sementes maiores possuem uma quantidade maior de tecido de reserva, o que pode influenciar na velocidade de emergência das plântulas. Já Vasquez et al. (2012), afirmam que alterações no tamanho das sementes, podem influenciar, apenas, no desenvolvimento inicial das plantas. No estudo, foi observado que, após 40 dias da emergência, não houve interferência do tamanho e do formato das sementes de milho, nas variáveis altura da planta e inserção da primeira espiga; diâmetro do colmo; número de grãos por espiga; massa e tamanho do grão colhido; nem na produtividade de grãos.

De acordo com os resultados obtidos no experimento na caixa de areia, ao uso de diferentes doses do bioestimulantes experimental utilizado, não acarretou diferença estatisticamente significativa nas variáveis de emergência. O mesmo foi encontrado por Binsfeld et al. (2014), que avaliaram o efeito do tratamento de sementes com bioestimulante, bioativador, e nutrientes no desenvolvimento inicial, de sementes de soja, e não perceberam efeito dos produtos testados sobre a germinação. No entanto, os autores verificaram que o complexo de nutrientes, acompanhado do regulador de crescimento vegetal, com efeito bioestimulante, influenciou positivamente no desempenho inicial das plântulas.

Tabela 3 - Resumo das análises de variância para os testes de contagem, na areia, de: Taxa de Germinação das sementes (FGP); Índice de Velocidade de Emergência (GSI); Tempo de Emergência de 10% das sementes (T10); Tempo de Emergência de 50% das sementes (T50); Tempo de Emergência de 90% das sementes (T90); Uniformidade da Germinação (UNIFG); Tempo Médio de Emergência (MGT); Taxa Média de Emergência (MGR); Variabilidade entre as Sementes (VAR); Coeficiente de Variação no Tempo de Emergência (CVT); Sincronia de Emergência (SINC); Incerteza Emergência (UNC); Coeficiente da Velocidade de Emergência (CVE), de semente de soja envelhecida e sem envelhecimento, dose de bioestimulantes experimental, Sete Lagoas, MG, 2023.

FV	GL	QM												
		FGP	GSI	T10	T50	T90	UNIFG	MGT	MGR	VAR	CVT	SINC	UNC	CVG
Tratamento	9	7,71 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,23 ^{ns}	17,32 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,8 ^{ns}	26789310 ^{ns}
Resíduo	30	54,17	1,77	0,27	0,34	0,89	0,61	0,33	0,0006	0,21	21,54	0,01	0,008	34214288
CV (%)		9,39	18,57	17,17	14,42	15,96	27,12	12,26	11,54	35,27	19,16	28,79	16,76	360,99
Média		78,38	7,16	3,03	3,94	5,91	2,89	4,7	0,22	1,31	24,22	0,36	1,73	1620,306

ns: não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo de teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Resumo das análises de variância para os testes de contagem, na BOD Frio, de: Taxa de Germinação das sementes (FGP); Índice de Velocidade de Emergência (GSI); Tempo de Emergência de 10% das sementes (T10); Tempo de Emergência de 50% das sementes (T50); Tempo de Emergência de 90% das sementes (T90); Uniformidade da Germinação (UNIFG); Tempo Médio de Emergência (MGT); Taxa Média de Emergência (MGR); Variabilidade entre as Sementes (VAR); Sincronia de Emergência (SINC); Incerteza Emergência (UNC); Coeficiente da Velocidade de Emergência (CVE); de semente de soja envelhecida e sem envelhecimento, com cinco doses de bioestimulantes experimental, Sete Lagoas, MG, 2023.

FV	GL	QM												
		FGP	GSI	T10	T50	T90	UNIFG	MGT	MGR	VAR	SINC	UNC	CVG	
Tratamento	9	84,23*	2,41*	0,000032 ^{ns}	0,00036 ^{ns}	279,59*	0,045 ^{ns}	0,0034 ^{ns}	0,000031 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,0033 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,29 ^{ns}	
Resíduo	30	17,77	0,59	0,000025	0,00045	34,42	0,048	0,044	0,000038	0,008	0,0042	0,024	0,39	
CV (%)		4,72	5,24	0,24	0,84	84,47	24,63	2,16	1,89	65,25	7,16	49,88	1,93	
Média		89,35	14,65	2,1	2,52	6,95	0,89	3,07	0,33	0,14	0,91	0,31	32,52	

*Significativo a 0,05 de probabilidade; ns: não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo de teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Foram identificados efeitos significativos ($p \geq 0,05$) para sementes tratadas com diferentes doses dos fertilizantes, para as variáveis: Taxa de Germinação das Sementes (FGP); Índice de Velocidade de Emergência (GSI); Tempo de Emergência de 90% das sementes (T90) (Tabela 5). Isso indica que houve comportamento diferente das sementes, submetidas às diferentes doses de bioestimulantes.

Tabela 5 - Desdobramento das médias das variáveis Taxa de Geminção das sementes (FGP), Índice de Velocidade de Emergência (GSI), Tempo de Emergência de 90% das sementes (T90) de semente de soja envelhecida e sem envelhecimento, com cinco doses de bioestimulantes experimental, Sete Lagoas, MG, 2023.

DOSES		FGP	GSI	T90	
SEMENTE	NORMAL	0 ml	83,50 b	13,72 bc	29,39 a
		200 ml	94,00 b	15,46 ab	9,50 b
		400 ml	89,00 ab	14,44 abc	9,78 b
		600 ml	83,00 b	13,62 c	2,95 b
		800 ml	85,50 ab	14,08 abc	2,95 b
	ENVELHECIDA	0 ml	95,50 a	15,75 a	2,93 b
		200 ml	86,00 ab	14,00 abc	3,22 b
		400 ml	91,00 ab	14,95 abc	2,95 b
		600 ml	93,00 ab	15,29 abc	2,84 b
		800 ml	93,00 ab	15,20 abc	2,93 b

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Para características FGP, GSI e T90 (Tabela 5), foi possível observar que a as plântulas que emergiram primeiro, foram as parcelas sem nenhum tratamento. Dessa forma, podemos afirmar que o tratamento da semente de soja, com o bioestimulante, não acrescentou nem melhorou a performance das sementes nos primeiros dias do ciclo de vida.

A rápida germinação dá às plantas de soja, uma vantagem competitiva sobre as plantas daninhas, ocupando o espaço e os recursos, antes que as plantas invasoras possam se estabelecer, o que reduz o risco de perdas significativas devido às condições climáticas adversas, proporcionando maior estabilidade na produção agrícola. Em resumo, uma taxa de germinação mais acelerada é essencial para: um estabelecimento uniforme; uma vantagem competitiva; um crescimento saudável; e uma redução de riscos, na produção da cultura da soja.

Também, não foi notada diferença significativa ($p \geq 0,05$), nas doses do bioestimulante, nas de sementes de soja, para as variáveis: comprimento da raiz; comprimento da parte

aérea; comprimento total (raiz + parte aérea); massa verde da parte aérea, da raiz e do total; e massa seca da parte aérea, da raiz e do total, como pode ser comprovado nas tabelas 5, 6 e 7. Estudos que investigaram o efeito de bioestimulantes, na qualidade das sementes, confirmam que sua aplicação via sementes, permite o desenvolvimento de plantas mais vigorosas, com maior: comprimento; incremento na matéria seca; e porcentagem de emergência, o que é proporcional ao aumento das doses do produto em diferentes culturas (Marques et al., 2014).

No entanto, outros estudos demonstram que os bioestimulantes são capazes de desfavorecer ou reduzir a absorção de nutrientes pelas plantas, recomendando que as respostas à aplicação desses produtos dependem de outros fatores, como a espécie avaliada e a composição das substâncias presentes nos produtos utilizados. Portanto, é fundamental obter mais informações sobre o efeito real do bioestimulante no desenvolvimento das plantas (Ferreira et al, 2007).

Tabela 6 - Resumo das análises de variância da 1ª coleta para: Área foliar (AF); Comprimento da Parte Aérea (CPA); Comprimento da Raiz (CR); Comprimento Total (CT); Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS), de semente de soja envelhecida e sem envelhecimento, com cinco doses de bioestimulantes experimental, em caixa de areia, Sete Lagoas, MG, 2023.

FV	GL	QM					
		AF	CPA	CR	CT	MV	MS
Tratamento	9	1,403 ^{ns}	6,059 ^{ns}	2,556 ^{ns}	7,455 ^{ns}	0,239 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Resíduo	3	1,483	8,744	0,897	6,721	0,693	0,007
CV (%)		27,42	17,76	11,09	13,32	15,19	12,59
Média		3,44	12,87	7,59	20,47	3,99	0,55

ns: não houve diferença significativa pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Ao tratar sementes com bioestimulantes, espera-se que ele promova o incremento nas matérias verde e seca das plântulas, resultando em um aumento significativo no crescimento radicular, tanto em termos de biomassa quanto de volume. Esses produtos classificados como bioestimulantes, atuam estimulando processos fisiológicos e metabólicos nas sementes, o que leva a um desenvolvimento mais vigoroso das plântulas. A promoção do crescimento, e da produção de biomassa das plântulas, é de grande importância, pois está diretamente relacionada à capacidade das plantas de competir por recursos no ambiente, e de se estabelecer de forma saudável. Portanto, a utilização de bioestimulante é uma estratégia promissora para otimizar o crescimento, e o desenvolvimento inicial das plantas, resultando em plântulas mais vigorosas e produtivas.

Santos et al. (2013), avaliaram o efeito bioestimulante de produtos comerciais, no desenvolvimento inicial de plântulas, em relação aos indicadores de qualidade fitotécnica, e perceberam efeitos positivos dos bioestimulantes na maioria das características fisiológicas das plantas, sendo o maior incremento observado na massa seca das raízes. Portanto, um sistema radicular bem desenvolvido e saudável é essencial para a absorção eficiente de água e nutrientes do solo, o que contribui para o crescimento vigoroso das plantas.

Tabela 7 - Resumo das análises de variância da 2ª coleta para: Área foliar (AF); Comprimento da Parte Aérea (CPA); Comprimento da Raiz (CR); Comprimento Total (CT); Massa Verde da Parte Aérea (MVPA); Massa Verde da Raiz (MVR); Massa Verde Total (MVT); Massa Seca da Parte Aérea (MSPA); Massa Seca da Raiz (MSR); e Massa Seca Total (MST), de semente de soja envelhecida e sem envelhecimento, com cinco doses de bioestimulantes experimental em caixa de areia, Sete Lagoas, MG, 2023.

FV	GL	QM									
		AF	CPA	CR	CT	MVPA	MVR	MVT	MSPA	MSPA	MST
Tratamento	9	0,246 ^{ns}	0,474 ^{ns}	2,844 ^{ns}	3,678 ^{ns}	0,073 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,098 ^{ns}	0,062 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,067 ^{ns}
Resíduo	3	0,288	0,472	1,662	3,739	0,036	0,011	0,063	0,029	0,003	0,035
CV (%)		9,29	5,57	13,86	6,15	21,69	17,88	19,95	22,24	22,08	18,55
Média		4,19	15,58	9,44	25,03	1,516	0,433	1,948	0,688	0,275	0,963

ns: não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo de teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Na cultura da soja, Castro e Vieira (2001), ao analisarem o efeito de produtos bioestimulantes, contendo reguladores vegetais de ação promotora, observaram que as plantas apresentaram sistemas radiculares mais desenvolvidos, raízes mais vigorosas e valores superiores de massa seca, crescimento e comprimento total em comparação ao tratamento controle.

Já Marques et al. (2014), avaliaram o efeito de diferentes dosagens do produto bioestimulante, no aumento da produtividade da soja, e perceberam que doses crescentes do biorregulador não influenciaram a germinação, e a biomassa da matéria seca das sementes. No entanto, o produto pode resultar em um aumento no vigor, o que depende especialmente da cultivar avaliada, da quantidade aplicada, do período e do local de aplicação (Moterle et al., 2011).

Tabela 8 - Resumo das análises de variância da 3ª coleta para Área foliar (AF); Comprimento da Parte Aérea (CPA); Comprimento da Raiz (CR); Comprimento Total (CT); Massa Verde da Parte Aérea (MVPA); Massa Verde da Raiz (MVR); Massa Verde Total); Massa Seca da Parte Aérea (MSPA); Massa Seca da Raiz (MSR); e Massa Seca Total (MST), de semente de soja envelhecida e sem envelhecimento, com cinco doses de bioestimulante experimental, em caixa de areia, Sete Lagoas, MG, 2023.

FV	GL	QM									
		AF	CPA	CR	CT	MVPA	MVR	MVT	MSPA	MSPA	MST
Tratamento	9	0,967 ^{ns}	2,584 ^{ns}	8,929*	82,2*	0,323 ^{ns}	1,197 ^{ns}	1,488 ^{ns}	0,078 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,096 ^{ns}
Resíduo	3	0,275	0,984	0,162	0,496	0,894	1,593	0,478	0,115	0,004	0,193
CV (%)		11,88	6,76	7,39	3,89	17,29	20,24	14,79	27,50	15,06	19,66
Média		4,19	20,21	17,77	37,98	4,87	3,63	8,50	1,01	0,48	1,48

*Significativo a 0,05 de probabilidade; ns: não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, pelo de teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Vieira e Santos (1999), ao estudarem o efeito do bioestimulante Stimulate®, no algodoeiro, aplicado via sementes, constataram que o produto permite o desenvolvimento de plantas mais vigorosas. No entanto, os autores também identificaram maiores: comprimento; massa seca; e taxa de emergência, o que não foi observado nesse estudo.

Vieira et al. (1999), ao avaliarem os efeitos do bioestimulante na germinação, e no vigor inicial de plântulas de soja, (cultivar IAC-82), utilizando cinco doses do produto, via sementes, encontraram resultados significativos. A maior eficiência do biorregulador foi verificada nas doses de 2,0 e de 3,0 mL (por 0,5 kg de sementes), o que resultou em um melhor desempenho das sementes, e das plântulas de soja. Ademais, o biorregulador causou reduções significativas na quantidade de plântulas anormais.

Tabela 9 - Desdobramento das médias das variáveis Comprimento da Raiz (CR) e Comprimento Total (CT) de semente de soja envelhecida e sem envelhecimento com cinco doses de bioestimulantes experimental, Sete Lagoas, 2022.

DOSES		CR	CT	
SEMENTE	0 ml	14,29 b	13,72 c	
	200 ml	16,56 ab	37,04 abc	
	NORMAL	400 ml	18,96 a	38,10 abc
	600 ml	18,47 a	39,07 ab	
	800 ml	19,15 a	38,35 abc	
	0 ml	18,31 a	37,92 abc	
	200 ml	16,92 ab	37,92 bc	
	ENVELHECIDA	400 ml	17,68 a	37,62 abc
	600 ml	18,50 a	39,418 ab	
	800 ml	18,83 a	40,47 a	

Médias seguidas das mesmas letras minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Para comprimento da raiz (CR), e para comprimento total (CT) da terceira coleta de plântulas, foi possível detectar diferenças entre as dosagens testadas (Tabela 8). Para comprimento da raiz, pode-se observar que as doses acima de 400 ml possibilitaram um sistema radicular maior. Dessa forma, o sistema radicular robusto permite uma maior absorção de água, e de nutrientes essenciais do solo, garantindo um suprimento adequado durante os estágios iniciais de crescimento. Além disso, proporciona uma ancoragem mais forte da planta, conferindo estabilidade e resistência às condições climáticas adversas, como ventos fortes e chuvas intensas.

Assim, os resultados deste estudo, indicaram que o bioestimulante experimental testado não apresentou efeitos significativos, nos parâmetros avaliados. Embora diferentes dosagens e formas de aplicação tenham sido exploradas, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas, em relação ao controle. Logo, é necessário realizar estudos adicionais em diferentes culturas, variedades e condições ambientais, para entender melhor o potencial desse bioestimulante.

Conclusão

Não houve efeito significativo das doses utilizadas do bioestimulantes, nas sementes de soja envelhecidas e não envelhecidas, na germinação na areia, e na BOD ,exceto para: Taxa de Geminação das sementes (FGP); Índice de Velocidade de Emergência (GSI), e Tempo de Emergência de 90% das sementes (T90).

As doses utilizadas, não proporcionaram diferenças significativas em todas as características relacionadas à emergência em campo, e em AF; CPA e CR; MV e MS, exceto para a terceira coleta de plântulas, para as variáveis CR e CT, onde as dosagens acima de 400 ml, obtiveram os melhores resultados.

Referências

BENINCASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003.

BINSFELD JA, BARBIERI APP, HUTH C, CABRERA IC, HENNING LMM. **Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja**. *Pesq. Agropec. Trop.* 2014; 44(1): 88-94. ISSN: 1983-4063. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000100010>

CARVALHO, M. P.; SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Emergência de plântulas de *Anacardium humile* A. St.-Hil. (Anacardiaceae) avaliada por meio de amostras pequenas.** Revista Brasileira Botânica. p. 627-633, 2005.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J.. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. ISBN: 85-87632-01-9.

CASILLAS, V. J. C.; LONDONO, I. J, GUERRERO, A. H.; BUITRAGO, G. L. **Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.).** Acta Agron, p. 185-195, 1958.

CASTAN, D. O. C.; GOMES-JUNIOR, F. G.; MARCOS-FILHO, J. **Vigor-S, a new system for evaluating the physiological potential of maize seeds.** Sci. Agric., p. 167-172, 2018.

CASTRO PRC, VIEIRA EL. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical.** Guaíba: Agropecuária, 2001. ISBN: 85-85347-72-4.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by Sprinkling.** Berkeley, CA: California Agriculture Experiment Station Bulletin, University of California. N. 670; 1942.

DELARMELINO, L. M. **Composição química e qualidade fisiológica de sementes de soja.** Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2012.

DEMILLY, D.; DUCOURNAU, S.; WAGNER, M.H.; DÜRR, C. Digital imaging of seed germination. In: GUPTA, S. D.; IBARAKI, Y. **Plant Image Analysis: Fundamentals and Applications.** 1ª ed. Florida: CRC Press, p.147-164, 2014.

ESAU, K. **Anatomia das Plantas com Sementes.** 3ª edição. Edusp, 2013.

FERREIRA, D.F. **Estatística básica.** 2ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2009.

FOROOQ, M.; BASRA, S. M. A.; AHMAND, N.; HAFEEZ, K. **A new Seed Vigor Enhancement Tool in Rice.** J Integr Plant Biol, p, 187-193, 2005.

LABOURIAU, L. G. **Uma nova linha de pesquisa na fisiologia da germinação das sementes.** SBB. XXXIV Congresso Nacional de Botânica. Porto Alegre. 1983.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. **On the germination of seeds of *Calotropis procera*.** An. Acad. Brasileira Ciências; p. 174-186, 1976.

MARQUES, M. E. R.; SIMONETTI, A. P. M. M.; ROSA, H. A. **Aspectos produtivos do uso de bioestimulantes na cultura da soja.** Acta Iguazu. 2014; 3(4): 155-163. ISSN: 2316-4093.

MCHUGH, N. M., SABALE, A. B. **Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents.** J. Phytol, p. 50-56, 2010.

MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D. **SAPL®: a free software for determining the physiological potential in soybean seeds**. Pesquisa Agropecuária Trop., p. 222-228, 2018.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; FRANKLIN, F.; FERNANDES, F. S.; ALVES, G. R.; DANTAS, P.; CORDÃO, R. P.; XAVIER, W. M. R.; LEAL NETO, J. S. **Uso de biofertilizantes líquidos no manejo ecológico de pragas agrícolas**. UFPB. II Encontro temático Meio Ambiente e Educação Ambiental, João Pessoa, 2003.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. **Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja**. Rev. Ceres. 2011; 58(5): 651-660. ISSN: 0034-737X. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500017>

NAKAGAWA, J.; KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYANANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇANETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, p. 9-13, 1999.

NICHOLS, M. A.; HEYDECKER, W. **Two approaches to the study of germination data**. ISTA, p. 531-540, 1968.

PIENIZ, T., & SILVA, T. R. B. **Aplicação de aminoácidos no tratamento de sementes de pinhão manso**. Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Cascavel, PR, 2008.

PRIMACK, R. B. **Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand**. J. Ecol. p. 849-862, 1980.

RAS. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. Acesso em: 18 outubro 2022.

SCALON, S. P. Q; LIMA, A.A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. **Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de Campomanesia adamantium Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes**. Rev. Bras. Sementes 2009; 31(2): 96-103. ISSN: 0101-3122. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000200011>

SAKO, Y.; MCDONALD, M. B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A. F.; BENNETT, M. A. **A system for automated seed vigor assessment**. Seed Sci. Technol., p. 625-636, 2001.

SILVA, L. J.; MEDEIROS, A.D.; OLIVEIRA, A. M. S. **SeedCalc, a new automated R software tool for germination and seedling length data processing**. J. Seed Sci. p. 250-257, 2019.

VASQUEZ, G. H.; ARF, O.; SARGI, B. A.; PESSOA, A. C. O. **Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos**. Biosci. J. 2012; 28(1): 16-24. ISSN: 1981-3163.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C.; MONTEIRO, C. A. **Efeito de Stimulate® na germinação e vigor de sementes de soja.** ABRATES. I CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. Londrina. Mai. 1999.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do biofertilizante não evidenciou diferenças significativas, em todas as características relacionadas a aplicação da via foliar.

Não houve efeito significativo das doses utilizadas do bioestimulante experimental, na semente de soja, exceto para as características: Taxa de Geminção das sementes (FGP); Índice de Velocidade de Emergência (GSI); Tempo de Emergência de 90% das sementes (T90), na germinação na Bod, sendo que a dose 0 ml, apresentou os melhores resultados para estas características.