

## Estímulo sobre a germinação e desenvolvimento inicial de milho cultivar AS 1820 com bioestimulante Stimullum®

Maria Abadia de Souza Netta<sup>1</sup>, Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho<sup>2</sup>, Hellen Regina Fernandes Batista-Ventura<sup>2</sup>, Christiano Lima Lobo de Andrade<sup>1,2</sup> & Matheus Vinicius Abadia Ventura<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho, Laboratórios de Química Tecnológica e de Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: astronomoamadorgoias@gmail.com

Recebido: Outubro 15, 2022

Aceito: Novembro 26, 2022

Publicado: Novembro 28, 2022

### Resumo

O presente estudo teve por objetivo avaliar o estímulo sobre a germinação e desenvolvimento inicial via aplicação em sementes de doses do bioestimulante Stimullum® em milho híbrido AS 1820 no Cerrado do Estado de Goiás, Brasil. O experimento foi conduzido em vasos, em casa de vegetação em Rio Verde, Goiás, Brasil, no ano de 2022. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 doses e 4 repetições. A aplicação das dosagens de bioestimulante Stimullum® foi realizado hora antes da semeadura (0, 100, 200, 300, 400 mL ha<sup>-1</sup>, 60.000 sementes<sup>-1</sup>). Foram avaliados germinação, altura de planta, número de folhas, comprimento de folhas, largura de folhas, área foliar, comprimento de raiz, massa fresca e seca aérea, massa fresca e seca raiz, e os índices de clorofilas *a* e *b*. O bioestimulante Stimullum®, não influenciou na germinação, comprimento da parte aérea, número de folhas, largura foliar, massa fresca da parte aérea e massa seca aérea e de raízes e teores de clorofila. No entanto a aplicação do Stimullum® na dose 200 mL ha<sup>-1</sup> demonstrou aumentos significativos sobre o comprimento foliar, área foliar, comprimento da raiz e matéria fresca da raiz no início do desenvolvimento de milho AS 1820 híbrido.

**Palavras-chave:** *Ascophyllum nodosum*, Radícula, Micronutrientes, Desenvolvimento de plantas, *Zea mays*.

### Abstract

The present study aimed to evaluate the stimulus on germination and initial development via application of doses of the biostimulant Stimullum® in seeds in hybrid AS 1820 corn in the Cerrado of the State of Goiás, Brazil. The experiment was conducted in pots, in a greenhouse in Rio Verde, Goiás, Brazil, in the year 2022. The design used was completely randomized, in a factorial scheme with 5 doses and 4 replications. The application of Stimullum® biostimulant dosages was performed one hour before sowing (0, 100, 200, 300, 400 mL ha<sup>-1</sup>, 60,000 seeds<sup>-1</sup>). Germination, plant height, number of leaves, leaf length, leaf width, leaf area, root length, fresh and dry aerial mass, fresh and dry root mass, and chlorophyll a and b indices were evaluated. The biostimulant Stimullum® did not influence germination, shoot length, leaf number, leaf width, shoot fresh mass, shoot and root dry mass and chlorophyll content. However, the application of Stimullum® at a dose of 200 mL ha<sup>-1</sup> showed significant increases in leaf length, leaf area, root length and root fresh matter at the beginning of the development of AS 1820 hybrid corn.

**Keywords:** *Ascophyllum nodosum*, Radicle, Micronutrients, Plant development, *Zea mays*.

### Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el estímulo en la germinación y desarrollo inicial mediante la aplicación de dosis del bioestimulante Stimullum® en semillas de maíz híbrido AS 1820 en el Cerrado del Estado de Goiás, Brasil. El experimento se realizó en macetas, en un invernadero en Rio Verde, Goiás, Brasil, en el año 2022. El diseño utilizado fue completamente al azar, en esquema factorial con 5 dosis y 4 repeticiones. La aplicación de las dosis del bioestimulante Stimullum® se realizó una hora antes de la siembra (0, 100, 200, 300, 400 mL ha<sup>-1</sup>, 60.000 semillas<sup>-1</sup>). Se evaluó la germinación, la altura de la planta, el número de hojas, la longitud

de la hoja, el ancho de la hoja, el área foliar, la longitud de la raíz, la masa aérea fresca y seca, la masa de raíces fresca y seca, y los índices de clorofila a y b. El bioestimulante Stimullum® no influyó en la germinación, la longitud de los brotes, el número de hojas, el ancho de las hojas, la masa fresca de los brotes, la masa seca de los brotes y las raíces y el contenido de clorofila. Sin embargo, la aplicación de Stimullum® a la dosis de 200 mL ha<sup>-1</sup> mostró incrementos significativos en la longitud de la hoja, área foliar, longitud de la raíz y materia fresca de la raíz al inicio del desarrollo del maíz híbrido AS 1820.

**Palabras clave:** *Ascophyllum nodosum*, Radicle, Micronutrientes, Desarrollo vegetal, *Zea mays*.

## 1. Introdução

*Zea mays* L. é conhecida popularmente por milho, sendo esse um vegetal, de ciclo anual produtora de grãos e circunscrita entre os diversos cereais da família Gramineae (Revilla et al., 2022). *Zea mays* é nativa do México, sendo essa um dos cereais mais antigos e amplamente cultivados com amplas utilidades nos mais diversos setores econômicos, principalmente alimentício na produção humana e como ração para diversas espécies de animais. O milho é considerado uma das principais fontes de alimento desde os tempos remotos (Ali et al., 2015).

O milho faz parte dos cereais mais cultivados em todo o mundo, inclusive no Brasil. É um grão alimentar básico rico em amido sendo esse a principal fonte de energia alimentar em países em desenvolvimento, incluindo os continentes Africano, Américas em especial Central e do Sul e Asiático (Aledesanmi et al., 2019).

Processos tecnológicos desenvolvidos nos últimos anos, vêm sendo importantes sobre as culturas agrícolas de interesse econômico, e com a cultura do milho não seria diferente. Esses processos possuem como metas, melhorias sobre a qualidade de sementes e, no aumento da produção. O tratamento de sementes com fungicidas, inseticidas, micronutrientes, bioestimulantes e microrganismos é um dos ramos tecnológicos com formidável importância. Pois apresenta aplicabilidade sobre a proteção da cultura nos estágios iniciais (Nascimento et al., 2014; Mitiku, 2022).

Dentro desses processos tecnológicos no tratamento de sementes, os bioestimulantes vem ganhando mercado nacional e internacional. Esse grupo de produtos com características capazes de estimular a germinação e desenvolver os sistemas radicular e aéreo, apresentam constituição química a partir de substâncias naturais ou sintéticas, procedentes da mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais como auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores e inibidores, e o gás etileno, ou em outras substâncias como aminoácidos, nutrientes e vitaminas, conseguindo ser aplicados inteiramente nas plantas ou no tratamento das sementes (Ferreira et al., 2019; Mattarozzi et al., 2020).

Essa classe de produtos a base principalmente de extratos de algas marinhas sendo o principal gênero *Ascophyllum*, e diversos grupos de bactérias como *Bradyrhizobium*, *Hyalangium*, *Stenotrophomonas*, *Variovorax* e *Paenibacillus* são capazes de promoverem o crescimento vegetal, proporcionando aumento da divisão celular e melhorando a capacidade de absorção de água e nutrientes minerais, fundamentais para a produtividade das culturas (Silva et al., 2008; Bertolin et al., 2008; Mattarozzi et al., 2020) assim como, permitem alterações básicas responsáveis pelo acréscimo do vigor das sementes (Dourado Neto et al., 2014).

Estudos sobre a incorporação de bioestimulantes em culturas agrícolas explicam que a aplicação desses estimulantes na cultura do milho tem apresentado ganhos consideráveis sobre a produtividade, aumento do sistema radicular e aéreo e da massa seca no início do desenvolvimento como reportado por Santos et al. (2013) e Buchelt et al. (2019) que analisaram efeito positivo do uso de bioestimulantes em todas as etapas de desenvolvimento, basicamente em variáveis radiculares. Contudo, alguns estudos apresentam que o uso dos bioestimulantes pode não surtir efeito positivo nessa cultura, como discutido por Bontempo et al. (2016) e Mello et al. (2021), onde observaram que a aplicação de bioestimulantes não influenciou na emergência, número de plantas normais e no crescimento inicial de plantas.

Logo, a resposta sobre a aplicação dos bioestimulantes depende de diversos fatores, entre eles a composição e teores de substâncias presentes nas soluções comerciais usadas, sendo necessários mais estudos sobre o efeito desses produtos no desenvolvimento da cultura do milho.

Nesse sentido, tornam-se necessários mais estudos afirmando sobre os efeitos dos bioestimulantes na germinação e no crescimento inicial da cultura do milho (Oliveira et al., 2021). Pensando na hipótese de interação benéfica de bioestimulantes e dos produtos biológicos no crescimento das plantas de milho, propôs com esse trabalho avaliar o efeito do produto comercial a base de extrato de alga do gênero *Ascophyllum*, Stimullum® sobre o desenvolvimento da cultura do milho avaliando o cultivar híbrido AS1820 da empresa Agrocere®.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Local e condições do experimento

O experimento foi instalado em campo nas seguintes coordenadas geográficas (17°48'29.3"S e 50°53'57.9"W), a 723 m de altitude, no Instituto Federal Goiano campus Rio Verde na safra 21/22. O clima da região é classificado conforme Alvares et al. (2014) e Köppen e Geiger (1928), com chuva entre os meses de outubro a maio, e com seca entre junho a setembro. A região apresenta relevo suave levemente ondulado (6% de declividade).

### 2.2 Estabelecimento do experimento

Foi iniciado o plantio experimental no dia 05 de março de 2022 com o híbrido de milho AS1820 da empresa Agrocere<sup>®</sup>. O experimento foi realizado em vasos para muda com capacidade de 8 L (Nutriplan) de polietileno de alta densidade de cor preto, dimensões (alt. 22,5 cm x diam. sup. 23 cm x diam inf. 19,5 cm).

O experimento foi realizado em casa de vegetação, utilizando solo *in natura* coletado na área experimental apresentando a seguinte composição Química mineralógica e Físico-química (Tabela 1), os métodos analíticos empregados nas determinações foram Embrapa (2009) cedidos pelo Departamento de Ciência do Solo, Laboratório de Análises Químicas do Solo, ESALQ, São Paulo, Brasil, pela Dra. Juliana Martinez Giangiulio Peixoto.

**Tabela 1.** Composição mineralógica de macro e micronutrientes do solo experimental.

|       |  | Minerais (mg dm <sup>-1</sup> ) |                      |      |       |     |
|-------|--|---------------------------------|----------------------|------|-------|-----|
|       |  | B                               | Cu                   | Fe   | Mn    | Zn  |
|       |  | 0,23                            | 1,1                  | 4,0  | 8,5   | 4,3 |
| Fonte |  | pH H <sub>2</sub> O             | pH CaCl <sub>2</sub> | M.O. | S     | P   |
|       |  | 6,55                            | 5,75                 | 45,6 | 12,1  | 3,2 |
|       |  | Ca                              | Mg                   | K    | Al    | CTC |
|       |  | 3,9                             | 1,1                  | 192  | < 0,1 | 9,9 |
|       |  | V %                             | m %                  | H+Al | SB    |     |
|       |  | 56                              | 0                    | 4,4  | 5,5   |     |

**Nota:** B, Cu, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg, K, Al: Boro, Cobre, Ferro, Manganês, Zinco, Cálcio, Magnésio, Potássio, Alumínio, respectivamente. MO: matéria orgânica (g kg<sup>-1</sup>). S e P: mg dm<sup>-3</sup>. Ca, Mg, Al, H+Al, SB e CTC: cmolc dm<sup>-3</sup>. K: mg dm<sup>-3</sup>. Fonte: Autores, 2022.

As sementes do cultivar de milho híbrido, foram tratadas com bioestimulante Stimullum<sup>®</sup> (Harvest Agro, Brasil) a base de extrato de alga marinha do gênero *Ascophyllum nodosum* 40% sobre matéria fresca e 6% sobre matéria seca, composição: Nitrogênio (N<sub>2</sub>) 1,0% (12,1 g L<sup>-1</sup>), molibdênio (Mo) 2,0% (24,2 g L<sup>-1</sup>) e Zinco (Zn) 4,0% (48 g L<sup>-1</sup>) e aminoácidos 10,6%, pH = 6. Esse bioestimulante misto apresenta dupla aptidão, sendo destinado para aplicação ou via foliar ou via semente, apresenta natureza física (suspensão), maior relação de condução e é solvente em água (15 mL L<sup>-1</sup>), apresenta condutividade elétrica de 12,59 μs cm<sup>-1</sup>, índice salino de 12,23% e densidade de 1,21 g mL<sup>-1</sup>. Conforme se observa na Tabela 2, estão dispostos os tratamentos experimentais.

**Tabela 2.** Parâmetros de dosagens sobre a aplicação experimental do bioestimulante Stimullum® na cultura do milho, cultivar AS 1820 Agrocere®.

| Tratamentos | Produto    | Doses                   |
|-------------|------------|-------------------------|
| T1          | Stimullum® | -                       |
| T2          | Stimullum® | 100 mL ha <sup>-1</sup> |
| T3          | Stimullum® | 200 mL ha <sup>-1</sup> |
| T4          | Stimullum® | 300 mL ha <sup>-1</sup> |
| T5          | Stimullum® | 400 mL ha <sup>-1</sup> |

**Nota:** (-) Testemunha, sem adição de Stimullum®. Fonte: Autores, 2022.

### 2.3 Análises experimentais

Foram avaliados aos 28 dias após o plantio, os seguintes parâmetros: altura de planta (AP), número de folhas (NF), comprimento de folhas (CF), largura de folhas (LF), área foliar (AF), comprimento de raiz (CR), massa fresca aérea (MFA) e massa seca aérea (MSA) da parte aérea, massa fresca raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) conforme descrito por (Gonzaga et al., 2020). Os índices de clorofilas *a* e *b* foram obtidos por análise direta utilizando clorofilômetro digital (Hansatech®, Mod. CL-01) com detector de fotodiodo PIN (Si de alta sensibilidade) com fonte de luz 2 x LED's (620 e 940 nm).

As plantas foram limpas em água corrente e levadas ao laboratório para mensuração CF e determinação das massas utilizando balança de precisão semi-analítica. O processo para obtenção das massas, MAS e MSR foram obtidas em estufa com circulação e renovação de ar a 65 °C por 96 h.

### 2.4 Análise estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e quando significativo, foi aplicado teste de regressão ao nível de 5% de significância utilizando programa Sisvar (Versão 5.6) por Ferreira (2019).

## 3. Resultados

A análise de regressão mostrou significância para as variáveis comprimento foliar, área foliar, comprimento raiz e matéria fresca raiz. Não foi observado efeito para altura de planta, número de folhas, largura foliar, massa fresca aérea, massa seca da aérea, massa seca raiz e sobre os teores de clorofilas *a* e *b* (Tabela 3). Na variável comprimento de raiz  $R^2 = 46,90\%$  e massa fresca de raiz com  $R^2 = 43,11\%$ , mesmo apresentando efeito, não foi possível obter um modelo de regressão que responda suficiente o comportamento do experimento.

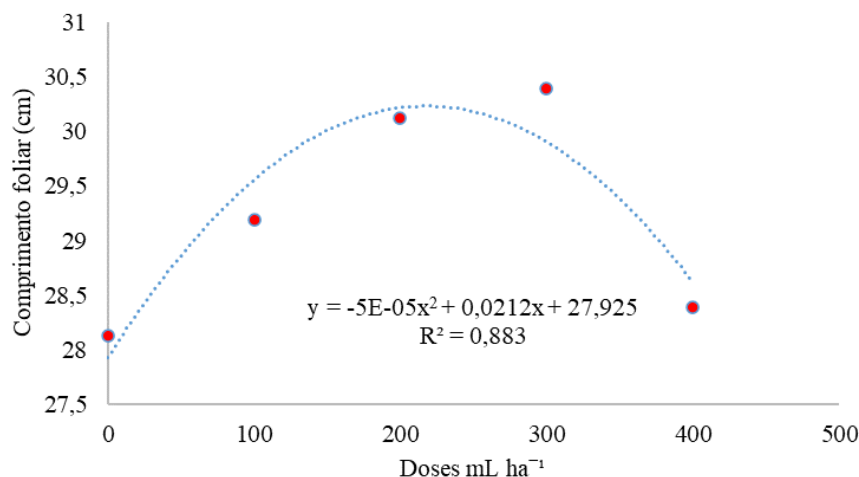
**Tabela 3.** Parâmetros em resposta a doses de bioestimulante Stimullum® na cultura do milho híbrido AS 1820 Agrocere®, comparado a testemunha.

| Fonte | AP    | NF    | CF    | LF    | AF              | CR              |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|
| Doses | ns    | ns    | *     | ns    | *               | *               |
| CV    | 12,01 | 11,25 | 6,41  | 10,94 | 232,51          | 33,31           |
| Fonte | MFA   | MFR   | MSA   | MSR   | Cl <sub>a</sub> | Cl <sub>b</sub> |
| Doses | ns    | *     | ns    | ns    | ns              | ns              |
| CV    | 22,34 | 29,35 | 22,58 | 26,55 | 19,10           | 24,96           |

**Nota:** AP: altura de planta. NF: número de folhas. CF: comprimento de folhas. LF: largura de folhas. AF: área foliar. CR: comprimento raiz. MFA: massa fresca aérea. MFR: massa fresca raiz. MSR: massa seca raiz. Cl<sub>a</sub>: clorofila *a*. Cl<sub>b</sub>: clorofila *b*. ns: não significativo. \*: significativo. Fonte: fonte de variação. CV: Coeficiente de variação expresso em percentagem (%). Fonte: Autores, 2022.

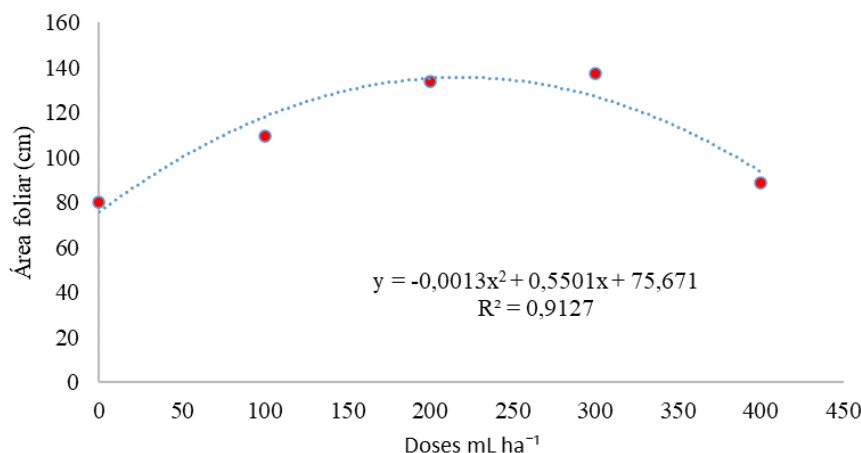
Para a variável comprimento foliar a dose ótima foi de 200 mL ha<sup>-1</sup>, registrando um melhor comprimento foliar

(30,12 cm). A partir desse ponto o comprimento médio foliar tendeu a decrescer com as doses do bioestimulante (Figura 1).



**Figura 1.** Efeito sobre a resposta no comprimento foliar (cm) em diferentes doses de Stimullum<sup>®</sup>/mL ha<sup>-1</sup> comparados à testemunha sobre o híbrido AS 1820 Agrocerees na cultura do milho. Fonte: Autores: 2022.

Para a variável área foliar a dose ótima foi de 200 mL ha<sup>-1</sup>, com melhor desempenho de (133,89 cm). Dosagens de Stimullum<sup>®</sup> superiores a essa, apresentaram decrescimento sobre o cultivar de milho híbrido AS 1280 da Agrocerees (Figura 2).



**Figura 2.** Efeito sobre a resposta na área foliar (cm) em diferentes doses de Stimullum<sup>®</sup>/mL ha<sup>-1</sup> comparados à testemunha sobre o híbrido AS 1820 Agrocerees na cultura do milho. Fonte: Autores: 2022.

#### 4. Discussão

Na literatura há diversos estudos relatando resultados ora similares, próximos ou divergentes quanto ao uso de bioestimulantes a base de extrato de algas marinhas, fungos e bactérias, incorporados com hormônios, L-aminoácidos e/ou formulados minerais como o N<sub>2</sub> e P na cultura de grãos de interesse econômico como milho, feijão, soja, sorgo etc (Ferreira et al., 2019).

A germinação da testemunha comparada as doses de Stimullum<sup>®</sup> em nossos achados, não apresentaram diferença significativa. Efeito similar foi constatado por Buchelt et al. (2019) utilizando cultivar de milho LG 6033

VTPro2 onde observaram que a taxa de germinação não melhorou entre a testemunha e os bioestimulantes ProGibb 400<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup>. No entanto, no estudo de Castro e Vieira (2001) esses, constaram que a aplicação de Stimulate<sup>®</sup> via semente de milho, promoveu maior taxa de germinação e maior número de plântulas normais, com redução de desequilíbrios das mesmas. Giberelinas incorporadas em solução bioestimuladora como no produto comercial ProGibb 400<sup>®</sup> apresenta sim, aumento sobre a taxa de germinação como discutida no estudo de Taiz e Zeiger (2013), no entanto, o fator concentração influencia positivamente sobre essa ação. Sabe-se que, as giberelinas estão intimamente ligadas com a síntese de enzimas hidrolíticas, onde há a degradação proteica e amídica, sendo usadas no desenvolvimento do embrião e sobre o alongamento radicular (Buchelt et al., 2019).

Como observado em nosso estudo para o híbrido de milho AS 1280, Prada Neto et al. (2010) ao utilizarem bioestimulantes a base de extratos de algas marinhas *A. nodosum* e *Ecklonia maxima*, acetato de Zinco, molibdato de Potássio, óxido de Zinco e micronutrientes (B, Cu, Mo e Zn) com L-aminoácidos via semente de milho, não obtiveram resultados significativos para diâmetro de colmo e altura de plantas, corroborando com nossa pesquisa.

Sementes de milho tratadas com bioestimulante Matriz G<sup>®</sup> composto por auxinas, citocininas e giberelinas no estudo de Ferreira et al. (2007) demonstraram similaridade, embora visto que, nesse estudo foi avaliado dosagens inferiores as ótimas, onde apresentaram plantas com menor altura.

Mello et al. (2021) em discordância, verificaram para sementes de milho híbrido CD 321<sup>®</sup> tratadas com bioestimulantes (BioPower Plus<sup>®</sup>) houve sim ganho significativo sobre as diferentes doses do produto para as variáveis comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca de raiz de plântulas. Esse efeito também foi observado por Buchelt et al. (2019) onde os pesquisadores observaram que o comprimento da parte aérea de plantas de milho obteve efeito significativo com o tratamento por bioestimulante ProGibb 400<sup>®</sup>. Novamente o efeito das giberelinas é observado sobre a aceleração da emergência e alongamento celular de plântulas. Embora nesse último estudo, os autores não tenham observado essa significância no segundo bioestimulante Stimulate<sup>®</sup>. Essa divergência de efeitos é facilmente explicada, pois a dosagem desse produto é inferior ao seu concorrente.

Embora altura de planta tenha sido observada com efeito positivo, o comprimento de raízes foi contrário aos obtidos por Buchelt et al. (2019) para milho, onde não observaram significância nessa variável aplicando via semente ProGibb 400<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup>, resultados de encontro a esse, foram obtidos também por Martins et al. (2016) para milho híbrido Pioneer 30F35<sup>®</sup> tratado com Fertiactyl<sup>®</sup> cultivado em diferentes solos e texturas.

A variável comprimento de raiz em nossos achados, e corroborando com o estudo de Mello e colaboradores (2021), sugere-se que o comprimento das raízes foi influenciado pela presença do micronutriente Zn, pois esse mineral está inserido sobre a síntese do ácido indolacético (Taiz et al., 2017), embora nossa altura de plantas não tenha demonstrado diferença significativa, esses autores descrevem ganho substancial nessa variável, e não significativa para o bioestimulante StarG<sup>®</sup> outro agente estimulante avaliado.

A massa fresca da parte aérea em nosso estudo, não demonstrou diferença significativa quando comparada à massa fresca raiz. Buchelt et al. (2019) obtiveram para essas variáveis resultados também distintos, onde a primeira não apresentou diferença significativa sobre a testemunha e as dosagens com ProGibb 400<sup>®</sup>, Stimulate<sup>®</sup> e *Bacillus subtilis*. Em ambos os estudos, possivelmente esse ganho de massa fresca radicular pode estar relacionado ao fitohormônio cinetina, que atua na divisão celular, pelo ácido 4-Indol 3-Butírico, pelo gravitropismo ou pelas giberelinas que atuam no alongamento celular dos vegetais (Taiz; Zeiger, 2013).

Mesmo não havendo diferenças estimulantes, Buchelt et al. (2019) encontraram diferença discreta, embora significativa entre a testemunha e aos bioestimulantes ProGibb 400<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup>, com maiores médias para ProGibb 400<sup>®</sup>. Esse acréscimo é explicado conforme descrito por Castro e Kluge (1999) que o uso de fitohormônios como as giberelinas ainda na fase vegetativa, apresenta maior acréscimo sobre a variável parte aérea, sem afetar a produção de massa seca e de grãos.

Ainda sobre a relação massa seca de raiz, Buchelt et al. (2019) também não observaram ganho substancial sobre essa variável avaliando bioestimulantes enriquecidos com fitohormônios sobre a cultura de milho. No entanto, o contrário foi relatado por Ferreira et al. (2007) que a partir do uso de bioestimulantes na cultura do milho em um híbrido simples GNZ 2004 e uma linhagem L57, encontraram efeito positivo no aumento da massa seca de raízes.

Discutindo sobre essa variação de resultados quanto a interferência dos fitohormônios, citaremos as giberelinas, essas como já citadas anteriormente, influenciam positivamente no ganho de massa e desenvolvimento da parte aérea, no entanto, como se observa nesse e em outros estudos, e também citado por Taiz & Zeiger (2013) e

discutido por Buchelt et al. (2019), o crescimento radicular não apresenta efeito significativo, embora que, se o produto for aplicado via foliar, pode agir apresentando significativo ganho tanto do caule quanto das raízes.

Quanto aos teores de clorofilas *a* e *b* como observado aqui, não tiveram acréscimo com as dosagens de Stimullum® quando comparadas a testemunha e entre as dosagens, isso provavelmente se deve pelo nosso bioestimulante comercial avaliado, não conter citocininas. Já Francischini et al. (2018) avaliando os teores de clorofilas para o híbrido AG 1051 (milho verde) no município de Rio Verde, Goiás, Brasil, em dois anos experimentais, obtiveram alto teor de clorofilas usando bioestimulantes (MC Cream e MC Extra) e fungicida. Esses autores e Taiz et al. (2017), sugerem que a presença de citocininas em ambos os formulados bioestimuladores, tenham sido os responsáveis por esse ganho sobre os níveis dos pigmentos clorofilianos.

Como observado em nossos achados e no levantamento literário, tal como corroborando com Castro et al. (1988), os bioestimulantes apresentam incremento sobre as variáveis crescimento e desenvolvimento vegetal, visto que, a divisão celular é estimulada, além disso, na diferenciação e alongamento celular, há o aumento sobre a absorção e melhor utilização nutricional sobre o solo.

Esse incremento beneficia o produtor no momento da colheita, onde segundo Prada Neto et al. (2010) e Ferreira et al. (2019) os bioestimulantes agindo em níveis fisiológico e celular apresentam diferentes respostas no ganho de produtividade principalmente sobre a cultura do milho variando entre 182 e 189 sc ha<sup>-1</sup>. Ainda nesse pensamento sobre o rendimento na colheita, Ferreira et al. (2007) verificaram em dois bioestimulantes a partir do tratamento das sementes de milho, resultados animadores sobre a altura de inserção de espigas, no entanto, sobre a produção de grãos nessa cultura, não houve incremento significativo, carecendo de novos estudos

## 5. Conclusões

A aplicação com bioestimulante Stimullum®, não influenciou na germinação, comprimento da parte aérea, número de folhas, largura foliar, massa fresca da parte aérea e massa seca aérea e de raízes e nos teores clorofilianos *a* e *b* cultura no milho cultivar AS 1820 Agrocere®.

Nossos achados sobre a aplicação do Stimullum® na dose 200 mL ha<sup>-1</sup> demonstrou aumentos significativos sobre o comprimento foliar, área foliar, comprimento da raiz e matéria fresca raiz no início do desenvolvimento do cultivar de milho AS 1820 híbrido da Agrocere.

## 6. Agradecimentos

Ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano – UniBRAS e ao Instituto Federal Goiano campus Rio Verde.

## 7. Referências

- Aladesanmi, O. T.; Oroboade, J. G.; Osiogou, C. P.; Osewole, A. O. (2019). Bioaccumulation factor of selected heavy metals in *Zea mays*. *Journal of Health & Pollution*, 9(24), 1-19. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-9.24.191207>
- Ali, M. R.; Rahman, M. S.; Asaduzzaman, M.; Hossain, M. M.; Mannan, M. A. (2015). Intercropping maize with different vegetables. *Bangladesh Agronomy Journal*, 18(1), 49-52. <https://doi.org/10.3329/baj.v18i1.25566>
- Buchelt, A. C.; Metzler, C. R.; Castiglioni, J. L.; Dassoller, T. F.; Lubian, M. S. (2019). Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6(4), 69-74. <https://doi.org/10.32404/rean.v6i4.2762>
- Castro, P. R. C.; Vieira, E. L. (2001). *Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical*. Embrapa Pecuária Sudeste, Editora Guaíba: Agropecuária, 132 p.
- Castro, P. R. C.; Pacheco, A. C.; Medina, C. L. (1998). Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Scientia Agricola*, 55(2), 338-341. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161998000200026>
- Castro, P. R. C.; Kluge, R. A. (1996). *Ecofisiologia de cultivos anuais*. São Paulo, Editora Nobel, 126 p.
- Dourado Neto, D.; Dario, G. J. A.; Barbieri, A. A. P.; Martin, T. (2014). Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. *Bioscience Journal*, 30(1), 371-379.
- Ferreira, L. L.; Zouza, B. R.; Pereira, A. I. A.; Curvêlo, C. R. S.; Fernandes, C. S.; Dias, N. S.; Nascimento, E. K. A. (2019). Bioestimulantes e nitrogênio de liberação gradual no desempenho do sorgo. *Nativa*, 7(4),

- 330-335. <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i4.6656>
- Ferreira, L. A.; Oliveira, J. A.; Pinho, É. V. R. V.; Queiroz, D. L. (2007). Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2), 80-89. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000200011>
- Ferreira, D. F. (2019). Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics*, 37(4), 529-535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Francischini, R.; Silva, A. G.; Tessmann, D. J. (2018). Eficiência de bioestimulantes e fungicida nos caracteres agronômicos e econômicos na cultura do milho verde. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 17(2), 274-286. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n2p274-286>
- Gonzaga, T. O. D.; Araújo, C.; Andrade, A. L.; Santos, J. M. R.; Silva, G. B.; Silva, V. L. (2020). Produção de mudas de alface (*Lactuca sativa*) submetidas a diferentes doses de Silício. *Scientific Electronic Archives*, 13(1), 1-7. <http://dx.doi.org/10.36560/1312020863>
- Mattarozzi, M.; Di Zinno, J.; Montanini, B.; Mandredi, M.; Marengo, E.; Fornasier, F.; Ferrarini, A.; Careri, M.; Visioli, G. (2020). Bioestimulants applied to maize seeds modulate the enzymatic activity and metaproteome of the rhizosphere. *Applied Soil Ecology*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103480>
- Martins, A. G.; Rampim, L.; Rosset, J. S.; Prior, M.; Coppo, J. C. (2016). Aplicação de bioestimulante em sementes de milho cultivado em solos de diferentes texturas. *Scientia Agraria Paranaensis*, 15(4), 440-445. <https://doi.org/10.18188/sap.v15i4.13028>
- Mello, W. M.; Santos, J. O.; Ohse, S. (2021). Vigor de sementes de milho tratadas com bioestimulantes. *Visão Acadêmica*, v. 22, n. 1, p. 4-19. <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v22i1.78887>
- Mitiku, T. (2022). Review on haploid and double haploid maize (*Zea mays*) breeding technology. *International Journal of Agricultural Science and Food Technology*, 8(1), 52-58. <https://doi.org/10.17352/2455-815X.000145>
- Nascimento, R. T.; Pavan, B. E.; Guerra, E. D.; Lima, F. N. (2014). Seleção massal em variedades de milho crioulo no sul do Piauí. *Nativa*, 2(2), 114-118. <https://doi.org/10.31413/nativa.v2i2.1500>
- Oliveira, E. R.; Peixoto, C. P.; Almeida, A. T.; Costa, J. A.; Vieira, E. L.; Cunha, D. O.; Pereira, V. S. (2021). Crescimento inicial de plantas de amendoim oriundas de sementes tratadas com bioativador e bioestimulante. *South American Sciences*, 1-9. <https://doi.org/10.52755/sas.v2iedesp1.110>
- Prada Neto, I. P.; Ullmann, B.; Pereira, L. R.; Scudeler, F.; Vital, M.; Franco, G.; Iossi, M. F. (2010). Efeitos de bioestimulantes, aplicados via semente, na cultura do milho (*Zea mays* L.). In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28., 2010. *Anais...* Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. p. 1838-1843. Disponível em: <http://www.academico.uema.br/DOWNLOAD/citocininas+pastagens.pdf> Acesso em 02 de novembro de 2022.
- Revilla, P.; Alves, M. L.; Andelković, V.; Balconi, C.; Dinis, I.; Mendes-Moreira, P.; Redaelli, R.; Galarreta, J. I. R.; Patto, M. C. V.; Žilić, S.; Malvar, R. A. (2022). Traditional foods from maize (*Zea mays* L.) in Europe. *Frontiers in Nutrition*, v. 8. <https://doi.org/10.3389%2Ffnut.2021.683399>
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal*. 5ª Ed., Porto Alegre, Editora Artmed, 952 p.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.; Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ª Ed., Porto Alegre: Artmed, 888 p.

### Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).