



## BIOESTIMULANTE NO TRATAMENTO PRÉ-GERMINATIVO DE SEMENTES DE CENOURA

Keylan Silva GUIRRA  
E-mail: ks\_guirra@live.com

Salvador Barros TORRES  
E-mail: sbtorres@ufersa.edu.br

Leomara Vieira de França CARDOZO  
E-mail: leomarafrancacardozo@cte.uespi.br

José Eduardo Santos Barboza da SILVA  
E-mail: jose.eduardo@ifbaiano.edu.br

Bruno Silva GUIRRA  
E-mail: bguirra@hotmail.com

**RESUMO** - A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma das principais hortaliças cultivada no Brasil e possui elevado valor nutricional, cuja demanda tem crescido expressivamente também em outros países. Normalmente, suas sementes apresentam problemas quanto à germinação e, neste sentido, a utilização de bioestimulantes constitui-se em alternativa para melhorar a expressão do potencial fisiológico. Assim, objetivou-se avaliar a utilização de dosagens de bioestimulante na germinação de sementes de diferentes cultivares de cenoura. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4, com sementes de cinco cultivares de cenoura (Alvorada, Brasília, BRS Esplanada, Tellus e Tropical) e quatro dosagens de bioestimulante (0, 5, 10 e 15 mL L<sup>-1</sup> de água), com quatro repetições de 50 sementes. As variáveis analisadas foram: germinação, primeira contagem de germinação, comprimento e massa seca de plântula, além de análises bioquímicas do conteúdo de açúcares totais, aminoácidos totais e prolina. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey e, em caso de significância, os dados foram submetidos à análise de regressão por meio do programa Sisvar<sup>®</sup>. De maneira geral, a aplicação do bioestimulante (10 e 15 mL) influenciou positivamente a germinação das cultivares de cenoura. As plântulas da cultivar Tropical apresentaram comprimento 40% superior ao tratamento controle. A cultivar Alvorada teve maior acúmulo de metabólitos com a dosagem de 5 mL de bioestimulante. A utilização de bioestimulante favorece a germinação e qualidade das cultivares de cenoura.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Daucus carota*. Germinação. Hortaliças. Stimulate<sup>®</sup> Vigor.

**ABSTRACT** - Carrots are one of the five main vegetables grown in Brazil and have a high nutritional value, whose demand has also grown significantly in other countries. Carrot seeds present problems regarding germination and, in this sense, the use of biostimulants is an alternative for better expression of germination potential and vigor. Thus, the objective of this work was to evaluate the use of biostimulant dosages in the germination of seeds of different



carrot cultivars. The experimental design was completely randomized, in a 5 x 4 factorial scheme, with seeds of five carrot cultivars (Alvorada, Brasília, BRS Esplanada, Tellus and Tropical) and four doses of biostimulant (0, 5, 10 and 15 mL L<sup>-1</sup> of water), with four replications of 50 seeds. The germination and vigor characteristics evaluated were: germination percentage, first germination count, seedling length and dry mass, in addition to biochemical analyzes of total sugar, total amino acid and proline content. The collected data were submitted to analysis of variance and Tukey's test and, in case of significance, the data were submitted to regression analysis using the Sisvar<sup>®</sup> program. In general, the application of the biostimulant (10 and 15 mL) positively influenced the germination of carrot cultivars. The seedlings of the Tropical cultivar showed 40% longer length than the control treatment. The cultivar Alvorada had the highest accumulation of metabolites with 5 mL of the biostimulant. The use of biostimulant favors the germination and quality of carrot cultivars.

**KEYWORDS:** *Daucus carota*. Germination, Vegetables. Stimulate<sup>®</sup>. Vigor.

## INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça muito apreciada na culinária pela diversidade e forma de apresentação dos produtos (ROMAGNA et al., 2019). Sua importância nutricional deve-se, principalmente, aos elevados teores de betacaroteno e carotenoide precursores da vitamina A (ORAFÁ et al., 2021). Por conta disso, muitos utilizam essa hortaliça em sua alimentação funcional em detrimento de outras (FAO, 2018).

A produção nacional de cenoura se concentra nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil, com produtividades em torno de 110 t ha<sup>-1</sup> (KIST et al., 2021). No entanto, essa produção pode ser afetada em decorrência da desuniformidade na germinação das sementes. De forma geral, as sementes dessa espécie têm apresentado problemas quanto à qualidade, o que demanda a utilização de 3 a 5 kg sementes<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> para uniformização do campo de produção (PESSOA et al., 2008). Por conseguinte, é necessário o desenvolvimento de técnicas que promovam maior germinação das sementes e mitiguem os problemas que causam interferência no rendimento da cultura.

Normalmente, a utilização de bioestimulantes potencializa os processos fisiológicos e o crescimento de plantas, pois contêm em sua composição vários reguladores vegetais sintéticos. Pesquisas têm sido realizadas com bioestimulantes e outras fontes de hormônios em várias espécies como beterraba (BRAUN, 2010), maxixe (OLIVEIRA et al., 2017), cenoura (VIEIRA et al., 2020), soja (PEREIRA et al., 2021) e milho doce (CARMO et al., 2021) visando germinação mais eficiente e obtenção de plântulas mais vigorosas.

Para responder também ao mercado, produtores e pesquisadores têm buscado cultivares de cenoura e técnicas apropriadas para aumentar o estabelecimento desta cultura. Assim sendo, a obtenção de sementes de qualidade física, fisiológica, genética e sanitária necessária para atender à crescente demanda por alimentos (TONIN et al., 2014). Aliado a isso, o tratamento de sementes pode beneficiar a germinação e o estabelecimento de plântulas em campo. Por isso, estudos que apontem as melhores dosagens no tratamento de sementes para as diferentes cultivares de cenoura são imprescindíveis.

Diante disso, objetivou-se avaliar a utilização de dosagens de bioestimulante durante a germinação de sementes de cultivares de cenoura.



## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi desenvolvida no campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil (5°11'16,8"S; 37°20'38,4"W), altitude de 16 metros e temperatura média de 25 °C. As cultivares de cenoura utilizadas foram as de verão (adaptadas ao clima mais quente) e um híbrido de clima outono-inverno (\*): Alvorada (C1), Brasília (C2), BRS Esplanada (C3), Tellus\* (C4) e Tropical (C5).

### **Delineamento experimental e tratamento de sementes**

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4, sendo cinco cultivares de cenoura e quatro dosagens do bioestimulante Stimulate® (0, 5, 10 e 15 mL L<sup>-1</sup> de água), produto comercial contendo 0,005% de ácido giberélico, 0,005% de ácido indolbutírico e 0,009% de cinetina (STOLLER, 2021).

A semeadura foi realizada em caixas de acrílico transparente (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) contendo duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com solução do bioestimulante na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, adaptada da metodologia de Aparecido et al. (2016) e Oliveira et al. (2013). Em seguida, as caixas foram dispostas em quatro repetições de 50 sementes e colocadas em câmara de germinação (Mangelsdorf), a 20 °C e fotoperíodo de 12 h, durante 14 dias (BRASIL, 2009). Após esse período, as plântulas foram submetidas às análises fisiológicas e bioquímicas.

### **Análises fisiológicas**

As avaliações da primeira contagem e germinação final foram realizadas aos sete e 14 dias, respectivamente, sendo os valores expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009). O comprimento de plântulas foi efetuado ao final do teste de germinação, sendo selecionadas dez plântulas normais, ao acaso, em cada repetição e determinado o comprimento da coifa ao ápice da plântula. Para isso, utilizou-se uma régua graduada em milímetros e os resultados foram expressos em centímetros. Para a determinação da massa seca de plântula, as dez plântulas mensuradas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e colocadas em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 72 horas. Em seguida, pesou-se em balança analítica de precisão (0,0001) e os resultados foram expressos em mg plântula<sup>-1</sup> (NAKAGAWA, 1999).

### **Análises bioquímicas**

Pesou-se 0,2 g de massa fresca de plântulas normais inteiras, que foram retiradas aleatoriamente ao final do teste de germinação, e logo após foram postas em tubos hermeticamente fechados e adicionados 3 mL de álcool 60%. Os materiais foram macerados e centrifugados a 10000 RPM, a 4 °C, por 8 minutos. Depois desse procedimento, foi obtido o sobrenadante para quantificação dos seguintes componentes: açúcares solúveis totais (AST) - determinado pelo método da antrona (YEMM; WILLIS, 1954), tendo a glicose como



substância padrão da curva e os resultados expressos em  $\mu\text{g}$  de AST  $\text{g}^{-1}$  de massa fresca; aminoácidos totais (AT) - aplicou-se o método da ninhidrina ácida (YEMM; COCKING, 1955), tendo a glicina como substância padrão da curva e os resultados expressos em  $\mu\text{mol}$  AT  $\text{g}^{-1}$  de massa fresca; e prolina (PRO) - para a quantificação deste aminoácido, utilizou-se o método proposto por Bates et al. (1973) e os resultados foram expressos em  $\mu\text{mol}$  prolina  $\text{g}^{-1}$  de massa fresca.

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Em caso de significância, foram submetidos ao teste de Tukey e análise de regressão, sendo utilizado o programa estatístico Sistema para Análise de Variância – Sisvar<sup>®</sup> (FERREIRA, 2019). Os dados foram submetidos à análise multivariada dos componentes principais, através do programa Past 4 (HAMMER, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas houve interação significativa no fatorial duplo ou isolado ( $p \leq 0,05$ ), exceto para a massa seca de plântula e prolina (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MSP), açúcares solúveis totais (AST), aminoácidos totais (AT) e prolina (PRO) de cenoura submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulante.

	PC	G	CP	MSP	AST	AT	PRO
Cultivar (C)	1742,8**	345,4 <sup>ns</sup>	40,46 **	2,09 **	4,22**	842,5**	0,004 <sup>ns</sup>
Nível (N)	802,2**	1376,7 **	12,00 **	0,11 <sup>ns</sup>	1,52*	406,6*	0,016*
C x N	1172,4**	469,84 <sup>ns</sup>	5,43*	0,179 <sup>ns</sup>	2,79**	607,5**	0,006 <sup>ns</sup>
CV%	31%	23,4%	17,60%	43,7%	27,60%	30%	27,7%

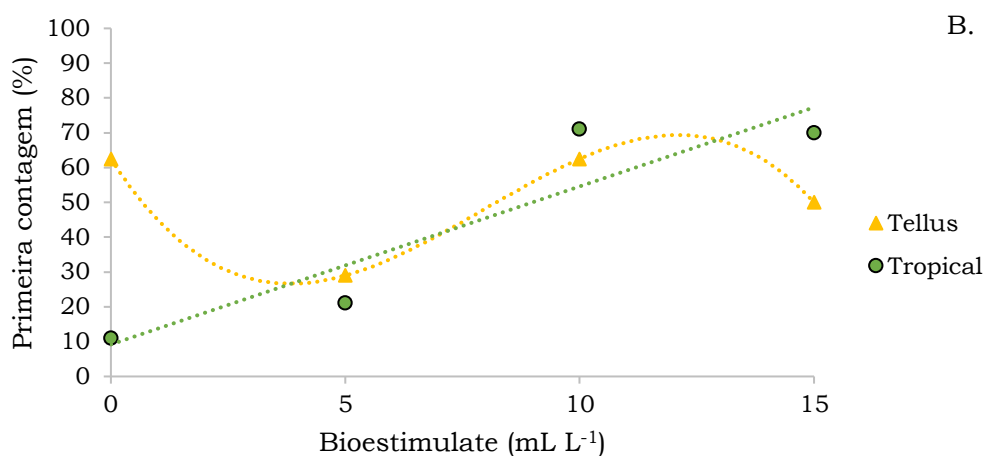
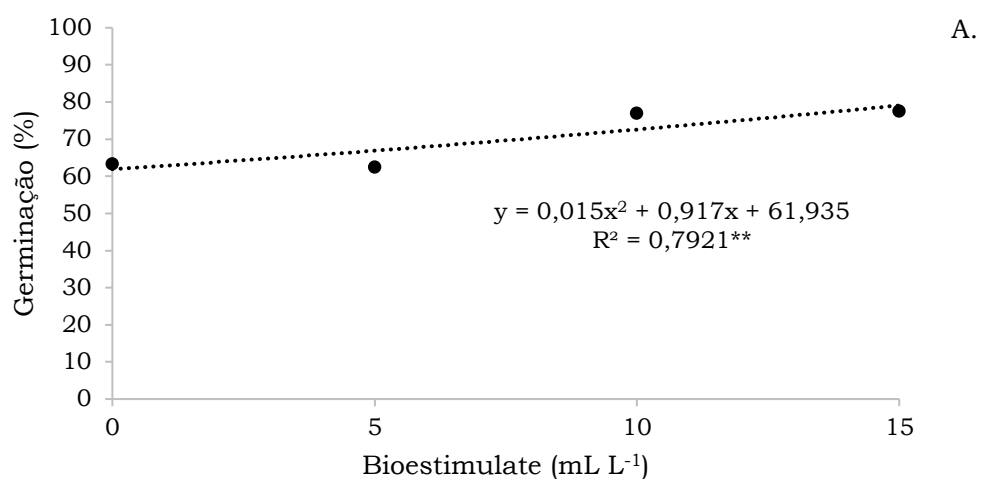
\*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%; <sup>ns</sup> não significativo.

Na germinação não foi verificada interação entre os fatores. Entretanto, constatou-se que as sementes tratadas com as dosagens de 10 e 15 mL L<sup>-1</sup> de água responderam positivamente, tendo apresentado germinação com percentuais superiores a 77%, independente da cultivar (Figura 1A). Esse valor de germinação está acima do mínimo necessário (70%) para comercialização de sementes desta espécie (BRASIL, 2019). Constatou-se, ainda, que nessas dosagens de bioestimulantes a germinação das cultivares foi 14% maior em relação às sementes não tratadas (0 mL de Stimulate L<sup>-1</sup> de água).

As cultivares que não tiveram diferença significativa não estão apresentadas na figura 1, assim como ocorrido em algumas variáveis das demais figuras (2 e 3).



Figura 1. Características do desenvolvimento inicial (A. Germinação; B. Primeira contagem) de plântulas de cinco cultivares de cenoura (Alvorada, Brasília, BRS Esplanada, Tellus e Tropical), tratadas com bioestimulante nas doses de 0, 5, 10 e 15 mL L<sup>-1</sup>. \*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%.



Tellus →  $y_4 = -0,1507x^3 + 3,6x^2 - 20,933x + 62,5$ ;  $R^2 = 0,997^{**}$   
Tropical →  $y_5 = 4,54x + 9,2$ ;  $R^2 = 0,8529^{**}$

Para a primeira contagem, verificou-se que as cultivares Tellus e Tropical apresentaram menor porcentagem de plântulas normais na concentração de 5 mL L<sup>-1</sup> em relação às demais cultivares. Entretanto, no tratamento controle, não houve diferença significativa entre as cultivares, exceto para a cultivar Tropical, que foi verificado 11% de plântulas normais na primeira contagem. Constatou-se que após a elevação das dosagens de bioestimulante (10 e 15 mL L<sup>-1</sup>), a cultivar Tropical apresentou melhor resultado em relação as demais cultivares (Figura 1B). Na cultivar Tellus, a aplicação de 5 mL do bioestimulante ocasionou redução da germinação. Entretanto, conforme se elevou a dose para 10 mL as



sementes germinaram mais, seguindo com decréscimo quando se aumentou o tratamento para 15 mL.

Os resultados de germinação evidenciam a ação dos reguladores vegetais, principalmente as giberelinas, assim como o equilíbrio entre esses durante o processo germinativo. O efeito benéfico do bioestimulante também foi verificado em alface, cujas dosagens de 0,4 e 0,6 mL do produto por 1000 sementes, resultaram em 97% de germinação (DEUNER et al., 2014). Por outro lado, em sementes de milho esse mesmo bioestimulante não acarretou incremento na germinação (SILVA et al., 2008). Da mesma forma, em sementes de soja, 0,75 mL desse regulador para kg semente<sup>-1</sup> não foi suficiente para aumentar a germinação (SANTOS et al., 2020).

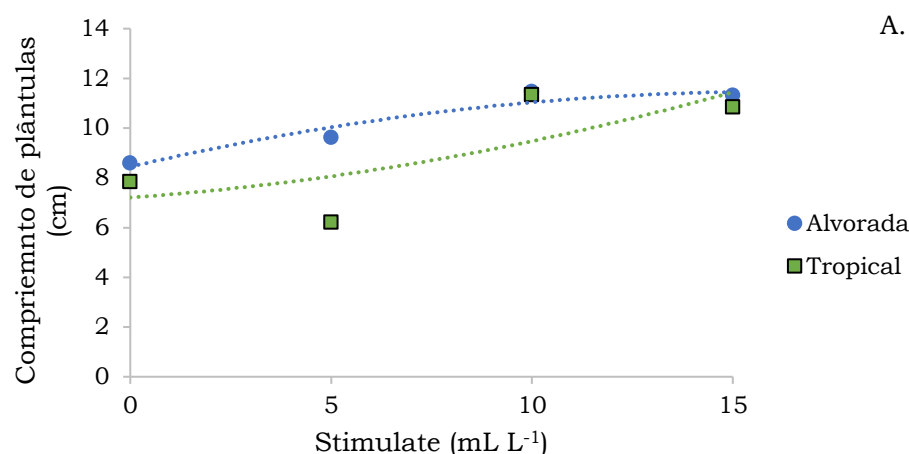
De maneira geral, percebe-se que as olerícolas são responsivas aos tratamentos, gerando incremento na germinação, em detrimento a outras espécies, como as graníferas (SANTOS et al., 2020). Todavia, as sementes de cenoura não apresentaram resultados tão expressivos de desenvolvimento inicial (>90%) quanto as de alface (DEUNER et al., 2014). Esses resultados demonstram que a concentração do produto e o método de tratamento influenciam no desempenho de germinação e desenvolvimento inicial de modo diferenciado para as espécies.

Apesar do bioestimulante (Stimulate<sup>®</sup>) conter giberelina e a função deste estar relacionada ao crescimento e desenvolvimento vegetal, quando utilizado em pequenas dosagens, pode não acrescentar GA<sub>3</sub> suficiente para atuar no metabolismo das sementes (HAMMOUDA; SLEIMI, 2017). Outra possibilidade para resultados menos eficientes (germinação < 70%) em sementes de cenoura seria o tempo de exposição das sementes desta espécie ao regulador. Este até poderia ser absorvido, porém sem a participação efetiva no processo germinativo. Então, haveria especificidade de resposta a determinadas doses, tal como verificado para a cultivar Tellus (Figura 1B). Outro fato é a compartimentalização do produto, com atuação efetiva somente em estádios posteriores do desenvolvimento vegetal, conforme constatados em melão (CAETANO, 2020), milho (OHSE et al., 2021) e mudas de milho, que apresentaram alterações fisiológicas após o tratamento das sementes (AFIFI et al., 2014).

O comprimento de plântula das cultivares Alvorada, Brasília e BRS Esplanada em água (0 mL L<sup>-1</sup>) foi maior em relação às demais (Figura 2). Entretanto, ao utilizar as dosagens de 10 e 15 mL L<sup>-1</sup> do bioestimulante, os resultados da cultivar Tropical não diferiram dos verificados para as cultivares Alvorada e BRS Esplanada, que alcançaram valores superiores a 10 cm (40% superiores ao controle). Entre as cultivares, a Tellus resultou em menor comprimento de plântulas para todas as dosagens. As de zero e cinco se mantiveram neste grupo, enquanto a cultivar Tropical, na dosagem de 15 mL foi agrupada com as da cultivar Brasília. Pode-se notar que as cultivares responderam de maneira diferenciada ao tratamento com o bioestimulante, realçando que a expressão do vigor em algumas cultivares pode melhorar conforme se eleva a concentração deste produto. Além disso, esses resultados demonstram a diferença de resposta ao uso de bioestimulantes a partir de materiais genéticos distintos.

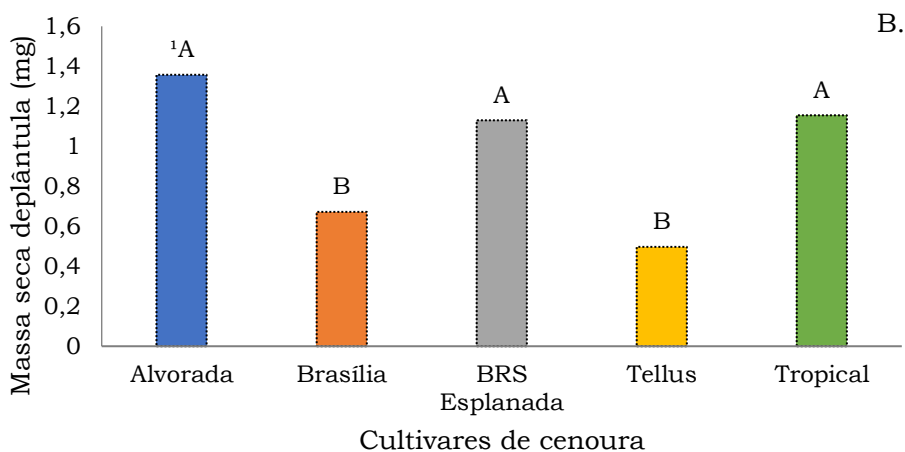


Figura 2. Comprimento de plântulas (A) e massa seca de plântulas (B) de cinco cultivares de cenoura (Alvorada, Brasília, BRS Esplanada, Tellus e Tropical), tratadas com Stimulate® nas dosagens de 0, 5, 10 e 15 mL. <sup>1</sup> Médias seguidas por letras iguais (A, B, C), não diferem para o desdobramento do fator cultivar dentro do regulador vegetal pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \*\* significativo a 1%; \* significativo a 5%.



$$\text{Alvorada} \rightarrow y1 = -0,0117x^2 + 0,3757x + 8,4485; R^2 = 0,9304^*$$

$$\text{Tropical} \rightarrow y5 = 0,0112x^2 + 0,1148x + 7,209; R^2 = 0,5721^{**}$$



As cultivares Alvorada, BRS Esplanada e Tropical apresentaram resultados de massa seca média de 1,2 mg, sendo 58% superior a cultivar Brasília e 42% mais que Tellus (Figura 2B). Ao constatar a ação do bioestimulante em outras culturas, verifica-se que os efeitos são diferentes para essa variável e não se tem critério muito claro quanto a dosagem adequada. Em maxixe, Oliveira et al. (2017) utilizaram a dosagem de 10 mL kg<sup>-1</sup> de sementes visando à produção de mudas, porém não verificaram benefício para o comprimento de plântulas. Possivelmente, a concentração utilizada foi insuficiente para estimular o desenvolvimento inicial dessa espécie. De forma semelhante, o tratamento de sementes de jatobá com 70 mL



kg<sup>-1</sup> de sementes, dosagem 7 vezes maior que a utilizada no estudo em mudas de maxixe, resultou em menor porcentagem de emergência e comprimento de plântulas (PIEREZAN et al., 2012).

De maneira geral, quando se aplica o bioestimulante por massa de semente, os efeitos são menores ou insignificantes, resultados muitas vezes vinculados à baixa quantidade de princípio ativo que fica disponível na superfície da semente para absorção; enquanto em tratamentos com dosagens do bioestimulante por litro de água utilizada na germinação, mesmo as quantidades menores, estas propiciam resultados mais satisfatórios (VENDRUSCOLO et al., 2018). Logo, verifica-se que o modo e o tempo de exposição das sementes ao bioestimulante influenciam no desenvolvimento inicial da cultura. Assim sendo, a aplicação deste tipo de bioestimulante, quando bem homogeneizado e com mais tempo de exposição, poderá apresentar recobrimento mais uniforme das sementes, resultando em absorção mais eficiente.

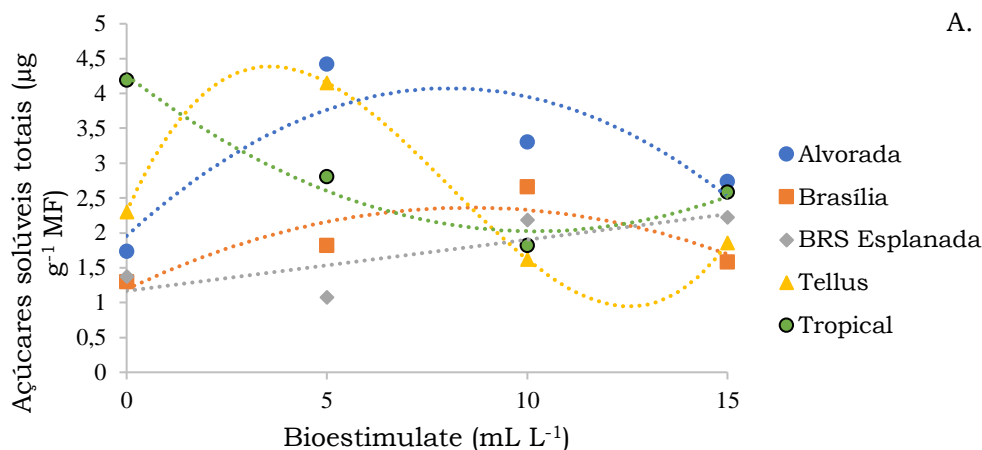
Em situação semelhante ao estudo de Deuner et al (2014) e Oliveira et al. (2017) com sementes de alface, após o tratamento durante a embebição de sementes de duas cultivares de alface com várias dosagens de bioestimulante, Soares et al. (2012) constataram que 10 e 15 mL L<sup>-1</sup> de bioestimulante em água foram significativas para o crescimento de plântula, apresentando resultados superiores ao controle. Assim, como no estudo com sementes de alface, os dados das cultivares de cenoura são consistentes para se afirmar que estas são responsivas ao bioestimulante, ocorrendo, todavia, a necessidade de adequação da dose em função da cultivar avaliada.

A aplicação das dosagens de bioestimulante nas cultivares proporcionou diferentes respostas quanto ao acúmulo de açúcares totais. No tratamento controle, a Tropical apresentou o maior teor, mesmo em relação às que utilizaram bioestimulante. Na dosagem de 5 mL L<sup>-1</sup> de água, as cultivares Alvorada e Tellus apresentaram teores desse soluto 48 e 49% em relação ao controle, respectivamente, com decréscimo mais acentuado para a cultivar Tellus (Figura 3A).





Figura 3. Características bioquímicas (A. Açúcares totais; B. Aminoácidos totais; e C. Prolina) de plântulas de cinco cultivares de cenoura (Alvorada, Brasília, BRS Esplanada, Tellus e Tropical), tratadas com bioestimulante nas doses de 0, 5, 10 e 15 mL L<sup>-1</sup>. \*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%.



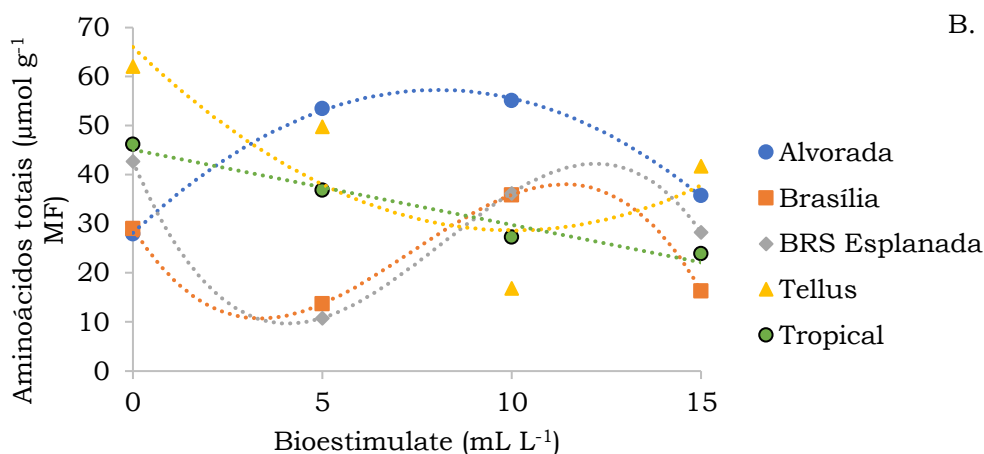
Alvorada →  $y_1 = -0,0324x^2 + 0,5241x + 1,9566$ ;  $R^2 = 0,7477^{**}$

Brasília →  $y_2 = -0,016x^2 + 0,2738x + 1,1887$ ;  $R^2 = 0,7597^*$

BRS Esplanada →  $y_3 = 0,0734x + 1,1672$ ;  $R^2 = 0,6705^*$

Tellus →  $y_4 = 0,0095x^3 - 0,231x^2 + 1,2875x + 2,3$ ;  $R^2 = 0,997^{**}$

Tropical →  $y_5 = 0,0215x^2 - 0,4384x + 4,2579$ ;  $R^2 = 0,9685^{**}$



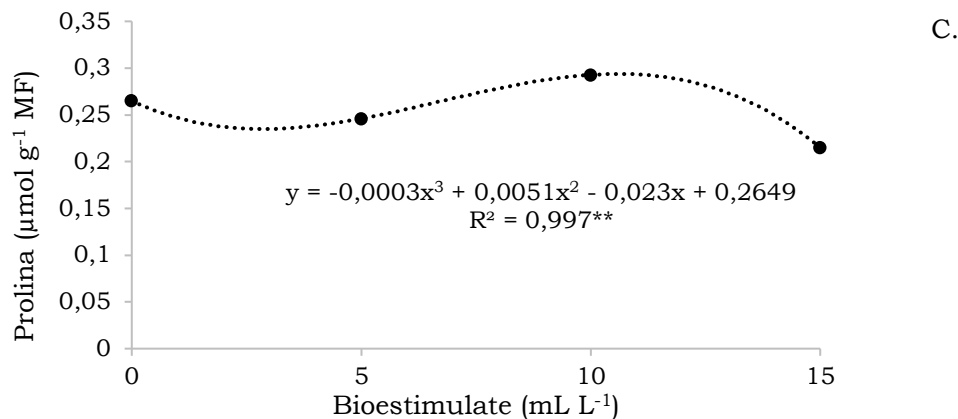
Alvorada →  $y_1 = -0,4489x^2 + 7,2309x + 28,16$ ;  $R^2 = 0,9992^{**}$

Brasília →  $y_2 = -0,1057x^3 + 2,3376x^2 - 12,123x + 29,1$ ;  $R^2 = 0,997^{**}$

BRS Esplanada →  $y_3 = -0,1211x^3 + 2,9638x^2 - 18,176x + 42,76$ ;  $R^2 = 0,997^{**}$

Tellus →  $y_4 = 0,3709x^2 - 7,4449x + 66,041$ ;  $R^2 = 0,719^{**}$

Tropical →  $y_5 = -1,5306x + 45,112$ ;  $R^2 = 0,9645^{**}$



O aumento dos teores de açúcares totais está relacionado principalmente ao modo de ação da giberelina e à produção de enzimas como alfa e beta amilase, responsáveis pela quebra das reservas armazenadas no endosperma. A degradação dessas reservas resulta no acúmulo de açúcares, aminoácidos e ácidos nucléicos que são translocados para as regiões meristemáticas. O incremento desses metabólitos permite que as plântulas realizem ajuste osmótico, quando em situações de estresse, e/ou direcione seu metabolismo para o crescimento vegetal (TAIZ et al., 2017).

Ao considerar os teores de metabólitos gerais em plântulas de cenoura, comportamento diferente foi verificado na cultivar Tellus, que não é recomendada para regiões quentes. Todavia, neste estudo, mesmo sob condições controladas de temperatura (20 °C), a cultivar Tellus apresentou baixas respostas em relação ao seu vigor em comparação às demais cultivares adaptadas ao clima mais quente. Constatou-se que houve acúmulo de aminoácidos no tratamento de 10 mL L<sup>-1</sup> de água nas cultivares Alvorada, Brasília e BRS Esplanada com teores de 55,6; 35,9 e 36,3 μmol g<sup>-1</sup> MF, respectivamente. Metabólitos esses que podem ser utilizados posteriormente na síntese de proteínas e, conseqüentemente, no desenvolvimento das plântulas. Nesta situação, o incremento de metabólitos não foi correlato ao vigor da cultivar Tropical. Entretanto, o comportamento diferente era esperado, pois as cultivares que apresentam germinação e vigor elevados comumente estão relacionadas a maiores acúmulos de reserva.

Para os teores de prolina não houve diferença entre as cultivares, entretanto ocorreu interação significativa para fator isolado de bioestimulante, com tendência cúbica. A dose de 5 mL foi um ponto mais baixo da equação e a dose de 10 mL proporcionou maiores acúmulos desse metabólito com 0,25 μmol g<sup>-1</sup> MF.

Apesar das condições de estudo serem controladas, as cultivares abertas apresentaram comportamento em relação à germinação e vigor melhor do que o híbrido (Tellus), quando submetidas ao tratamento com bioestimulante. Disso, pode-se reforçar ao produtor que opte por cultivares adaptadas às regiões de plantio, pois, no caso de híbridos, estes necessitam de condições ainda mais específicas, segundo as características da região para a qual foram desenvolvidos.

As plântulas das cultivares Alvorada e Tropical resultaram em melhores características de vigor, porém esta última obteve menor teor de aminoácidos totais (Figura 3B). A cultivar Tropical, apesar do vigor menor que as demais, o comprimento de 8 cm é em média 25%

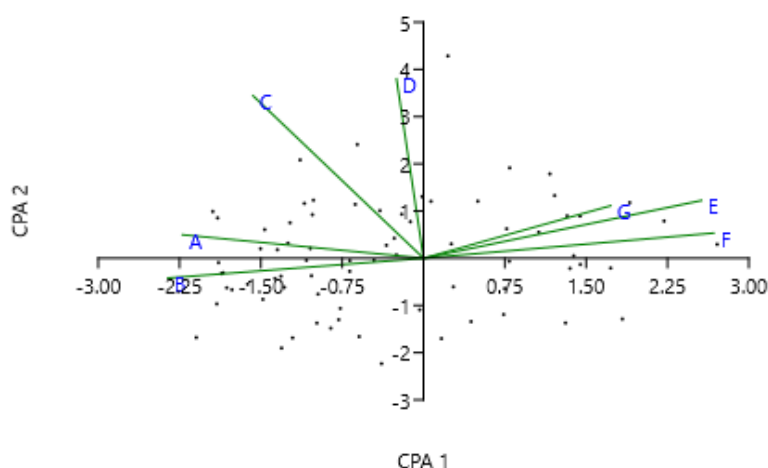


menor que as plântulas tratadas com 10 e 15 mL de bioestimulante. Logo, o estimulante é uma opção que o produtor poderá utilizar associado às sementes de um material genético de menor vigor. Além disso, devem-se considerar os efeitos favoráveis dos tratamentos de sementes (CAMPEOL et al., 2020), mesmo naquelas com menor qualidade fisiológica (PEREIRA et al., 2008). A aplicação de reguladores de crescimento, micronutrientes e aminoácidos em plantas permite que estas expressem seu potencial de produção de forma mais pronunciada devido ao papel de ativador metabólico desses produtos (PEREIRA et al., 2020).

Assim, a utilização de dosagens de bioestimulante na germinação de sementes de cenoura pode estimular a expressão do vigor, como verificado nos resultados obtidos neste estudo. Contudo, cada material genético (cultivar) apresenta sua especificidade quanto à dose do bioestimulante que terá maior benefício à germinação e ao desenvolvimento inicial (GUIRRA et al., 2020). Essa relação entre a dosagem e os efeitos para cada cultivar pode estar associada ao equilíbrio hormonal durante os processos metabólicos envolvidos na fase germinativa.

As variáveis fisiológicas de germinação e primeira contagem foram agrupadas na mesma região, demonstrando que o vigor terá implicações na germinação da espécie, por isso são complementares (Figura 4).

Figura 4. Análise de componentes principais de cultivares de cenoura (A. Germinação, B. Primeira contagem, C. Comprimento de plântulas, D. Massa seca de plântulas, E Açúcares solúveis totais, F. Aminoácidos totais e G. Prolina).



Enquanto a variável de massa seca de plântula relaciona-se igualmente com o desenvolvimento inicial e com a variável comprimento de plântula. Quanto as variáveis bioquímicas, a análise dos componentes principais aponta como os metabólitos estão correlacionados. Com isso, pode-se entender que, pelo fato de as sementes já possuírem reservas nutritivas para seu desenvolvimento, é muito provável que somente aquelas menos vigorosas dependam de tais estímulos exógenos para realizarem crescimento e desenvolvimento vegetal.



## CONCLUSÃO

A aplicação de bioestimulante nas concentrações mais altas (10 e 15 ml L<sup>-1</sup>) promoveu maior germinação e qualidade de plântulas (cv. Tropical). Na cultivar Alvorada, a concentração de 5 ml L<sup>-1</sup> foi o suficiente para incremento de metabólitos.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo apoio financeiro na realização do trabalho. À empresa Isla Sementes Ltda. pela doação das sementes de cenoura.

## REFERÊNCIAS

- AFIFI, M; LEE, E; LUKENS, L; SWANTON, C. 2015. Thiamethoxam as a seed treatment alters the physiological response of maize (*Zea mays*) seedlings to neighbouring weeds. *Pest Management Science*. 71(4) 505-514. <https://doi.org/10.1002/ps.3789>
- ALMEIDA, AS; LAUXEN, LR; CALAZANS, AFS; HARTER, LH; CEOLIN, BC; ROSA, GF; TUNES, LVM; VILLELA, FA. 2020. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila de plântulas originadas de sementes tratadas com Tiametoxam. *Brazilian Journal of Development*, 6(6) 40804-40812. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-572>
- APARECIDO, LEO; MORAES, AF; OLIVEIRA, VS; MARCONDES, RH; SOUZA, IT. 2016. Métodos alternativos de maximização da emergência de sementes de Beterraba. *Revista Agrogeoambiental*. 8(3) 61-67. <https://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v8n32016816>
- BATES, LS; WALDREN, RP; TEARE, ID. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39(1) 205-207. <https://doi.org/10.1007/BF00018060>
- BRASIL. 2019. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). *Instrução normativa N° 42, de 17 de setembro de 2019*. (Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN42de17desetembrode2019OlercolasCondimentaresMedicinaiseAromaticas.pdf>) 19-08-2022
- BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA, 395p. (Disponível em [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_sementes.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf)) 18-08-2022
- BRAUN, H; LOPES, JC; SOUZA, LT; SCHMILDT, ER; CAVATTE, RPQ; CAVATTE, PC. 2010. Germinação in vitro de sementes de beterraba tratadas com ácido giberélico em diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(3) 539-545. (Disponível em <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744097002.pdf>) 18-08-2022



- CAETANO, EJM. Alocação de fitomassa em meloeiro sob a aplicação de bioestimulante e número de frutas / Edmilson Júnio Medeiros Caetano – Pombal, 2020. (Disponível em <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/11022>) 18-08-2022
- CAMPEOL, D; PRIMIERI, C; WEBER, T. 2020. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com nutrientes e bioestimulante. *Revista Cultivando o Saber*, 13(4) 85-91. (Disponível em <http://177.53.200.37/index.php/cultivando/article/view/1022/948>) 19-11-2021
- CARMO, MAP; CARVALHO, MLM; SANTOS, HO; ROCHA, DK; OLIVEIRA, JA; SOUZA, VF; GUARALDO, MMS; MESQUITA, CAM. 2021. Bioestimulantes aplicados em sementes e plantas de milho doces sob condições de estresse abiótico. *Brazilian Journal of Development*, 7(3) 31727-31741. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-747>
- Deuner, C; Almeida, A; Borges, C; Meneghello, GE; Villela, F. 2014. Desempenho fisiológico de sementes de alface tratadas com tiametoxam. *Enciclopédia Biosfera*, 10(18) 1173-1182. (Disponível em <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/desempenho%20fisiologico%20de.pdf>) 18-08-2022
- FAO. 2018. *Dia Mundial da Alimentação: nossas ações são o nosso futuro*. José Graziano da Silva/ Diretor Geral da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). (Disponível em <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1157873/>) 24-06-2021
- FERREIRA, DF. 2019. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529-535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- GUIRRA, KS; TORRES, SB; Leite, MS; Guirra, BS; Nogueira Neto, FA; Rêgo, ALB. 2020. Phytohormones on the germination and initial growth of pumpkin seedlings under different types of water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24(12) 827-833. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n12p827-833>
- HAMMER, O; HARPER, DAT; RYAN, PD. 2001. PAST: Pacote de software de estatística paleontológica para educação e análise de dados. *Paleontologia Eletrônica*, 4(1) 1-9. (Disponível em [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)) 20-11-2021
- HAMMOUDA, IBIB; SLEIMI, N. 2017. Effect of Priming on Seed Germination of Cucurbita Pepo under Copper Stress. *American Journal of Life Science Researches*, 5(3), 118-125. (Disponível em <https://www.diili.org/ojs-2.4.6/index.php/ajlsr/article/view/188/165>) 11-12-2021
- KIST, BB; CARVALHO, C; BELING, RR. 2021. Anuário brasileiro de hort&fruti 2021. In R. R. Beling (Ed.). Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta Santa Cruz. Cenoura, 23-24. (Disponível em [https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2021/04/HORTIFRUTI\\_2021.pdf](https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2021/04/HORTIFRUTI_2021.pdf)) 08-12-2021
- NAKAGAWA, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanoski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: *Abrates*, 2.1-2.24. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000200012>



- OHSE, S; MELLO, WM; SANTOS, JO. 2021. Vigor de sementes de milho tratadas com bioestimulantes. *Visão Acadêmica*, 22(1) 4-19. <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v22i1.78887>
- Oliveira, FA; Oliveira, JM; Souza Neta, ML; Oliveira, MKT; Alves, RC. 2017. Substrato e bioestimulante na produção de mudas de maxixeiro. *Horticultura Brasileira*, 35(1) 141-146. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620170122>
- OLIVEIRA, FDAD; MEDEIROS, JFD; OLIVEIRA, MK; SOUZA, AA; FERREIRA, JA; SOUZA, MS. 2013. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(5) 465-471. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000500001>
- ORAFÁ, NP; SAMUEL, OB; & DAAGEMA, AA (2021). Avaliação da qualidade de misturas de farinha de inhame (*Dioscorea rotundata*) e cenoura (*Daucus carota* L.) para produção de massas duras e biscoitos. *Asian Food Science Journal*, 20 (3) 18-29. <https://doi.org/10.9734/afsj/2021/v20i330275>
- PEREIRA, IS. 2020. Respostas fisiológicas em plantas de soja a atenuadores de estresse. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba. (Disponível em <https://doi:10.11606/D.11.2020.tde-19112020-185553>) 08-03-2021
- PEREIRA, MD; DIAS, DCFDS; DIAS, LADS; ARAÚJO, EF. 2008. Germinação e vigor de sementes de cenoura osmocondicionadas em papel umedecido e solução aerada. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 137-145. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000200017>
- PEREIRA, RC; PEREIRA, LC; BRACCINI, AL; SILVA, BG; PELLOSO, MF; CORREIA, LV; GONZAGA, DER; CRUZ, RMS; COPPO, C; RIZZO, NM; BORGES, YM. 2021. Potencial fisiológico de sementes de soja submetidas ao tratamento industrial com bioestimulante antes e após armazenamento. *Brazilian Journal of Development*, 7(4) 40078-40093. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-461>
- PESSOA, HBSV. 2008. Plantio: cenoura (*Daucus carota* L.). Embrapa Hortaliças. Sistemas de Produção, 5, ISSN 1678-880X. Versão Eletrônica.
- PIEREZAN, L; SCALON, SPQ; PEREIRA, ZV. 2012. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. *Cerne*, 18(1) 127-133. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000100015>
- ROMAGNA, IS; JUNGES, E; KARSBURG, P; PINTO, SDQ. 2019. Bioestimulantes em sementes de olerícolas submetidos a testes de germinação e vigor. *Scientia Plena*, 15(10). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2019.100201>
- SOARES, MBB. 2012. Efeito da pré-embebição de sementes de alface em solução bioestimulante. *Biotemas*, 25(2) 17-23. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n2p17>
- STOLLER. STIMULATE®. Regulador de crescimento vegetal, cujos ingredientes ativos ocorrem naturalmente na planta: cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol-3-ilbutírico. (Disponível em <https://www.stoller.com.br/solucoes/fisiologicos/stimulate/bula-stimulate/>) 15-11-2021
- TAIZ, L; ZEIGER, E; MØLLER, IM; MURPHY, A. 2017. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed Editora, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 888p.



TONIN, RFB; LUCCA-FILHO, OA; LABBE, LMB; ROSSETTO, M. 2014. Potencial fisiológico de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas e armazenadas em duas condições de ambiente. *Scientia Agropecuária*, 5(1) 7-16.

<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.01.01>

VENDRUSCOLO, E; SOUZA, E; LIMA, S; SANTOS, O. 2018. Resposta do algodoeiro a diferentes doses de bioestimulante aplicado via semente. *Agrarian*, 11(39) 32-41. (Disponível em <https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i39.3574>) 01-04-2020

VIEIRA, LC; LUCAS, DC; SILVA, BPM; BEDIN, F; SILVA, VN. 2021. Vigor de sementes de cenoura recobertas com bioestimulante de *Solieria filiformis*. In: *Colloquium Agrariae*, 17(1) 93-103. (Disponível em <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/3538>) 19-08-2022

YEMM, EW; COCKING, EC. 1955. The determination of amino-acids with ninhydrin. *Analyst*, 80(948) 209-214. (Disponível em <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/1955/an/an9558000209/unauth>) 19-11-2021

YEMM, EW; WILLIS, AJ. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal*, 57(3) 508-514. <https://doi.org/10.19084/RCA16151>