

# Aplicação de bioestimulante proporciona melhoria no cultivo da beterraba (*Beta vulgaris* L.)

## Application of the biostimulant provides improvement in beet cultivation (*Beta vulgaris* L.)

Gean C. Monteiro<sup>1,\*</sup>, Mônica B. da Silva<sup>1</sup>, Luan F. O. S. Rodrigues<sup>1</sup>, Luís F. Baldini<sup>1</sup>, Ewerton G. da Silva<sup>2</sup>, William H. S. Takata<sup>3</sup>, Giuseppina P. P. Lima<sup>4</sup> e Romy Goto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Horticultura, Botucatu-SP, CEP: 18610-307, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Uruçuí-PI, CEP: 64860-000, Brasil

<sup>3</sup>Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente-SP, CEP - 19067-175, Brasil

<sup>4</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Química e Bioquímica, Botucatu-SP, CEP 18618-693, Brasil

(\*E-mail: gean.monteiro@yahoo.com.br)

<https://doi.org/10.19084/rca.17477>

Recebido/received: 2019.03.17

Aceite/accepted: 2019.10.29

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da concentração e momento de aplicação do bioestimulante na melhoria do cultivo da beterraba. O trabalho apresenta dois experimentos, buscando adequar momento e dose de aplicação. O primeiro experimento foi realizado com o híbrido Kestrel<sup>®</sup>, aplicando-se cinco doses (0; 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4%) em diferentes fases de crescimento (2<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> folha definitiva, crescimento vegetativo e diferenciação do hipocótilo). O segundo experimento foi realizado buscando diminuir as aplicações, utilizando a variedade Early Wonder<sup>®</sup>, aplicando-se quatro doses (0; 0,1; 0,2 e 0,3%) no período que a planta apresentava 3 folhas definitivas e 7 dias antes do transplante. Delineamento experimental para ambos experimentos foi blocos ao acaso, com quatro repetições. Avaliou-se as características número de folhas, área foliar, comprimento da folha, comprimento e diâmetro da raiz tuberosa, produção, produtividade e físico-químicas. A aplicação de bioestimulante apresenta influência nas diferentes fases de crescimento da beterraba. Doses entre 0,1 a 0,3% aplicadas em três fases de crescimento (2<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> folha definitiva + crescimento vegetativo + diferenciação do hipocótilo) melhora as características de produtividade (+24,87%). Aplicação em fase de muda (7 dias antes do transplante) com concentração entre 0,3%, pode ser uma alternativa em propriedades sem implementos agrícolas.

**Palavras-chave:** Stimulate<sup>®</sup>, hormônio vegetal, cinetina, ácido giberélico, ácido 4-indol-3-ibutírico.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of the concentration and timing of application of the biostimulant on the improvement of beet cultivation. The work presents two experiments, seeking to adjust moment and dose of application. The first experiment was performed with the hybrid Kestrel<sup>®</sup>, applying five doses (0; 0.1; 0.2; 0.3 and 0.4%) in different growth stages (2<sup>nd</sup> to 3<sup>rd</sup> permanent leaf, vegetative growth and hypocotyl differentiation). The second experiment was performed aiming to reduce the applications, using the variety Early Wonder<sup>®</sup>, applying four doses (0; 0.1; 0.2 and 0.3%) in the period that the plant had 3 permanent leaves and 7 days before transplantation. Experimental design for both experiments was randomized blocks with four replications. Leaf number, leaf area, leaf length, length and diameter of tuberous root, productivity, yield and physicochemical were evaluated. The application of biostimulant influences the different stages of beet growth. Doses ranging from 0.1 to 0.3% applied in three growth stages (2<sup>nd</sup> to 3<sup>rd</sup> definitive leaf + vegetative growth + hypocotyl differentiation) improve yield characteristics (+24.87%). Application in molting phase (7 days before transplantation) with a concentration between 0.3% can be an alternative in properties without agricultural implements.

**Keywords:** Stimulate<sup>®</sup>, plant hormone, kinetin, gibberellic acid, 4-indole-3-ibutyric acid.

## INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil (Tivelli *et al.*, 2011). A cultura se destaca na sua qualidade nutricional, principalmente em vitaminas do complexo B e minerais, como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco, além de antioxidantes, como betalaína (Kanner *et al.*, 2001).

Segundo o Instituto de Economia Agrícola, somente o estado de São Paulo em 2016 produziu 214.031 toneladas (t) de beterraba em 6.490 hectares, apresentando produtividade média de 32,98 t ha<sup>-1</sup> (IEA, 2017). Essa cultura, como qualquer outra cultura agrícola, é muito prejudicada por fatores ecológicos, que, direta ou indiretamente, podem influenciar a produtividade e qualidade final do produto, devido ao menor desenvolvimento vegetal (Guerra *et al.*, 2016).

Pensando nisso, a utilização de técnicas de manejo diferenciadas na produção de culturas hortícolas pode resultar em aumento da competitividade no mercado. Entretanto técnicas alternativas de produção e manejo, como produtos promotores do crescimento e desenvolvimento vegetal são algumas das soluções. Segundo Palangana *et al.* (2012), a aplicação de bioestimulantes vem sendo utilizada como uma técnica eficiente, visando melhorar qualidade e produtividade.

O bioestimulante ou estimulante vegetal é a mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou/e de outras substâncias, que quando ao usar mínimas quantidades fazem que a planta estimule a divisão e alongamento celular, contribuindo no desenvolvimento vegetal e defesa (Dantas *et al.*, 2012; Taiz e Zeiger, 2013; Sharma *et al.*, 2014). Existem no mercado vários tipos de bioestimulantes com determinadas funções e, conforme os reguladores que a compõem, quantidade e devidas proporções entre essas substâncias, podem incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, estimulando a fotossíntese, absorção de água e de nutrientes, como já observado em várias culturas (Albrecht *et al.*, 2009; Repke *et al.*, 2009; Bertolin *et al.*, 2010; Palangana *et al.*, 2012; Machado *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2014; Elli *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2016; Bossolani *et al.*, 2017; De Souza Neta *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2019; Verotti *et al.*, 2019).

Os reguladores vegetais também são responsáveis pelo direcionamento e produção de substâncias nas plantas (Taiz e Zeiger, 2013). Acarretando assim, mudanças nos processos estruturais e funcionais, podendo resultar em aumento de produção, melhorias de qualidade e facilidades na colheita do produto (Cato *et al.*, 2013; Ramos *et al.*, 2013; Khan *et al.*, 2016; Sousa *et al.*, 2018).

Outro aspecto na utilização dos bioestimulantes é que promovem às plantas, maior tolerância a fatores de estresse, possibilitando atingir seu máximo potencial genético e desta forma aumentar a produtividade com qualidade (Dantas *et al.*, 2012; Ramos *et al.*, 2013; Sousa *et al.*, 2018; Verotti *et al.*, 2019). Isso ocorre devido ao estímulo causado pelos reguladores vegetais, como aumento na atividade metabólica das plantas (Taiz e Zeiger, 2013; Khan *et al.*, 2016).

Na literatura, somente se encontra a aplicação de ácido giberélico na semente em beterraba sacarina, com melhorias no crescimento, características histológicas e fisiológicas (Azab, 2018). Assim, ainda há necessidade de pesquisas em relação a aplicação a campo e de combinações dos reguladores vegetais na beterraba (sacarina e não sacarina), como é o caso do nosso bioestimulante (cinetina + ácido giberélico + ácido 4-indol-3-ibutírico). Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da concentração e momento de aplicação do bioestimulante na melhoria do cultivo da beterraba.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Sítio Janeiro, localizado no município de Pardinho-SP com latitude 23° 04' 51" Sul, longitude 48° 22' 26" Oeste e altitude média de 900 m, nos períodos de 18/10/2011 a 20/01/2012 e 06/05 a 19/08 de 2016. O local apresenta clima mesotérmico subtropical úmido com estiagem na época de inverno (Peel *et al.*, 2007) e solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo (Santos *et al.*, 2013).

Utilizou-se um híbrido comercial de beterraba Kestrel® (SAKATA) em 2011/2012 e a cultivar Early Wonder® (HORTICERES) em 2016. O espaçamento utilizado foi de 15x20 cm (333.333 plantas ha<sup>-1</sup>), com quatro linhas de 10 plantas (40 plantas por parcela), sendo utilizadas dez plantas centrais de

cada parcela para avaliação. As mudas foram produzidas em bandejas de plásticos de 288 células, transplantadas com 4 folhas definitivas e cultivadas em sistema convencional de produção. A adubação utilizada seguiu as recomendações para cultura da beterraba (Tivelli *et al.*, 2011). O sistema de irrigação foi por aspersão, realizada conforme a necessidade da cultura (aproximadamente 7 mm dia<sup>-1</sup>).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 10 tratamentos no primeiro experimento e 9 tratamentos no segundo experimento, com quatro repetições. Os tratamentos (formas de aplicação) estão apresentados no Quadro 1 e 2. O Stimulate® é composto pelos seguintes ingredientes ativos: 0,09 g L<sup>-1</sup> de cinetina, 0,05 g L<sup>-1</sup> de ácido giberélico e 0,05 g L<sup>-1</sup> de ácido 4-indol-3-butírico (produto comercializado pela Stoller do Brasil Ltda.).

A colheita do primeiro experimento foi realizada no dia 20/01/2012 (95 dias) e do segundo no dia 19/08/2016 (105 dias). Avaliou-se número de folhas (un), contando-se todas as folhas presentes;

área foliar (cm<sup>2</sup>), usando um LI-3100C Area Meter (primeiro experimento); comprimento da folha (segundo experimento), comprimento e diâmetro da raiz tuberosa (cm), medidos com o auxílio de uma régua graduada; produção (g planta<sup>-1</sup>), utilizando a massa fresca de 10 raízes tuberosas e produtividade, calculando-se a produção por área (t ha<sup>-1</sup>). No primeiro experimento foi realizado as análises físico-químicas sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), açúcar redutor total (ART), açúcar não redutor (ANR), açúcar redutor (AR) e *ratio* (SS/AT), realizadas de acordo com as recomendações analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Todas avaliações foram realizadas com quatro repetições.

Os experimentos foram analisados separadamente. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), para os que apresentaram diferença significativa pelo teste F, foi realizado teste de média Tukey, utilizando o *software* SISVAR (Ferreira, 2011). Todas as análises estatísticas foram realizadas a 5% de probabilidade (p≤0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aumento no desenvolvimento das raízes tuberosas foram observados nas plantas tratadas com o bioestimulante que contém cinetina (citocinina), ácido giberélico (giberelina) e ácido 4-indol-3-butírico (auxina), atribuído as características de produtividade da beterraba. Esses reguladores vegetais apresentam diversificadas funções nas plantas, onde resumidamente, as giberelinas promovem o crescimento e divisão celular, as auxinas o alongamento celular e as citocininas regulam a divisão celular (Taiz e Zeiger, 2013). No entanto, a quantidade adequada promove sinergismo entre os reguladores de crescimento, podendo proporcionar o desenvolvimento desejado nas plantas (Cato *et al.*, 2013).

De acordo com os resultados do teste F da análise de variância para o primeiro experimento, verificou-se efeito significativo em função da concentração utilizada e momento de aplicação de Stimulate® para diâmetro da raiz, produção e produtividade, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para os parâmetros área foliar, número de folhas, comprimento de raiz

**Quadro 1** - Tratamentos aplicados no primeiro experimento

Tratamento	Produto	Dosagem	Aplicações	Fase vegetativa
1-C <sup>a</sup>	Água	-	-	-
1-D1	Stimulate®	0,10%	2	(Crescimento vegetativo) + (Diferenciação do hipocótilo)
1-D2	Stimulate®	0,20%		
1-D3	Stimulate®	0,30%		
1-D4	Stimulate®	0,40%		
1-D5	Stimulate®	0,10%	3	(2 <sup>a</sup> a 3 <sup>a</sup> folha definitiva) + (Crescimento vegetativo) + (Diferenciação do hipocótilo)
1-D6	Stimulate®	0,20%		
1-D7	Stimulate®	0,30%		
1-D8	Stimulate®	0,40%		

<sup>a</sup> Tratamento controle.

**Quadro 2** - Tratamentos aplicados no segundo experimento

Tratamento	Produto	Dosagem	Aplicações	Fase vegetativa
2-C <sup>a</sup>	Água	-	-	-
2-D1	Stimulate®	0,10%	1	(3 folhas definitivas)
2-D2	Stimulate®	0,20%		
2-D3	Stimulate®	0,30%		
2-D4	Stimulate®	0,10%	2	(3 folhas definitivas) + (7 dias antes do transplante)
2-D5	Stimulate®	0,20%		
2-D6	Stimulate®	0,30%		
2-D7	Stimulate®	0,10%		
2-D8	Stimulate®	0,20%	1	(7 dias antes do transplante)
2-D9	Stimulate®	0,30%		

<sup>a</sup> Tratamento controle

e para as características físico-químicas avaliadas (SS - 8,43 ± 0,47 °Brix; AT - 0,06 ± 0,003 g ácido oxálico 100g<sup>-1</sup> de beterraba; pH - 6,07 ± 0,038; ART - 3,17 ± 0,26%; ANR - 2,69 ± 0,24%; AR - 0,19 ± 0,02%; e SS/AT - 135,61 ± 8,15, em média). Os resultados encontrados para as características físico-químicas são semelhantes aos de Ramos *et al.* (2016), trabalhando com a beterraba *in natura*, com diferentes tipos de corte e métodos de cocção.

Verificou-se que, relativamente às características: diâmetro da raiz, produção e conseqüentemente para produtividade, a dose de 0,2% de Stimulate® (1-D6) aplicado em três fases vegetativas obteve o melhor resultado, aumentando em cerca de 26,67%, a produtividade da cultura, seguido por 0,1% de Stimulate® (1-D5) com 25,87% de acréscimo na produtividade, em relação ao controle (1-C) (Quadro 3), sendo que as doses ótimas estimadas para duas (0,2%) ou três (0,19%) aplicações ficaram de 0,2%. Porém, nota-se que quando se aplicam doses de 0,4% de Stimulate® (1-D4) nas duas fases vegetativas mais avançadas, se registra menor desenvolvimento da raiz e conseqüente diminuição na produtividade (-14,09%), e a dose 0,3% Stimulate® (1-D3) destacou-se nesse manejo de aplicação (17,47%), em relação ao controle (Quadro 3).

Resultado positivo também já foi encontrado em beterraba sacarina, aplicando ácido giberélico na semente no combate ao estresse hídrico, obtendo aumento nos parâmetros de crescimento, pigmentos fotossintéticos, caracteres anatômicos e de produtividade (Azab, 2018). Sousa *et al.* (2018), trabalhando com a aplicação do mesmo produto em *Solanum lycopersicum*, observou aumento no peso do fruto e conseqüentemente, a produtividade. Khan *et al.* (2016), aplicando ácido giberélico e cinetina em *Oryza sativa*, além de encontrar maior produtividade, notou diminuição do estresse hídrico pela acumulação de prolina e proteínas solúveis na planta.

As giberelinas, auxinas e citocininas, hormônios naturalmente encontrados nas plantas, presente nesse produto, atuam na divisão celular, no alongamento celular, na dormência e desenvolvimento de gemas, regula algumas transcrições das plantas, no aumento dos tecidos meristemáticos, transporte de nutrientes, ativação e mobilização de proteínas ou sinalizadores, senescência foliar, extrusão de

**Quadro 3** - Efeito da aplicação do Stimulate® nas características de produção avaliadas no híbrido Kestrel®

Tratamentos	Variável		
	Diâmetro da Raiz (cm)	Produção (g planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )
1-C	6,99 ab	152,48 bcd	50,83 bcd
1-D1	6,84 ab	146,42 cd	48,81 cd
1-D2	7,28 ab	157,11 abcd	52,37 abcd
1-D3	7,50 a	184,78 abc	61,59 abc
1-D4	6,43 b	131,00 d	43,67 d
1-D5	7,72 a	205,70 ab	68,57 ab
1-D6	7,61 a	207,95 a	69,32 a
1-D7	7,40 a	183,51 abcd	61,17 abcd
1-D8	7,05 ab	152,82 bcd	50,94 bcd
CV%	5,47	13,17	13,17
Média	7,20	169,09	56,36
	Variável	Média	CV%
	Área foliar (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	623,61	25,68
	Número de folhas (Un)	10,16	14,19
	Comprimento de raiz (cm)	8,20	6,43

prótons, fototropismo, regulação de dominância apical, iniciação e determinação do sexo das flores, formação e desenvolvimento das sementes, entre outras, desempenhando esse papel diretamente e indiretamente dentro da planta, promovendo inibição ou crescimento dos caules, raízes, folhas e frutos (Taiz e Zeiger, 2013; Sharma *et al.*, 2014; Verrotti *et al.*, 2019).

As aplicações dessas substâncias são realizadas de diversas formas, momentos (antes do plantio, em fase de muda, crescimento, florescimento e frutificação) e partes da planta (folhas, frutos e sementes), na busca principalmente de maiores produtividades. Contudo, essa atribuição está interligada a mudanças fisiológicas na germinação das sementes, no vigor das mudas, no crescimento e desenvolvimento vegetal, como observado em diversas culturas na literatura com a utilização de Stimulate®: *Lactuca sativa* (Repke *et al.*, 2009), *Gossypium hirsutum* (Albrecht *et al.*, 2009), *Glycine max* (Bertolin *et al.*, 2010), *Capsicum annuum* (Palangana *et al.*, 2012), *Calendula officinalis* (Machado *et al.*, 2014), *Oryza sativa* (Elli *et al.*, 2016), *Zea mays* (Oliveira *et al.*, 2016), *Phaseolus vulgaris* (Bossolani *et al.*, 2017).

Neste sentido, combinações de hormônios vegetais podem levar a um maior desenvolvimento do

vegetal, principalmente para partes de acúmulo e/ou crescimento, como é o caso da raiz tuberosa da beterraba. Alguns trabalhos, vêm observando aumento no desenvolvimento das raízes com a aplicação desses reguladores vegetais (Cato *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2019). Fato que ocorre por esses hormônios estarem interligados com a divisão e alongamento celular, além proporcionar aumento de clorofila, entre outras substâncias, ligadas a fotossíntese das plantas (Taiz e Zeiger, 2013; Souza *et al.*, 2019; Verotti *et al.*, 2019).

O segundo experimento foi realizado conforme os resultados encontrados. Notou-se que doses acima de 0,3% não apresentaram valores crescentes e que a aplicação somente no campo talvez não seria a melhor forma e momento, entretanto, foi observado que quando houve a aplicação do produto em fase de muda (2ª e 3ª folha) obteve-se os melhores resultados. Com isso, realizou-se o segundo experimento em função da aplicação de Stimulate® somente na fase de muda, com concentração entre 0 a 0,3%, utilizando a cultivar Early Wonder® em estação mais amena de temperatura (outono/inverno).

De acordo com os resultados do teste F da análise de variância, verificou-se efeito significativo das doses de Stimulate® para comprimento e diâmetro da raiz, produção e produtividade. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o número e comprimento das folhas (Quadro 4).

As características físico-químicas por não ter apresentado diferença significativa no primeiro experimento, não foram realizadas. Conforme Ramos *et al.* (2013) e Sousa *et al.* (2018), trabalhando com *Solanum lycopersicum* com aplicações do mesmo bioestimulante (cinetina + ácido giberélico + ácido 4-indol-3-ibutírico), não encontraram interferência nas características físico-químicas, justificando que, os fatores de adubação, temperatura, irrigação e características genéticas são os fatores de maior influência dessas variáveis. Onde, aplicações equilibradas ou distantes do período de colheita passam há diminuir a influência sobre essas características.

Verificou-se que, para as características: diâmetro da raiz, produção e conseqüentemente para produtividade, a dose de 0,3% de Stimulate® aplicado aos 7 dias antes do transplante (2-D9) proporcionou

um incremento de 12,90%, em relação ao controle (2-C) na produtividade (Quadro 4). Conforme Taiz e Zeiger (2013), as giberelinas são as responsáveis por regular (acelerar ou retardar) a passagem da fase juvenil para adulta nas plantas, momento em que ocorre o alongamento celular (auxina) e a divisão celular (citocinina) mais pronunciada. Onde, a ação sinérgica entre essas substâncias são o fator primordial para formação das raízes em comprimento e largura.

Porém, esse estímulo com aplicação do produto (Stimulate®) não foi encontrado no tratamento 2-D6 (0,3% Stimulate® aplicados em dois momentos), que contém a mesma percentagem do produto, ao qual não diferenciou do controle. Possivelmente, o momento e/ou duplicação da aplicação ocasionou um excesso do produto na fase de muda.

Aplicação de bioestimulantes em períodos inadequados podem induzir o crescimento vegetativo em excesso, os quais podem causar um desbalanço hormonal nas plantas, direcionar os nutrientes e fotoassimilados para partes da planta indesejáveis ou até mesmo agir de forma inversa, inibindo o crescimento vegetativo (Taiz e Zeiger, 2013; Santos *et al.*, 2014; Izidório *et al.*, 2015).

Entretanto, também pode-se notar que o momento da aplicação do produto e concentração apresenta efeito positivo no desenvolvimento das raízes tuberosas, observando que a concentração de 0,3% somente uma vez com 3 folhas (2-D3), 0,2% aplicados em dois momentos (2-D5) e 0,2% aplicado aos 7 dias antes do transplante (2-D8), proporcionaram um incremento de 3,06%, 5,19% e 6,66% na produtividade, conseqüentemente, em relação ao controle (sem aplicação), mas não apresentando diferença significativa.

O uso de bioestimulantes durante as fases iniciais de desenvolvimento da planta promove o crescimento radicular, possibilita maior resposta a estresses e aumenta a resistência a insetos, pragas, fitopatógenos e nematoides, promovendo rápido estabelecimento e uniformidade entre plantas, atribuído principalmente a maior absorção de nutrientes (Dantas *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2016).

A aplicação de Stimulate® aos 7 dias antes do transplante das mudas, com doses a acima de 0,2%

**Quadro 4** - Efeito da aplicação do Stimulate® nas características de produção avaliadas na cultivar Early Wonder®

Tratamentos	Variável			
	Comprimento de raiz (cm)	Diâmetro da raiz (cm)	Produção (g planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )
2-C	7,58 ab	8,42 abc	291,19 bc	97,06 bc
2-D1	7,52 ab	8,51 abc	282,31 bc	94,10 bc
2-D2	7,22 ab	8,38 abc	281,07 bc	93,69 bc
2-D3	7,30 ab	8,42 abc	300,35 ab	100,12 ab
2-D4	7,13 b	8,25 bc	281,78 bc	93,93 bc
2-D5	7,53 ab	8,70 ab	307,11 ab	102,37 ab
2-D6	7,19 b	7,90 c	255,94 c	85,31 c
2-D7	7,10 b	8,53 abc	273,20 bc	91,07 bc
2-D8	7,65 ab	8,53 abc	311,93 ab	103,98 ab
2-D9	7,80 a	9,09 a	334,33 a	111,44 a
CV%	3,38	3,85	5,84	5,84
Média	7,40	8,47	291,92	97,31
	Variável		Média	CV%
	Comprimento da folha (cm)		31,64	7,64
	Número de folhas (Un)		20,28	5,90

e em torno de 0,3%, são as mais recomendadas em aplicações realizadas em fase de muda, acarretando num maior desenvolvimento da parte comercial da planta (raiz tuberosa) e conseqüentemente maior produtividade, gerando lucro para o produtor rural com a diminuição no custo de aplicação.

Outros trabalhos na literatura notaram que a aplicação de reguladores vegetais pode proporcionar aumento no desenvolvimento e produtividade. Estes aumentos aconteceram quando foram aplicados nas sementes, mudas, na fase de crescimento e florescimento, em diversas culturas: *Cucumis anguria*, *Ficus carica*, *Solanum lycopersicum*, *Lactuca sativa*, *Gossypium hirsutum*, *Glycine max*, *Oryza sativa*, *Zea mays* e *Phaseolus vulgaris* (Albrecht *et al.*, 2009; Repke *et al.*, 2009; Bertolin *et al.*, 2010; Cato *et al.*, 2013;

Elli *et al.*, 2016; Khan *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2016; Bossolani *et al.*, 2017; Sousa *et al.*, 2018; De Souza Neta *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2019). Esses autores, encontraram aumentos de até 78% nessas culturas estudadas. Em nosso estudo, ganhos de 26,67% (primeiro experimento) e 12,90% (segundo experimento) foram encontrados, mostrando que aplicações de bioestimulante proporcionam incremento na produtividade.

## CONCLUSÕES

Na busca de encontrar na cultura da beterraba efeito sobre bioestimulantes, optou-se pela realização desse trabalho. Neste sentido, notou-se influência da aplicação do bioestimulante utilizado em diferentes fases de crescimento, contribuindo nas características de produtividade (comprimento e diâmetro da raiz, produção e produtividade). Aplicações realizadas em três fases vegetativas (2ª a 3ª folha definitiva + crescimento vegetativo + diferenciação do hipocótilo) com 0,2% de bioestimulante é a mais recomendada. No entanto, aplicação somente durante a fase de muda, usando a concentração de 0,3% de bioestimulante aplicado aos 7 dias antes do transplante das mudas, apresenta bons resultados. Futuros trabalhos necessitam estudar novas formulações, acompanhando efeitos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos dessas aplicações.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil), pela bolsa de pesquisa e apoio durante a execução do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albrecht, P.L.; Braccini, A.L.; Ávila, M.R.; Barbosa, M.C.; Ricci, T.T. & Albrecht Jr, A.P. (2009) - Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. *Scientia Agraria*, vol. 10, n. 3, p. 191-198. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v10i3.14474>
- Azab, E.S. (2018) - Seed Pre-soaking on Gibberellic Acid (GA3) Enhance Growth, Histological and Physiological Traits of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L) under Water Stress. *Egyptian Journal of Agronomy*, vol. 40, n. 2, 119-132. <http://dx.doi.org/10.21608/agro.2018.2944.1095>
- Bertolin, D.C.; de Sá, M.E.; Arf, O.; Furlani Junior, E.; Colombo, A.S. & Carvalho, F.L.B.M. (2010) - Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. *Bragantia*, vol. 69, n. 2, p. 339-347. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000200011>
- Bossolani, J.W.; de Sá, M.E.; Merloti, L.F.; Bettiol, J.V.T.; de Oliveira, G.R.F. & Pereira, D.S. (2017) - Bioestimulante vegetal associado a indutor de resistência nos componentes da produção de feijoeiro. *Revista Agro@ambiente On-line*, vol. 11, n. 4, p. 307-314. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i4.4094>
- Cato, S.C.; Macedo, W.R.; Peres, L.E.P. & Castro, P.R.C. (2013) - Sinergism among auxins, gibberellins and cytokinins in tomato cv. Micro-Tom. *Horticultura Brasileira*, vol. 31, n. 4, 549-553. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000400007>
- Dantas, A.C.V.L.; Queiroz, J.M.D.O.; Vieira, E.L. & Almeida, V.D.O. (2012) - Effect of gibberellic acid and the biostimulant stimulate® on the initial growth of tamarind. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 34, n. 1, p. 8-14. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000100004>
- De Souza Neta, M.L.; Torres, S.B.; de Oliveira, F.D.A.; Souza, A.A.; da Silva, D.D. & dos Santos, S.T. (2019) - Gherkin seedling production in saline environment based on seeds treated with biostimulant. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 42, n. 2, 410-417. <https://doi.org/10.19084/rca.17175>
- Elli, E.F.; Monteiro, G.C.; Kulczynski, S.M.; Caron, B.O. & de Souza, V.Q. (2016) - Potencial fisiológico de sementes de arroz tratadas com biorregulador vegetal. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 47, n. 2, p. 366-373. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20160043>
- Ferreira, D.F. (2011) - Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 35, n. 6, p. 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Guerra, N.; da Silva, É.S.B.; Tavares, A.M.; Carlet, A. & de Oliveira Neto, A.M. (2016) - Interferência de plantas daninhas na cultura da beterraba em semeadura direta e transplantada. *Revista Agro@ambiente On-line*, vol. 10, n. 3, p. 235-242. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3279>
- IAL (2008) - *Métodos químicos para análise de alimentos*. Normas do Instituto Adolfo Lutz. 1st ed. São Paulo, SP, IMESP.
- IEA (2017) - *Banco de Dados*. Instituto de Economia Agrícola. [http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)
- Izidório, T.H.C.; de Lima, S.F.; Vendruscolo, E.P.; de Ávila, J. & Alvarez, R.D.C.F. (2015) - Bioestimulante via foliar em alface após o transplantio das mudas. *Revista de Agricultura Neotropical*, vol. 2, n. 2, p. 49-56.
- Kanner, J.; Harel, S. & Granit, R. (2001) - Betalains a new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 49, n. 11, p. 5178-5185. <https://doi.org/10.1021/jf010456f>
- Khan, S.U.; Gurmani, A.R.; Qayyum, A.; Abbasi, K.S.; Liaquat, M. & Zahoor, A. (2016) - Exogenously applied gibberellic acid, indole acetic acid and kinetin as potential regulators of source-sink relationship, physiological and yield attributes in rice (*Oryza sativa*) genotypes under water deficit conditions. *International Journal of Agriculture and Biology*, vol. 18, n. 1, p. 139-145. <http://dx.doi.org/10.17957/IJAB/15.0078>
- Machado, V.P.D.O.; Pacheco, A.C. & Carvalho, M.E.A. (2014) - Effect of biostimulant application on production and flavonoid content of marigold (*Calendula officinalis* L.). *Revista Ceres*, vol. 61, n. 6, p. 983-988. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461060014>
- Oliveira, F.D.A.; de Medeiros, J.F.; da Cunha, R.C.; Souza, M.W.L. & Lima, L.A. (2016) - Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 47, n. 2, 307-315. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20160036>

- Palangana, F.C.; Silva, E.S.; Goto, R. & Ono, E.O. (2012) - Ação conjunta de citocinina, giberelina e auxina em pimentão enxertado e não enxertado sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, vol. 30, n. 4, p. 751-755. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000400031>
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. (2007) - Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 11, n. 2, p. 1633-1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Ramos, A.R.P.; Amaro, A.C.E.; Macedo, A.C.; de Assis Sugawara, G.S.; Evangelista, R.M.; Rodrigues, J.D. & Ono, E.O. (2013) - Qualidade de frutos de tomate 'giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 34, n. 6, p. 3543-3552. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3543>
- Ramos, J.A.; Vieites, R.L.; Daiuto, É.R.; Furlaneto, K.A. & de Mendonça, V.Z. (2016) - Modificação da composição físico química de beterrabas submetidas a diferentes tipos de corte e métodos de cocção. *Energia na Agricultura*, vol. 31, n. 1, p. 108-120. <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2016v31n1p108-120>
- Repke, R.A.; Velozo, M.R.; Domingues, M.C.S. & Rodrigues, J.D. (2009) - Efeitos da aplicação de reguladores vegetais na Cultura da alface (*Lactuca sativa*) crespa var. Verônica e Americana var. Lucy brow. *Revista Nucleus*, vol. 6, n. 2, p. 1-12.
- Santos, H.G. dos; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C. dos; Oliveira, V.A. de; Lumbreras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A. de; Cunha, T.J.F. & Oliveira, J.B. de (2013) - *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3ª ed. Brasília: Embrapa, 353 p.
- Santos, V.M.; de Melo, A.V.; Cardoso, D.P.; da Silva, Á.R.; Benício, L.P.F. & Ferreira, E.A. (2014) - Desenvolvimento de plantas de soja em função de bioestimulantes em condições de adubação fosfatada. *Bioscience Journal*, vol. 30, n. 4, p. 1087-1094.
- Sharma, H.S.; Fleming, C.; Selby, C.; Rao, J.R. & Martin, T. (2014) - Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, vol. 26, n. 1, p. 465-490. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9>
- Sousa, M.C.; Rodrigues, L.F.O.S.; da Silva, M.B.; Cruz, J.O.; Diamante, M.S.; Martins, B.N.M.; Simonetti, L.M. & Rodrigues, J.D. (2018) - Productive and qualitative performance of tomato plants as a function of the application of plant growth regulators and mineral nutrients. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 12, n. 2, p. 416-424. <http://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.7575>
- Souza, J.M.A.; Leonel, S.; de Souza Silva, M.; Ferreira, R.B.; Ferraz, R.A.; Modesto, J.H. & Tecchio, M.A. (2019) - Use of plant growth regulators in fig tree seedlings 'Roxo de Valinhos'. *Bioscience Journal*, vol. 35, n. 2, p. 441-449. <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n2a20198-41758>
- Verotti, T.P.; de Oliveira, C.G.; de Souza Parreiras, N.; Gonçalves, F.C.M.; Corrêa, C.V.; Ferreira, G.; Campos, F.G. & Boaro, C.S.F. (2019) - Vegetal regulators increase the quality of atemoya fruits and recover the photosynthetic metabolism of stressed plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 41, n. 9, p. 165. <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2960-4>
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2013) - *Fisiologia vegetal*. 5ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 918 p.
- Tivelli, S.W.; Factor, T.L.; Teramoto, J.R.S.; Fabri, E.G.; Moraes, A.D.; Trani, P.E. e May, A. (2011) - *Beterraba: do plantio à comercialização*. Campinas: Instituto Agrônomo, 45 p.