

Balço hormonal e produtividade de cafeeiro esqueletado com aplicaço de bioestimulante

Hormonal balance and productivity of “skeleton cut” pruning with biostimulating application

Verificaci3n hormonal y productividad de cafetal “con poda esquel3tica” con aplicaci3n de bioestimulante

Recebido: 09/03/2022 | Revisado: 16/03/2022 | Aceito: 25/03/2022 | Publicado: 04/04/2022

Carlos Emanuel de Melo Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8056-998X>

Universidade Jos3 do Ros3rio Vellano, Brasil

E-mail carlosetmanuel_10@hotmail.com

Tiago Teruel Rezende

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8389-2582>

Universidade Jos3 do Ros3rio Vellano, Brasil

E-mail tiago.rezende@unifenas.br

Adriano Bortolotti da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1316-8243>

Universidade Jos3 do Ros3rio Vellano, Brasil

E-mail adriano.silva@unifenas.br

Resumo

A utilizaço de podas, associadas à aplicaço de bioestimulantes, tem sido muito discutida no cen3rio atual. A adoço dessa t3cnica pode ser favor3vel para a cafeeicultura moderna. Apesar de se mostrar eficiente, ainda existem poucos estudos sobre essa associaço. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicaço de bioestimulante nos componentes de produço, no crescimento e na concentraço de fitorm3nio de cafeeiros submetidos à poda. O experimento foi conduzido na fazenda S3o Manoel, localizada no munic3pio de Muzambinho, Minas Gerais. O delineamento estat3stico utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 3 x 2 + 1, sendo tr3s tipos de parcelamentos da dose recomendada (1, 2 e 3 parcelamentos) e duas formas de aplicaço (via folha e via solo) e um tratamento controle, totalizando 7 tratamentos com 4 repetiçoes e 28 parcelas experimentais. A aplicaço do bioestimulante promoveu aumento de ramos plagiotr3picos secund3rios em todas os terços da planta, independentemente da forma de aplicaço. O fornecimento do bioestimulante em uma ou duas aplicaçoes mostrou-se melhor para o crescimento, para a concentraço de fitohorm3nio e para a produtividade. Houve aumento na produtividade nos cafeeiros tratados com o bioestimulante, independentemente da via de aplicaço e com um ou dois parcelamentos.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L.; Esqueletamento; *Ascophyllum nodosum*.

Abstract

The use of prunings associated with the biostimulants application have been much discussed in the current scenario. The adoption of that technique can be propitious to the modern coffee growing. Even though it shows off efficiently, there are still a few studies about this association. Before what was exposed, the objective was to appraise the effect of the biostimulants application in the production components, growth and in the phytohormone concentration on coffee bushes that were subjugated to the pruning. The experiment was conducted in S3o Manoel farm located in the Muzambinho city. The statistic plan used was randomized block design (DBC) in a factorial scheme 3 x 2 + 1, being three fraction types of the recommended dose (1, 2 and 3 fractions) and two application ways (by leaf and by soil) and an control treatment, totalizing 7 treatments with 4 replications and 28 experimental units. The biostimulant application provided an increase of secondary plagiotropic branches in all the thirds of the plant, in both kinds of application. The biostimulant supply in one or two applications shows off better to the growth, to phytohormone concentration and to the productivity. There was an increase to the coffee bushes productivity that was treated with the biostimulant, no matter the application way and with one or two fractions.

Keywords: *Coffea arabica* L.; Pruning; *Ascophyllum nodosum*.

Resumen

La utilizaci3n de podas, asociadas a la aplicaci3n de bioestimulantes, ha sido muy discutida en el escenario actual. La adopci3n de esta t3cnica puede ser favorable para la cafeeicultura moderna. A pesar de parecer eficiente, todav3a existen pocos estudios con respecto a esa asociaci3n. Delante de lo expuesto, se objetiv3 evaluar el efecto de la aplicaci3n de bioestimulante en los componentes de producci3n, sobre el crecimiento y en la concentracci3n de fitohormonas de

cafetales sometidos a poda. El experimento ha sido conducido en la granja São Manoel, ubicada en el municipio de Muzambinho, Minas Gerais. El diseño estadístico utilizado fue en bloques al azar (DBC), en esquema factorial 3 x 2 + 1, siendo tres tipos de fraccionamiento de la dosis recomendada (1, 2 e 3 fraccionamientos), das formas de aplicación (vía foliar y al suelo) y un tratamiento adi (control), totalizando 7 tratamientos con 4 repeticiones y 28 parcelas experimentales. La aplicación del bioestimulante promovió el aumento de ramas plagiotrópicos secundarias en todos los tercios de la planta, independientemente da la forma de aplicación. El fornecimento del bioestimulante en una o dos aplicaciones resultó ser mejor para el crecimiento, para la concentración de fitohormonas y para la productividad. Hubo aumento en la productividad en los cafetales tratados con el bioestimulante, independientemente de la vía de aplicación y con una o dos fracciones.

Palavras clave: *Coffea arabica* L.; Poda esquelética; *Ascophyllum nodosum*.

1. Introdução

Os cafeicultores brasileiros têm adotado técnicas que visam à sustentabilidade do sistema produtivo. O emprego de podas é uma tática muito discutida na cadeia produtiva cafeeira, pois beneficia a formação de novos ramos produtivos e sem defeitos, eleva a produtividade e tende a diminuir a bienalidade do cafeeiro (Bregagnoli et al., 2009; Japiassu et al., 2010).

A poda propicia diversas vantagens ao cafeeiro, como renovação dos tecidos (ramos) e modificação da arquitetura da planta; mantém uma adequada relação folha/fruto (20 cm² de área foliar por fruto); permite maior luminosidade e estimula a produção em locais com fechamento ou autossombreamento, adequando-se a luminosidade e a aeração para reduzir o ataque de pragas e de doenças; atenua o ciclo bienal para regular a produção; seca dos ponteiros causados por desequilíbrio nutricionais e pelo depauperamento após superproduções; corrige danos causados às plantas devido a eventos climáticos adversos como granizo, geadas, seca, entre outros; revigora plantas deformadas, cinturadas e debilitadas; facilita as operações de manejo da lavoura que necessitam utilizar equipamentos manuais ou motorizados; elimina o excesso de “ramos ladrões”; economiza na aquisição e na aplicação de fertilizantes e de defensivos em anos de preços baixos do café; adequando-se o formato e a altura dos cafeeiros para facilitar a colheita, reduz os custos por determinado período em vista da menor utilização de fertilizantes e de defensivos (Thomaziello, 2008).

As podas mais comuns realizadas em cafeeiro são esqueletamento, decote e recepa. O esqueletamento é considerado uma poda drástica que consiste na eliminação de quase todo o ramo plagiotrópico. Essa poda consiste no corte dos ramos laterais do cafeeiro de 20 a 50 cm a partir do tronco (ramo ortotrópico), dando à planta um formato cônico. Simultaneamente, pode-se fazer o decote da planta (Menoli Sobrinho, 2010; Martins, 2012). O decote consiste na eliminação apenas da parte superior da planta (ortotrópico), a alturas que variam de 1,60 a 2,60 metros, sendo que quanto mais alto for realizado maior será a produção. Quando se faz o uso de podas, há uma redução do sistema radicular que será recuperado à medida que a brotação da parte aérea se intensificar (Thomaziello, 2013).

De acordo com Matiello, Garcia e Almeida (2007), as podas de esqueletamento devem ser, preferencialmente, aplicadas sobre lavouras em bom estado nutricional e com bom vigor, pois as plantas podadas precisam rebrotar em toda a área lateral, para refazer toda a copa, de cima a baixo, em curto período. Lavouras mais novas, até a 5ª ou 6ª geração, normalmente possuem ramos laterais em boas condições, situação em que o esqueletamento pode ser desnecessário. Para cafezais adensados, o esqueletamento é útil apenas em curto prazo, pois a condição de fechamento volta rapidamente. Além disso, a brotação dos ramos baixos pode ser prejudicada pela proximidade e pelo sombreamento dos cafeeiros da outra linha, muito próxima nesse sistema de cultivo. De modo geral, esse tipo de poda necessita de dois anos de recuperação. Tendo isso em mente, pode-se adotar o sistema “Safr Zero” que consiste em diminuir custos elevados nos anos de baixa produção (Garcia; Fagundes; Padilha, 2012).

Outra prática utilizada em cafeeiro é a aplicação de bioestimulantes, que são substâncias sintéticas, constituídas por misturas de um ou mais biorreguladores com outros compostos quimicamente diferentes, como os sais minerais, que provocam alterações nos processos vitais e estruturais da planta (Castro & Vieira 2001). Os bioestimulantes podem ser de origem natural

ou sintética, aplicados de forma exógena em pequenas quantidades via solo, via foliar ou semente e possuem ações similares a grupos de hormônios vegetais conhecidos (Klahold et al., 2006; Du Jardin, 2015).

Bioestimulantes têm sido usados para estimular a brotação das gemas e para melhorar a eficiência da poda, além de promover equilíbrio hormonal, de acelerar o desenvolvimento das plantas, de ajudar na formação e no crescimento das raízes e, após as podas, auxiliar a atividade fotossintética (Santos et al., 2013; Lunelli et al., 2015; Rós et al., 2015; Lima et al., 2019; Lopez et al., 2020). O uso de bioestimulante tem sido uma prática corriqueira na atividade cafeeira com o objetivo de estimular hormônios vegetais, além de conter macro e micronutrientes como Ca, K, P, Cu, Zn, B, Mn, Co, Mo e reguladores de crescimento, tais como giberelina, citocinina e auxinas (Durand et al., 2003; Khan et al., 2009). Assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de bioestimulante nos componentes de produção, de crescimento e na concentração de fitohormônio de cafeeiros submetidos à poda do tipo esqueletamento.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido na fazenda São Manoel, localizado no Município de Muzambinho – Minas Gerais, antiga estrada Muzambinho-Guaxupé, situada nas coordenadas geográficas (WGS84): S21°21'32"20" W46°33'00"30", com altitude de 1.050 metros. O clima é classificado, segundo Koppen, como clima tropical de altitude, com temperatura média de 18 a 22°C e precipitações anuais entre 1.000 e 1.500 mm/ano.

O presente estudo foi realizado com a cultivar Catuaí Amarelo (*Coffea arabica* L.), de 13 anos de idade, nunca podada antes e plantada no espaçamento 3,50 x 0,80m, totalizando 3.571 plantas ha⁻¹. Foram utilizados dois tipos de podas nessa lavoura, realizadas em agosto do ano de 2017, com esqueletamento seguido por um decote, ambos realizados de forma manual. Os tratos culturais, como controle de plantas daninhas, adubação, controle de pragas e de doenças, foram realizados de acordo com as recomendações técnicas compostas no livro 5ª Aproximação, visando a altas produtividades.

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 3x2 + 1, sendo três parcelamentos da aplicação (dose de 1 L.ha⁻¹) e duas formas de aplicação (via folha e via solo), com um tratamento controle, totalizando 7 tratamentos com 4 repetições e 28 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi composta por 3 linhas de café com 10 plantas por linha, sendo considerada parcela útil apenas a linha central e as 4 plantas centrais. Os tratamentos, a época e a forma de aplicação do biorregulador Acadian® estão dispostos na Tabela 1. O Acadian® é um extrato de algas, líquido solúvel em água, adequado para a aplicação foliar, no solo (sulco ou drench), por gotejamento, por fertirrigação e por aplicação aérea com garantias de potássio (K20) solúvel em água 5,3% p/p (61,46 g/L); carbono orgânico total 6,0% p/p (69,60 g/L); pH 8,0; densidade a 20°C 1,16 g/ml e índice salino 18%. A primeira aplicação aconteceu em 14 outubro de 2017. A segunda aplicação, em 15 de novembro de 2017. A terceira aplicação, em 17 de dezembro de 2017.

Tabela 1. Tratamentos, época e forma de aplicação do Bioestimulante Acadian®.

Tratamentos	Parcelamento	Aplicações		
		Primeira	Segunda	Terceira
1	-	Testemunha	Testemunha	Testemunha
2	3	333 ml p/ha via foliar	333 ml p/ha via foliar	333 ml p/ha via foliar
3	2	0,5 L p/ha via foliar	0,5 L p/ha via foliar	Sem aplicação
4	1	1 L p/ha via foliar	Sem aplicação	Sem aplicação
5	3	333 ml p/ha via solo	333 ml p/ha via solo	333 ml p/ha via solo
6	2	0,5 L p/ha via solo	0,5 L p/ha via solo	Sem aplicação
7	1	1 L p/ha via solo	Sem aplicação	Sem aplicação

Fonte: Autores.

Em todos os tratamentos foliares, foi acrescentado o espalhante adesivo Blend® para diminuir a resistência das gotículas de água e, assim, aumentar o contato com as partes da planta, na concentração de 200 ml em volume de aplicação de 200 litros p/ha.

Para a realização das aplicações via foliar, utilizou-se um pulverizador costal Jacto Xp de 20 L de capacidade com vazão de 200 L/ha. Para a realização das aplicações via solo, utilizou-se um kit costal Jacto Xp de 20 L com vazão de 50 ml de solução por planta.

Realizaram-se três coletas de folhas para a quantificação da concentração hormonal. Em cada coleta, foram selecionadas, de forma aleatória, folhas saudáveis, escolhidas no terço médio da planta o terceiro par de folha, resultando em 100 mg de material vegetal fresco para cada tratamento avaliado em cada época. As amostras foram colocadas em nitrogênio líquido (-80°C), imediatamente após a coleta e mantidas durante o transporte da lavoura até o laboratório (Botucatu, SP). As coletas foram feitas aos 30 dias, comparando os tratamentos que receberam a dose de 1 L.ha⁻¹ l, sem parcelamento, via solo e via folha e o tratamento adicional, aos 60 dias. Foram avaliados os demais tratamentos que receberam a aplicação do biostimulante e o tratamento adicional aos 90 dias. Foram avaliados todos os 7 tratamentos. Em cada avaliação, foram selecionados os tratamentos descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos avaliados em cada coleta de folhas para a análise hormonal.

Coleta (dias após a primeira aplicação)	Tratamentos	Forma de aplicação	Parcelamento	Dose aplicada até a coleta
30	4	Via foliar	1	1 L.ha ⁻¹
	7	Via solo	1	1 L.ha ⁻¹
	Adicional	-	-	-
60	2	Via foliar	3	666 ml.ha ⁻¹
	3	Via foliar	2	1 L.ha ⁻¹
	5	Via solo	3	666 ml.ha ⁻¹
	6	Via solo	2	1 L. ha ⁻¹
	Adicional	Controle	-	-
90	2	Via foliar	3	1 L. ha ⁻¹
	3	Via foliar	2	1 L. ha ⁻¹
	4	Via foliar	1	1 L. ha ⁻¹
	5	Via solo	3	1 L. ha ⁻¹
	6	Via solo	2	1 L. ha ⁻¹
	7	Via solo	1	1 L. ha ⁻¹
	Adicional	-	-	-

Fonte: Autores.

As amostras foram retiradas do nitrogênio líquido e adicionados a elas 10ml de solução de extração (acetonitrila: água Mili-Q 1:1). Após a adição, foram brevemente misturadas no vórtex e agitada por 30 minutos no shaker e centrifugadas a 16.000g e 4°C, por 5 minutos. O sobrenadante foi transferido para um novo tubo de microcentrífuga (1,5) e secas em VCA de velocidade. Após a secagem, 100µL de MeOH foram adicionados a cada uma das amostras, centrifugadas novamente a 16.000 g e 4°C, por 10 minutos. O sobrenadante foi analisado por HPLC/MS, conforme descrito por Trapp et al. (2014). Foram avaliadas as concentrações médias de ácido abscísico (ABA), de ácido 3-indolacético (AIA), de ácido jasmônico (AJ), de ácido salicílico (AS), de ácido giberélico (GA3) e de giberilina (GA4).

As avaliações de altura (ALT), do número de folhas nos ramos plagiotrópicos do terço inferior (FRPI), do número de ramos plagiotrópicos secundários no terço inferior (RPSI), do número de folhas nos ramos plagiotrópicos do terço médio (FRPM), do número de ramos plagiotrópicos secundários no terço médio (RPSM), do número de folhas nos ramos plagiotrópicos do terço superior (FRPS) e do número de ramos plagiotrópicos secundários no terço superior (RPSS) foram realizadas aos 210 dias após a instalação do experimento.

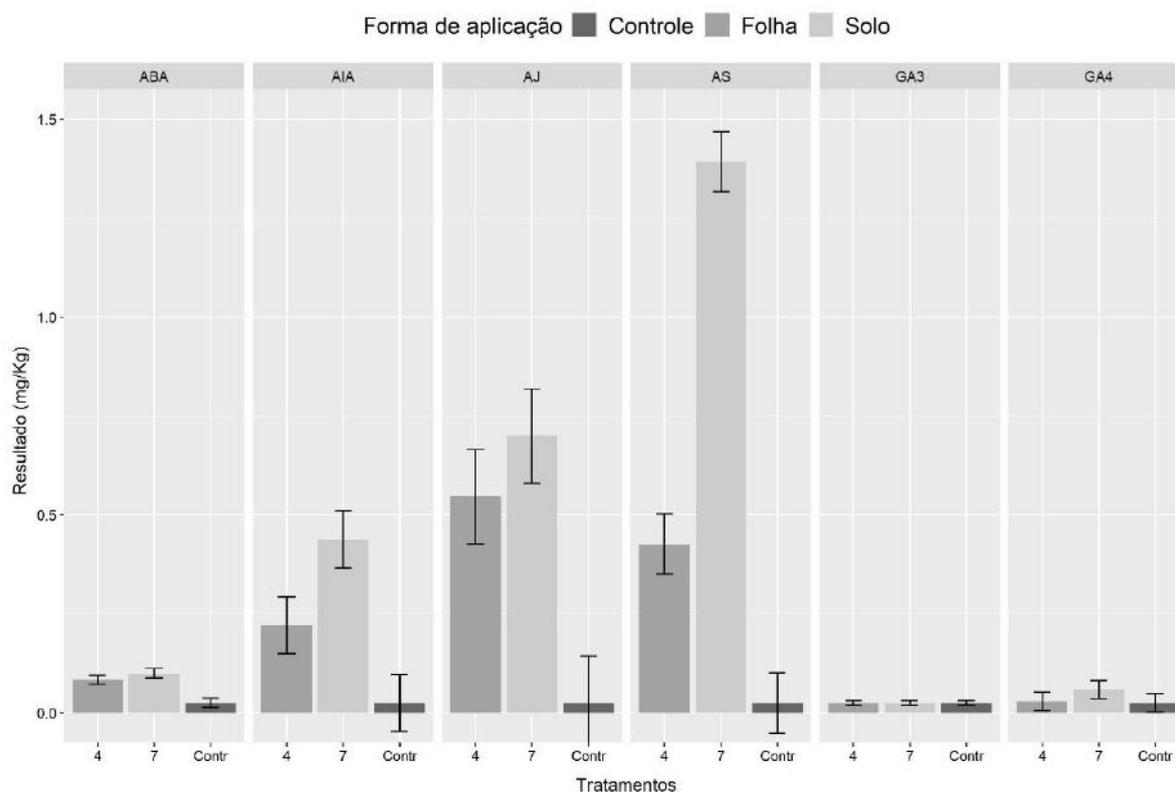
Para a avaliação da produtividade (PR) e de litros de café por planta (LP), realizou-se a colheita do café no mês de junho de 2019 quando a lavoura apresentou aproximadamente 76% de café cereja de forma manual em panos próprios para esse tipo de operação. Foram colhidos os frutos em todas as plantas úteis de cada parcela; em seguida, foi quantificada a produção em litros de café por planta. Em seguida, os cafés colhidos foram levados para secagem em terreiro cimentado em camadas finas (14 litros m⁻²), intercaladas com pequenas leiras de, no máximo, 2 cm, com revolvimento de até 12 vezes por dia. Ao atingir umidade 18%, a secagem foi conduzida em leiras de 15 cm de altura, revolvidas pelo menos 10 vezes ao dia, até atingir 12% de teor de água. Após a secagem, o café em coco foi pesado e beneficiado; na sequência, o café beneficiado foi pesado para quantificar a produtividade.

Os dados referentes às concentrações de hormônios foram submetidos a uma análise exploratória, sendo calculado o erro padrão da média para cada tratamento, considerando-se os dados das três coletas. Para as demais variáveis respostas, realizou-se a análise de variância, sendo as hipóteses de interesse testadas por meio do teste F, sendo considerados os efeitos significativos com p-valor $\leq 0,05$. Para as variáveis respostas que apresentaram efeito, o estudo de médias foi realizado por meio do critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Observa-se, na Figura 1, a concentração média de ácido abscísico (ABA), de ácido 3-indolacético (AIA), de ácido jasmônico (AJ), de ácido salicílico (AS), de ácido giberélico (GA3) e de giberilina (GA4) de cafeeiros, submetidos aos tratamentos 4 (1 parcelamento - 1 L.ha⁻¹ - via folha), 7 (1 parcelamento (1 L.ha⁻¹) via solo) e controle, aos 30 dias após a aplicação. A concentração dos hormônios foi maior nos dois tratamentos que continham a aplicação do bioestimulante quando comparados com o tratamento controle, exceto para o ácido giberélico (GA3), para o qual os valores foram similares em todos os tratamentos.

Figura 1. Concentração média e erro padrão da média de ácido abscísico (ABA), de ácido 3-indolacético (AIA), de ácido jasmônico (AJ), de ácido salicílico (AS), de ácido giberélico (GA3) e de giberilina (GA4) de cafeeiros submetidos aos tratamentos 4 (1 parcelamento - 1 L.ha⁻¹ - via folha), 7 (1 parcelamento - 1 L.ha⁻¹ - via solo) e controle, aos 30 dias após a aplicação.



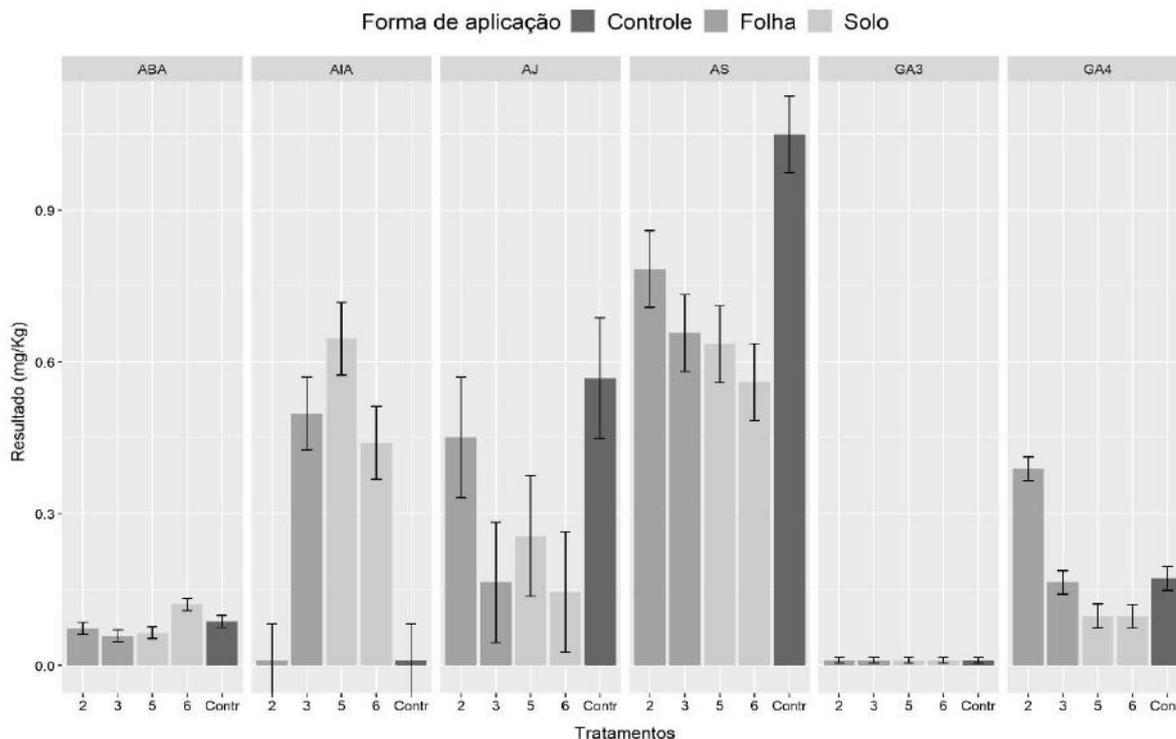
Fonte: Autores.

Pelos resultados detalhados na Figura 1, observa-se que as concentrações de ácido salicílico (AS), de ácido jasmônico (AJ), de ácido 3-indolacético (AIA) e de ácido abscísico (ABA), dos cafeeiros que receberam o bioestimulante, tanto em via solo quanto em via foliar, foram maiores que a do tratamento controle, indicando que os cafeeiros foram estimulados a sintetizar esses hormônios já aos 30 dias após a aplicação. Segundo Castro (2006), a utilização desses produtos que contêm reguladores hormonais, em doses adequadas, melhoraram a eficiência da planta em todos seus processos, conferindo maior capacidade de expressar todo o potencial produtivo. Ainda de acordo com Castro (2006), esses produtos são, em sua maior parte, substâncias orgânicas complexas, capazes de atuar em fatores de transcrição e de expressão gênica, em proteínas de membrana (alterando o transporte iônico) e em enzimas metabólicas incidentes sobre o metabolismo secundário, de modo a modificar a nutrição mineral e a produzir precursores de hormônios vegetais, levando à síntese hormonal e à resposta da planta a nutrientes e a hormônios.

A Figura 2 representa a concentração média de ácido abscísico (ABA), de ácido 3-indolacético (AIA), de ácido jasmônico (AJ), de ácido salicílico (AS), de ácido giberélico (GA3) e de giberilina (GA4) de cafeeiros submetidos aos tratamentos 2 (3 parcelamentos/via folha), 3 (2 parcelamentos/via folha), 5 (3 parcelamentos/via solo), 6 (2 parcelamentos/via solo) e controle, aos 60 dias após a aplicação. Observa-se que a concentração de ABA, para o tratamento 6, foi maior que os demais tratamentos. A concentração de AIA foi maior nos tratamentos 5, 3 e 6; já para o tratamento 2 e controle, a concentração foi baixa. Já a concentração de AJ, foi menor para os tratamentos 3, 5 e 6 e maior para o 2 e controle. Para a concentração de AS, o tratamento controle apresentou maior concentração em relação aos demais. Para GA3, as concentrações

foram baixas em todos os tratamentos. Para a GA4, os tratamentos 5 e 6 proporcionaram menor concentração, em comparação aos tratamentos 3 e controle, sendo o tratamento 2 o que apresentou maior concentração.

Figura 2. Concentração média e erro padrão da média de ácido abscísico (ABA), de ácido 3-indolacético (AIA), de ácido jasmônico (AJ), de ácido salicílico (AS), de ácido giberélico (GA3) e de giberilina (GA4) de cafeeiros submetidos aos tratamentos 2 (3 parcelamentos/via folha), 3 (2 parcelamentos/via folha), 5 (3 parcelamentos/via solo), 6 (2 parcelamentos/via solo) e controle, aos 60 dias após a aplicação.



Fonte: Autores.

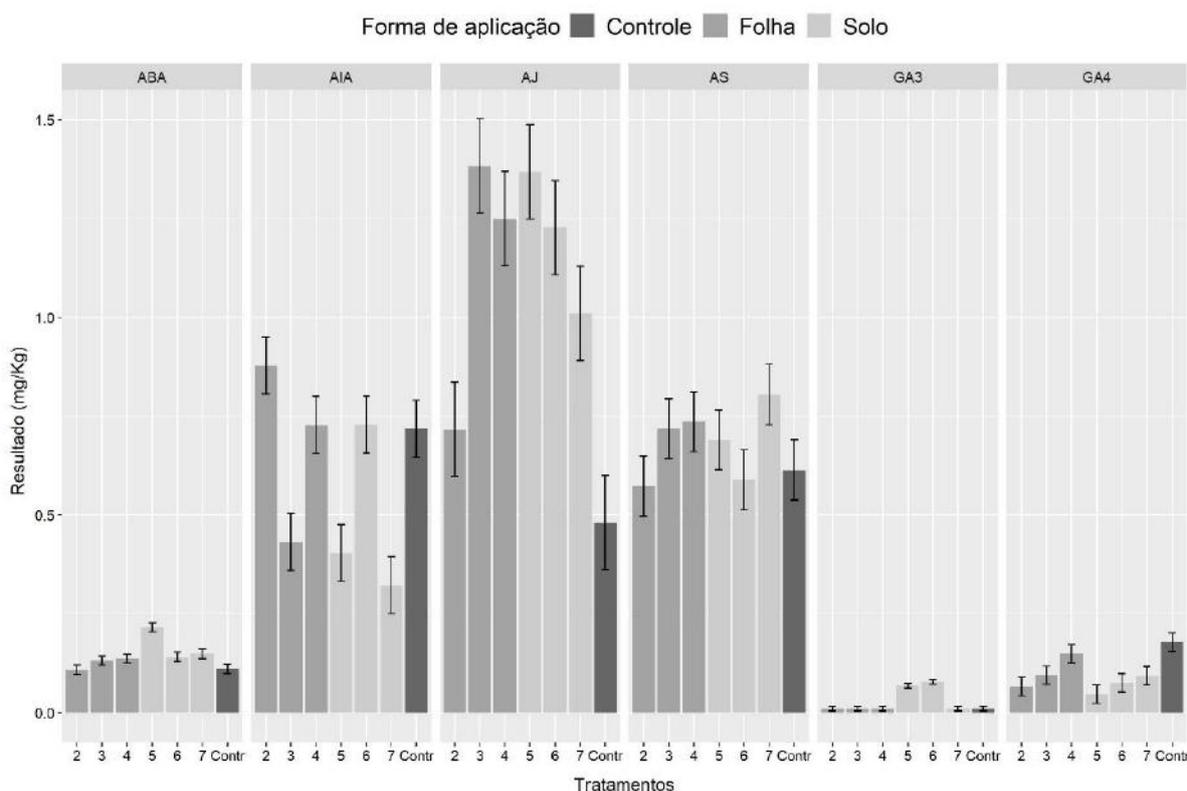
Observa-se, ainda, na Figura 2, que aos 60 dias os tratamentos com 2 ou 3 aplicações via solo e duas aplicações via folha proporcionaram resultados melhores para AIA. O ácido 3-indolacético (AIA) é importante para o crescimento da planta, pois, segundo Vieira e Monteiro (2002), o AIA possui ação no crescimento celular, agindo diretamente no aumento da plasticidade da parede celular, conferindo, a esta, alongamento irreversível o qual requer a entrada de água, a expansão permanente da parede e a síntese de material para a reconstrução da parede celular. Assim, cafeeiro que tenha concentrações adequadas de AIA pode apresentar um crescimento maior e antecipado, em comparação com cafeeiros que possuem concentração menor, o que foi observado neste trabalho em relação ao número de folhas nos ramos plagiotrópicos e ao número de ramos plagiotrópicos secundários do terço inferior, médio e superior (Tabelas 4, 5 e 6).

O tratamento controle apresentou maior concentração do ácido salicílico (AS) aos 60 dias (Figura 2) em relação aos demais tratamentos. Esse hormônio está relacionado com sistema de defesa da planta. Segundo Taiz et al. (2016), o AS atua como sinalizador que ativa o sistema de defesa da planta contra agentes abióticos. Nesse sentido, pode-se inferir que os cafeeiros que receberam o tratamento controle estavam sob algum tipo de estresse, visto que a concentração desse hormônio foi maior, em comparação aos cafeeiros que receberam aplicação do extrato de algas. Na literatura, há relatos da aplicação exógena de AS na amenização dos efeitos do estresse hídrico, como Taveira et al. (2010), que observaram o efeito no crescimento de plantas de gergelim sob déficit hídrico induzido e tratadas com ácido salicílico (AS). Os autores observaram que, além de estar relacionado com a diminuição do efeito de estresse ambiental, ainda teve efeito direto no aumento da área

foliar das plantas de gergelim. Vale ressaltar que concentrações elevadas de AS não são prejudiciais à planta, apenas indicam que o sistema de defesa está ativo e que, provavelmente, essa planta está passando por um período de estresse. Nesse sentido, pode-se inferir que a aplicação do bioestimulante, nesse caso, pôde beneficiar a planta, uma vez que não foi ativado o sistema de defesa, possibilitando que esta continuasse a utilizar suas reservas e fotoassimilados para o crescimento, conforme se pode observar nos resultados de crescimento e de produtividade que serão apresentados adiante.

A Figura 3 representa a concentração média de ácido abscísico (ABA), de ácido 3-indolacético (AIA), de ácido jasmônico (AJ), de ácido salicílico (AS), de ácido giberélico (GA3) e de giberilina (GA4) de cafeeiros submetidos aos tratamentos 2 (3 parcelamentos/via folha), 3 (2 parcelamentos/via folha), 4 (1 parcelamento via folha), 5 (3 parcelamentos/via solo), 6 (2 parcelamentos/via solo), 7 (1 parcelamento/via solo) e controle, aos 90 dias após a aplicação.

Figura 3. Concentração média e erro padrão da média de ácido abscísico (ABA), de ácido 3-indolacético (AIA), de ácido jasmônico (AJ), de ácido salicílico (AS), de ácido giberélico (GA3) e de giberilina (GA4) de cafeeiros submetidos aos tratamentos 2 (3 parcelamentos/via folha), 3 (2 parcelamentos/via folha), 4 (1 parcelamento/via folha), 5 (3 parcelamentos/via solo), 6 (2 parcelamentos/via solo), 7 (1 parcelamento/via solo) e controle, aos 90 dias após a aplicação.



Fonte: Autores.

Nota-se que, para ABA, maior concentração foi observada no tratamento 5. Para a concentração de AIA, os tratamentos 2, 4, 6 e controle proporcionaram concentrações superiores em relação aos tratamentos 3, 5 e 7. Já para a concentração de AJ, os tratamentos 2 e controle foram inferiores em relação aos demais tratamentos. Para AS, as concentrações foram similares em todos os tratamentos. Segundo Manfron, Bispo e Acunha (2016), o ácido salicílico (AS) está envolvido em muitos processos fisiológicos nas plantas e é considerado como pertencente a um novo grupo de substâncias que contribuem para o crescimento. A concentração de GA3 nos tratamentos 5 e 6 foram superiores aos demais. O ácido giberélico é um hormônio vegetal que influencia uma série de processos fisiológicos do crescimento e de desenvolvimento, incluindo características como altura de planta, diâmetro caulinar, crescimento da raiz e das folhas (Shah, 2007). Além do

envolvimento no crescimento dessas estruturas, o GA3 pode funcionar como regulador da divisão, de alongamento e de extensibilidade celular (Taiz & Zeiger, 2009; Vieira et al., 2011). Para a concentração de GA4, os tratamentos 2, 5 e 6 apresentaram concentrações inferiores aos tratamentos 3 e 7, contudo maiores concentrações de GA4 foram vistas nos tratamentos 4 e controle.

Em relação ao AJ, observa-se um aumento em sua concentração em todos os tratamentos que receberam a aplicação do bioestimulante e uma menor concentração no tratamento controle. Esse hormônio relaciona-se com o sistema de defesa da planta e, em cafeeiros, é constantemente associado à resposta da planta à infecção do patógeno *Hemileia vastatrix* (Diniz et al., 2010; Sá et al., 2014), entretanto sua expressão é maior em resposta à infecção de patógenos necrotróficos (Bari & Jones, 2009; Diniz et al., 2010; Jaiti, 2009; Sá et al., 2014; Vlot et al., 2009). Essa maior concentração de AJ pode estar relacionada ao período da coleta das folhas para a análise da concentração dos hormônios, na qual há uma maior pressão das doenças foliares (janeiro).

Para a altura (ALT) (Tabela 3), houve efeito significativo apenas para parcelamento. As demais fontes de variação (a forma de aplicação e a interação) não apresentaram efeito significativo (5% de probabilidade). Para o número de folhas nos ramos plagiotrópicos inferiores (FRPI) (Tabela 4), houve efeito significativo para o parcelamento e para a interação, enquanto para a forma de aplicação não houve efeito significativo. Para a variável número de ramos plagiotrópicos secundários inferiores (RPSI) (Tabela 4), não houve efeito significativo para nenhuma das fontes de variação (parcelamento, aplicação e interação). Já para o número de folhas nos ramos plagiotrópicos medianos (FRPM) (Tabela 5), houve efeito significativo apenas para a interação. Para a variável número de ramos plagiotrópicos secundários no terço médio (RPSM) (Tabela 5), nenhuma fonte de variação apresentou efeito significativo (a 5% de probabilidade). Para a variável número de folhas nos ramos plagiotrópicos superiores (FRPS) (Tabela 6), houve efeito significativo apenas para o parcelamento, enquanto, para a aplicação e para a interação, não houve efeito significativo, o mesmo sendo observado para a variável número de ramos plagiotrópicos secundários superiores (RPSS) (Tabela 6) e litros por planta (LP) (Tabela 7). Para a produtividade (PR) (Tabela 7), apenas o parcelamento apresentou efeito significativo. Nas variáveis RPSI, FRPM, RPSM, RPSS, PR e LP, observou-se que o tratamento controle apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos, enquanto, para as demais variáveis (ALT, FRPI e FRPS), não houve diferença significativa entre o tratamento controle e os demais tratamentos com diferentes parcelamentos e vias de aplicação.

Observa-se, na Tabela 3, a altura média de cafeeiros submetidos a diferentes formas de aplicação e de parcelamentos de bioestimulante após a poda do tipo esqueletamento.

Tabela 3. Altura média de cafeeiros submetidos a diferentes formas de aplicação e de parcelamento de bioestimulante aplicado após a poda do tipo esqueletamento.

Parc.	ALT				Média	
	Folha	Solo	Contr.			
1	2,31	2,34	-		2,33	A
2	2,22	2,23	-		2,23	B
3	2,29	2,27	-		2,28	A
Média	2,27 a	2,28 a	2,27 a			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

A forma de aplicação do bioestimulante não proporcionou diferença entre as alturas das plantas, apenas o parcelamento, sendo que as plantas que receberam um ou três parcelamentos da dose tiveram as maiores alturas em relação às que receberam apenas dois parcelamentos. No estudo de Bernardes (2018), que avaliou o uso de Triadimenol e de Imidacloprido, de fungicida e de inseticida que também possuem ação estimulante em plantas, em mudas de café em pós-

plantio, também foi observado que a variável altura da planta não foi influenciada significativamente pelas doses aos 30 e 60 dias. No entanto, aos 90 dias após a aplicação, houve efeito significativo, através do ajuste do modelo de regressão quadrática. Nesse sentido, Ferreira et al. (2007) apontaram que bioestimulantes podem não favorecer ou até mesmo diminuir a absorção de nutrientes pelas plantas, indicando que as respostas às suas aplicações dependem de outros fatores, tais como a espécie, a planta e a composição das substâncias húmicas presentes nos produtos usados.

Neste estudo, os cafeeiros que não receberam o bioestimulante (tratamento controle) apresentam, estatisticamente, a mesma altura daqueles que receberam. Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo et al. (2020) que, ao avaliarem o crescimento do sorgo sob diferentes formas de aplicação de bioestimulantes, observaram que esses produtos não interferem na altura da planta, na área foliar e no diâmetro das plantas. Corroborando isso, Oldoni et al. (2020), ao avaliarem o uso de bioestimulante para o crescimento inicial de batata-doce, concluíram que os parâmetros de crescimento inicial dessas plantas não são incrementados por essa aplicação. Fagan et al., (2010) e Wanderley Filho (2011) justificam, apontando que o efeito de bioestimulantes pode favorecer diretamente as taxas fotossintéticas e a condutância estomática, embora possam também inibir a ação de ambas e, temporariamente, a respiração da planta. A ausência de respostas em relação a trocas gasosas é um resultado relevante, indicando que, em alguns casos, esses produtos não afetam o desenvolvimento da planta, não havendo necessidade de uso por aumentar os custos de produção.

Diferindo desses resultados, Santos et al. (2013) analisaram doses de produto bioestimulante composto por citocinina, ácido indol butírico e ácido giberélico em aplicação via sementes em milho e observaram incremento na área foliar, na altura e no crescimento inicial de plantas.

Na Tabela 4, são apresentadas as médias para o número de folhas nos ramos plagiotrópicos inferiores (FRPI) e nos ramos plagiotrópicos secundários inferiores (RPSI).

Tabela 4. Número de folhas nos ramos plagiotrópicos inferiores (FRPI) e número de ramos plagiotrópicos secundários inferiores (RPSI) de cafeeiros submetidos a diferentes formas de aplicação e de parcelamento de bioestimulante aplicado após a poda do tipo esqueletamento.

Parc.	FRPI						RPSI					
	Folha		Solo	Contr.	Média		Folha		Solo	Contr.	Média	
1	43,51	Bb	52,6	Aa	-	48,06	6,76	7,17	-	6,97	A	
2	37,55	Ba	41,63	Ba	-	39,59	6,74	6,3	-	6,52	A	
3	49,77	Aa	37,26	Bb	-	43,52	7,5	6,04	-	6,77	A	
Média	43,61	a	43,83	a	44,2	a	7,0	a	6,5	a	4,2	b

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Observa-se que os cafeeiros que receberam o bioestimulante via solo apresentaram maiores números de folhas nos ramos plagiotrópicos inferiores quando o bioestimulante foi parcelado apenas uma vez; já quando o bioestimulante foi parcelado três vezes, o fornecimento via folha foi mais eficiente. Quando o parcelamento foi de duas aplicações, não houve diferença na forma de aplicação, ou seja, independentemente da forma de aplicação, o bioestimulante apresentou o mesmo efeito. O tratamento controle não diferiu dos demais para o número de folhas nos ramos plagiotrópicos inferiores. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al. (2014) que, ao avaliarem o efeito do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*)

no desenvolvimento de porta enxertos de cajuzeiro, concluíram que a aplicação influenciou negativamente o número de folhas, o comprimento da parte aérea, a massa seca da parte aérea, o diâmetro do colo, do sistema radicular e total.

Quanto ao número de ramos plagiotrópicos secundários inferiores, o bioestimulante proporcionou ganhos quando comparado à testemunha, independentemente do número de parcelamentos e da forma de aplicação (via solo ou folha). Bacilieri et al. (2016) identificaram que a aplicação de reguladores de crescimento em plantas de café eleva as variáveis de número de entrenós e o comprimento dos ramos reprodutivos semelhantes ao encontrados neste trabalho.

A Tabela 5 apresenta as médias do número de folhas nos ramos plagiotrópicos medianos (FRPM) e número de ramos plagiotrópicos secundários medianos (RPSM). Para os FRPMs, nota-se o efeito do bioestimulante, visto que os tratamentos que receberam o bioestimulante apresentaram maiores valores tanto para FRPM e RPSM, quando comparado ao tratamento controle, independentemente do parcelamento e da forma de aplicação. Para FRPM, a aplicação via folha, parcelada em três vezes ou sem parcelamento, proporcionou melhores valores em comparação com o parcelamento em duas vezes. Já na aplicação via solo, não houve diferenças no número de parcelamentos. Ao comparar a forma de aplicação com os parcelamentos, observa-se que não houve diferenças entre os tratamentos que não foram parcelados, ou seja, a aplicação via folha ou via solo proporcionaram o mesmo efeito, entretanto, quando se comparam dois parcelamentos do bioestimulante, a aplicação via solo proporcionou melhores resultados, enquanto com três parcelamentos a aplicação via folha proporcionou valores superiores. Para RPSM, não foram observadas diferenças entre o tipo de aplicação e o parcelamento, apenas houve diferença em relação ao tratamento controle, sendo que os tratamentos que receberam aplicação de bioestimulante, independentemente do parcelamento e da forma de aplicação, apresentaram valores maiores de RPSM.

Tabela 5. Número de folhas nos ramos plagiotrópicos medianos (FRPM) e número de ramos plagiotrópicos secundários medianos (RPSM) de cafeeiros submetidos a diferentes formas de aplicação e de parcelamento de bioestimulante aplicado após a poda do tipo esqueletamento.

Parc.	FRPM				RPSM			
	Folha	Solo	Contr.	Média	Folha	Solo	Contr.	Média
1	54,65 Aa	51,21 Aa	-	52,93	9,18	8,57	-	8,88 A
2	39,4 Bb	57,62 Aa	-	48,51	7,57	8,25	-	7,91 A
3	56,91 Aa	43,56 Ab	-	50,24	8,58	7,74	-	8,16 A
Média	50,32 a	50,8 a	37,82 b		8,44 a	8,19 a	6,15 b	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Observa-se, na Tabela 6, a média do número de folhas nos ramos plagiotrópicos superiores (FRPS) e o número de ramos plagiotrópicos secundários superiores (RPSS). Para ambas as variáveis, não foi observado efeito da forma de aplicação e do parcelamento de bioestimulante, apenas para a variável RPSS o fornecimento de bioestimulante, independentemente da forma de aplicação e de parcelamento, proporcionou ganhos em comparação com o tratamento controle, visto que, para a variável FRPS, o bioestimulante não apresentou efeito em relação ao tratamento controle (adicional).

Tabela 6. Número de folhas nos ramos plagiotrópicos superiores (FRPS) e número de ramos plagiotrópicos secundários superiores (RPSM) de cafeeiros submetidos a diferentes formas de aplicação e de parcelamento de bioestimulante aplicado após a poda do tipo esqueletamento.

Parc.	FRPS					RPSS				
	Folha	Solo	Contr.	Média		Folha	Solo	Contr.	Média	
1	75,55	84,23	-	79,89	A	10,1	10,24	-	10,17	A
2	64,76	65,25	-	65,01	B	9,61	9,48	-	9,55	A
3	78,19	73,92	-	76,06	A	10,41	10,65	-	10,53	A
Média	72,83 a	74,47 a	82,34 a			10,04 a	10,12 a	8,42 b		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Resultados semelhantes foram obtidos por Limberger e Gheller (2012) que avaliaram o efeito da aplicação de um bioestimulante de extrato de algas, de aminoácidos e de nutrientes via foliar na produtividade e na qualidade de alface crespa, obtendo um resultado positivo para o número de folhas produzidas e para a área foliar. Bettini (2015), a partir da aplicação de extrato de algas marinhas em cafeeiro sob deficiência hídrica e estresse salino, observou incremento para o número de folhas, para a massa fresca e seca de folhas e de ramos, e, ainda, aumento de área foliar e de massa fresca do sistema radicular. Corroborando, Franco Júnior (2017) destacou uma interação positiva entre as características químicas do solo, a nutrição, o aumento nos teores foliares de boro, de ferro e de manganês e de produtividade do cafeeiro no qual foi utilizado bioestimulante. Souza et al. (2019) que demonstraram melhor desenvolvimento inicial do cafeeiro sendo observado em diâmetro, em peso verde e seco, em número de folhas por muda, em área foliar, em altura de planta, em comprimento de raiz e na relação parte aérea/raiz após a aplicação de ativador de microbiota do solo via solo e via foliar em mudas de café.

Na tabela 7, são apresentadas as médias para a produtividade (PR) e para litros de café cereja por planta (PL).

Tabela 7. Produtividade ($sc.ha^{-1}$) (PR) e produção de café cereja ($L.planta^{-1}$) (PL) de cafeeiros submetidos a diferentes formas de aplicação e de parcelamento de bioestimulante aplicado após a poda do tipo esqueletamento.

Parc.	PR					PL				
	Folha	Solo	Contr.	Média		Folha	Solo	Contr.	Média	
1	80,72	84,81	-	82,77	A	9,00	9,69	-	9,35	
2	85,18	81,09	-	83,14	A	9,25	8,94	-	9,10	
3	74,02	76,63	-	75,33	B	8,84	8,47	-	8,66	
Média	79,97 a	80,84 a	69,19 b			9,03 a	9,03 a	7,88 b		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Para a variável produtividade (PR), não foi observado efeito da forma de aplicação, apenas o parcelamento, sendo que o bioestimulante, que foi aplicado em um parcelamento ou em dois, proporcionou os melhores valores para a produtividade. Além disso, observou-se que o tratamento controle apresentou produtividade inferior em comparação aos demais tratamentos. Para a produção de café cereja, não houve efeito significativo para a forma de aplicação nem para o parcelamento, no entanto

o tratamento controle obteve uma produção inferior aos demais tratamentos que receberam bioestimulante, independentemente da forma de aplicação e de parcelamento. Nesse sentido, Camilo et al. (2018) apontam que a poda do tipo esqueletamento proporcionou maior produtividade no cafeeiro no segundo ano após o manejo, o que mostra a eficiência do sistema. Entretanto, nos relatos de Ferreira et al. (2007) e Santini et al. (2015), os bioestimulantes, em razão de seu composto nutricional, podem facilitar a absorção de nutrientes pela planta e, conseqüentemente, devem impactar no metabolismo desses vegetais, porém, em muitas pesquisas, não favorecem essas reações e os resultados nem sempre mostram a viabilidade do uso desses agentes biológicos.

Segundo Manuel et al. (2015), a utilização de bioestimulantes na cafeicultura influencia no desenvolvimento das plantas, na produtividade e na qualidade do produto final. A ação do bioestimulante promove maior crescimento e desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento das células, o que proporciona um possível aumento na produção. Nesse sentido, Dourado Neto et al. (2004) descrevem que o desenvolvimento e a produtividade das plantas são controlados por fatores genéticos, ambientais e fisiológicos ou hormonais, e que o emprego de bioestimulantes como técnica agrônômica ajuda a otimizar as produções em diversas culturas, notando seu crescimento nos últimos anos. Esse efeito age diretamente na expansão de folhas em função do alongamento celular, muito bem associada à expansão do sistema radicular, promovido efetivamente pelas citocinas encontradas nos meristemas radiculares, em função da concentração endógena ou mesmo da pulverização via foliar (exógena).

4. Considerações Finais

1. A aplicação do bioestimulante em cafés podados promove o aumento de ramos plagiotrópicos secundários em todos os terços da planta, independentemente da forma de aplicação.
2. O fornecimento do bioestimulante em uma ou duas aplicações é melhor para o crescimento, para a concentração de fitohormônio e para a produtividade das plantas podadas.
3. Há aumento na produtividade nos cafeeiros podados tratados com o bioestimulante, independentemente da via de aplicação, com um ou com dois parcelamentos.
4. Nesse sentido, novos estudos podem ser realizados com o intuito de relacionar diferentes tipos de podas com diferentes tipos de doses de bioestimulante para promover efeitos benéficos na recuperação das plantas submetidas a diferentes tipos de estresse ambiental.

Referências

- Araújo, G. P., Cardoso B. P. S., Souza C. L. V., Vansolini, O. R. E., & Esdras, S. W. (2020). Crescimento do sorgo sob diferentes formas de aplicação de bioestimulantes. *Acta Iguazu*, 9 (3), 83-93.
- Araújo, J. M. H. (2017) *Algas marinhas como bioestimulantes no crescimento inicial de espécies florestais da Caatinga*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Macaíba: Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Macaíba.
- Bari, R. & Jones, J. D. G. (2009). Role of plant hormones in plant defence responses. *Plant molecular biology*, 69 (4), 473-488.
- Bartelega, L. & Delú Filho, N. (2014). Efeito do biorregulador stimulate® no crescimento vegetativo de cafeeiro esqueletado. *40º Congresso brasileiro de pesquisa cafeeira*. Embrapa, out 2014.
- Bernardes, G. G (2018). *Uso dos bioestimulantes Triadimenol e Imidacloprido em mudas de café em pós plantio*. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Agronomia, Centro Universitário do Cerrado de Patrocínio, Patrocínio-MG.
- Bettini, M. O (2015). *Aplicação de extratos de algas marinhas em cafeeiro sob deficiência hídrica e estresse salino*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- Bregagnoli, M., Valle Filho, J. G. R. & Bregagnoli, F. C. R. (2009). Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro recepado sob diferentes doses P₂O₅ na forma de termofosfato e superfosfato simples. *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 6., Vitória, ES.

- Camilo, J. M. F., Terra, G. M., Miranda, G. R. B., Rezende, A. R., Spineli, G.P., Filho, J. C. S. V., Prudente, S. A., Batista, V. P. (2018). Produtividade e rendimento de cafeeiro (*Coffea arabica* L) submetidos a poda após terceiro ano de produção. 2018. *Jornada Científica e Tecnológica*, 10., *Simpósio da Pós-Graduação*, 7., Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho.
- Castro, P. R. C. & Vieira, E. L. (2001). *Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical*. Guaíba: Agropecuária.
- Castro, P. R. C. (2006). *Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical*. Piracicaba: Esalq.
- Deuner, C., Borges, C. T., Almeida, A.S., Meneghello, G. E. & Tunes, L. V. M. (2015). Ácido jasmônico como promotor de resistência em plantas. *Revista de Ciências Agrárias*, 38 (3), 275-281, 2015.
- Diniz, I., Talhinas, P., Azinheira, H. G., Várzea, V., Oliveira, H., Fernandez, D. & Silva, M. C. (2010). Cellular and molecular responses in host and nonhost coffee-rust interactions (*Hemileia vastatrix* and *Uromyces vignae*). *Proceedings of the 23 rd International Conference on Coffee Science (ASIC)*.
- Dourado Neto, D., Dario, G. J. A., Barbieri, A. P. P. & Martin, T. N. (2014). Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. *Bioscience Journal*, 30 (1), 371-379.
- Du Jardin, P. (2015). Plant biosimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196 (1), 3-14.
- Durand, N., Briand, X. & Meyer, C. (2003). O efeito de substâncias bioativas marinhas (NPRO) e citocininas exógenas sobre a atividade do nitrato redutase em *Arabidopsis thaliana*. *Physiologia Plantarum*, 119 (4), 489-493.
- Dutra, T. R., Graziotti, P. H., Santana, R. C. & Massad, M. D. (2012). Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. *Revista Ciência Agrônoma*, 43 (2), 321-329.
- Fagan, E. B., Dourado Neto, D., Vivian, R., Franco, R. B., Yeda, M. P., Massignam, L. F., Oliveira, R. F. & Martins, K. V. (2010). Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. *Bragantia*, 69 (4), 771-777.
- Ferreira, L. A., Oliveira, J. A., Von Pinho, E. V. R. & Queiroz, D. L. (2007). Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2), 80-89.
- Franco Júnior, K. S. (2017). Uso de bioativador de solo associado a diferentes coberturas vegetais e a influência nas características químicas, físicas e microbiológicas. Dissertação de Mestrado, Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, Alfenas.
- Garcia, K., Silva, C., Cunha, C., Nascimento, C. D. & Tosta, M. (2014). Extrato da alga *ascophyllum nodosum* (L.) no desenvolvimento de portaenxertos de cajueiro. *Enciclopédia biosfera*, 10(18). Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2789>.
- Garcia, A. L. A., Fagundes, A. V. & Padilha, L. (2012). “Safr Zero”: resposta ao esqueletamento de cultivares de café em diferentes espaçamentos na linha de plantio. Congresso Brasileiro de Pesquisa Cafeeiras, 36., Guarapari. Brasília: Embrapa Café. 1 CD-ROM.
- Lima, A. S., Rosato, M. J. S., Nascimento, V. A. & Bonetti, L. L. S. (2018). Efeito do bioestimulante stimulate® na germinação e no vigor de sementes de pepino. *Intercursos Revista Científica*, 17(2). Recuperado de <https://revista.uemg.br/index.php/intercursosrevistacientifica/article/view/3720>.
- Jaiti, F., Verdeil, J. L. & Hadrami, I. (2009). Effect of jasmonic acid on the induction of polyphenoloxidase and peroxidase activities in relation to date palm resistance against *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 74 (1), 84-90.
- Japiassu, L. B., Garcia, A. L. A., Padilha, R. J. & Carvalho, C. H. S. (2010). Ciclos de poda e adubação nitrogenada em lavouras cafeeiras conduzidas no sistema “safr zero”. *Coffee Science*, 5 (1), 28-37.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critch, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J. & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28 (4), 386-399.
- Klahold, C. A., Guimarães, V. F., Echer, M. M., Klahold, A., Contiero, R. L. & Becker, A. (2006). Resposta da soja (*Glycine max* L. *Merrill*) à ação de bioestimulante. *Acta Sci. Agron.*, 28 (2), 179-185.
- Limberger, P. A. & Gheller, J. A. (2012). Efeito da aplicação foliar de extrato de algas, aminoácidos e nutrientes via foliar na produtividade e qualidade de alface cresspa. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 1 (1), 148-161.
- Lopes, I., Silva, J. A. B., Simoes, W. L., BarroS, E. S. C., Nascimento, F. M. F., Amotim, M. do N. (2020). Formas de aplicação de bioestimulante na produção da Cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, 14 (1), 3823-3834.
- Lunelli, N. P., Kanashiro, S. & Tavares, A. R. (2015). Efeito de bioestimulante composto de cinetina, ácido indolbutírico e ácido giberélico em epífitas, visando a restauração florestal. *Hoehnea*, 42, (2), 337-344.
- Manfron, A. C. A., Bispo, N. B. & Acunha, J. G. (2016). Efeito da aplicação de ácido salicílico no crescimento de plântulas de milho. *Congresso Nacional de Milho e Sorgo - CNMS*. “Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar”, 31., Bento Gonçalves – RS.
- Manoel, V. C., Maciel, A. L. R., & Santos, F. S (2015). Influência do bioestimulante Stimullus SC no desenvolvimento e produtividade do cafeeiro. 7ª *Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS*, 7., *Simpósio de pós-graduação*, 4., Poços de Caldas – MG.
- Martins, A. L. (2012). *História do café*. (2a ed) Contexto, 2012.
- Matiello, J. B., Santinato, R., Garcia, A. W. R., Almeida, S. R., & Fernandes, D. R. (2002). Podas. In: *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ.
- Menoli Sobrinho, N. (2010). Manejo da lavoura cafeeira para altas produtividades: Palestra sustentabilidade na cafeicultura – EMATER (on line). <https://pt.slideshare.net/cafeicultura/palestra-sustentabilidade-na-cafeicultura>.

- Oldoni, F. C. A., Conceição, G. C., Nagahama, H. J. & Garrido, M. S. (2020). Bioestimulante para o crescimento inicial de batata-doce. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 37 (3), 26698.
- Oliveira, L. A. A., Góes, G. B., Costa E., Melo, I. G., Costa, M. E. & Silva, R. M. (2011). Uso do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Verde*, 6 (2), 1-4.
- Rós, A. B., Nobuyoshi, N., & Araújo, H. S. (2015). Efeito de bioestimulante no crescimento inicial e na produtividade de plantas de batata-doce. *Revista Ceres*, 62 (5), 469-474.
- Sá, M., Ferreira, J. P., Queiroz, V. T., Vilas-Boas, L., Silva, M. C., Almeida, M. H., Guerra-Guimarães, L. & Bronze, M. R. (2014). A liquid chromatography/electrospray ionisation tandem mass spectrometry method for the simultaneous quantification of salicylic, jasmonic and abscisic acids in *Coffea arabica* leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (3), 529-536, 2014.
- Santini, J. M. K., Perin, A., Santos, C. G., Ferreira, A. C. & Salib, G. C. (2015). Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em semente de soja. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 9 (1), 57-62.
- Santos, V. M., Melo, A. V., Cardoso, D. P., Gonçalves, A. H., Varanda, M. A. F. & Taubinger, M. (2013). Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 12 (3), 307-318.
- Shah, S. H. (2007). Photosynthetic and yield responses of *nigella sativa* l. to pre-sowing seed treatment with ga3. *Turk J Biol*, 31 (2), 103-107.
- Silva, C. P., Garcia, K. G. V., Silva, R. M., Oliveira, L. A. A. & Tosta, M. S. (2012). Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*). *Revista Verde*, 6 (1), 7-11.
- Souza, E. M., Franco Junior, K. S., Brigante, G. P., Brockelmann, C. E., Tavares, R. M., Dias, M. S., Marques, D. J., Carneiro, J. P. C. (2019). Efeito do bioativador de solo no desenvolvimento inicial do cafeeiro. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável - RBAS*, 9 (4), 60-65.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2009). *Fisiologia vegetal*. Artmed.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal* (4a ed.). Artmed.
- Taiz L., Zeiger, E., Moller I. A. & Murphy, A. (2016). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. (6a ed) Artmed. 888p. 2016.
- Taveira M. R. D., Suassuna J. F., Filho R. C. J., Carneiro R. F. & Araújo, E. D. (2010). Crescimento de plantas de gergelim sob déficit hídrico induzido e tratamento com ácido salicílico. Congresso nacional do semiárido, 1.
- Tardieu, F., Parent, B., SIMONNEAU, T. (2010). Control of leaf growth by abscisic acid: hydraulic or non-hydraulic processes? *Plant, Cell & Environment*. 33 (4), 636-647.
- Thomaziello, R. A., Pereira, S. P. (2008). Poda e condução do cafeeiro arábica. Campinas: Instituto Agronômico. (IAC. Boletim Técnico, 203).
- Thomaziello, R. A. (2013). Uso da poda no cafeeiro: por que, quando e tipos utilizados. *Boletim técnico*, condução da lavoura, 12, Campinas, SP, 2013. Disponível em: [Em:https://www.esalq.usp.br/visãoagrícola/sites/default/files/va12-conducao-da-lavoura01.pdf](https://www.esalq.usp.br/visãoagrícola/sites/default/files/va12-conducao-da-lavoura01.pdf).
- Trapp, M. A., Souza, G.D., Rodrigues-Filho, E., Boland, W. & Mithofer. (2014). Validated method for phytohormone quantification in plants. *Frontiers in Plant Science*, 5 (417), 1-11.
- Vieira, E. L. & Monteiro, C. A. (2002). Hormônios vegetais. In: Castro, P. R. C., Sena, J. O. A. & Kluge, R. A. M. (2002). *Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal*. Maringá: Eduem.
- Vieira, M. R. S., Souza, A. V., Santos, C. M. G., Alves, L. S., Cerqueira, R. C., Paes, R. A., Souza, A. D. & Fernandes, L. M. S. (2011). Stem diameter and height of chrysanthemum cv Yoko ono as affected by gibberellic acid. *Afr J of Biotechnol*, 10 (56), 11943-11947.
- Vlot, A C., Dempsey, D. M. A., Klessig, D. F. (2009). Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual review of phytopathology*, 47, 177-206.
- Wanderley Filho, H. C. L. (2011). *Uso de bioestimulantes e enraizadores no crescimento inicial e tolerância à seca em cana-de-açúcar*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL.
- Zhu, J. K. (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 53 (1), 247-273.